

Opdrachtgever:  
Vlaams-Nederlandse Scheldecommissie

# Analyserapport

T2015-rapportage Schelde-estuarium







Opdrachtgever:  
Vlaams-Nederlandse Scheldecommissie

# Analyserapport

T2015-rapportage Schelde-estuarium



## **Auteurs**

### **HKV:**

H.J. Barneveld

R.P. Nicolai

M. van Veen

S. van Haaster

### **Bureau Waardenburg:**

T.J. Boudewijn

J.W. de Jong

K. van Didden

R.J.W. van de Haterd

P.P. Middenveld

### **Antea:**

S. Michielsen

I. van de Moortel

C. Velez

E. de Wilde



## Samenvatting

Om het functioneren van het Schelde-estuarium en de activiteiten die in het estuarium plaatsvinden te beoordelen, hebben Vlaanderen en Nederland besloten gezamenlijk een evaluatiemethodiek te ontwikkelen. Deze evaluatiemethodiek is opgesteld in opdracht van de werkgroep Onderzoek en Monitoring van de Vlaams-Nederlandse Scheldec commissie (VNSC). Om te kunnen evalueren, moet de uitgangssituatie op een eenduidige en op een voor beide landen acceptabele wijze worden vastgelegd. Voor de evaluatie van het estuarium is een evaluatiemethodiek opgesteld (Maris et al., 2014). Deze is voor het eerst toegepast op de situatie in 2009 in de T2009-rapportage (Depreiter et al., 2014).

Het voorliggende analyserapport is opgesteld in het kader van de T2015 evaluatie van het Schelde-estuarium. De in de T2009-rapportage beschreven trends vormen de uitgangssituatie cq. de referentie voor de T2015 evaluatie. De analyses zijn uitgevoerd op de gegevens die zijn besproken in het rapport Databehoeften en databeschikbaarheid (Barneveld et al., 2016). De resultaten van de analyses zijn invoer voor de T2015 evaluatie. Het vierde product van het project is de Evaluatie van de Evaluatiemethodiek.

In de analysefase van de T2015 evaluatie zijn, conform de evaluatiemethodiek Schelde-estuarium, de trends in diverse parameters geanalyseerd op basis van meetgegevens tot en met het jaar 2015. In dit analyserapport zijn de opzet en de resultaten van de trendanalyses beschreven. De uitgevoerde analyses vormen de basis voor de evaluatie van het systeem in termen van de 7 communicatie-indicatoren en bijbehorende toetsparameters (T2015 evaluatie). De belangrijkste resultaten van de trendanalyses zijn hieronder per communicatie-indicator samengevat.

### Dynamiek waterbeweging

De communicatie-indicator Dynamiek waterbeweging kent twee toetsparameters: Hoogwater en Golven. In de T2009-rapportage zijn door toepassing van regressiemodellen op meetgegevens trends bepaald in de rekenparameters jaargemiddeld hoogwater, 99<sup>e</sup> percentiel hoogwater, de jaargemiddelde significante golfhoogte en de jaarlijkse cumulatieve verdeling van de significante golfhoogte. De in T2009 gevonden statistisch significante lineaire trends in de rekenparameters gelden als referentie voor de T2015 evaluatie.

De evaluatiemethodiek schrijft voor dat de gegevens van genoemde parameters in de jaren 2010-2015 worden vergeleken met de 95%-predictie-intervallen van de T2009 regressie-modellen voor de periode 2010-2015. De ruwe gegevens in de periode 2010-2015 zijn verzameld, gestructureerd en bewerkt voor de vergelijking. Zo zijn voor 14 stations in Nederland en 19 stations in Vlaanderen gegevens van hoogwaterstanden bewerkt tot jaargemiddelde hoogwaterstanden en 99<sup>e</sup> percentiel hoogwaterstanden. Voor 7 golfmeetstations zijn uit halfuurlijkse waarden de jaarlijkse significante golfhoogte en de jaarlijkse cumulatieve verdeling van de significante golfhoogte afgeleid. Voor zowel de rekenparameters als de verklarende parameters zijn de bestaande reeksen tot en met 2009 uitgebreid met de waarden in de periode 2010-2015.

De regressiemodellen uit de T2009-rapportage zijn opnieuw toegepast op de gegevens tot en met het jaar 2009. De trends en de 95%-predictie-intervallen zijn gereproduceerd. Vergelijking van de data in de periode 2010-2015 met de trends en de genoemde intervallen uit T2009 geeft

de gewenste informatie voor de evaluatie. Indien één of meer jaarwaarden in de periode 2010-2015 buiten het interval liggen, dan is sprake van een positieve/negatieve ontwikkeling ten opzichte van T2009.<sup>1</sup> Daarnaast zijn de regressiemodellen ook toegepast op de gegevens tot en met het jaar 2015. Dit levert een beeld op van een eventuele verandering in de trends. Diverse statistische toetsen zijn uitgevoerd om de kwaliteit van de regressiemodellen te borgen.

In T2009 werden voor nagenoeg alle stations stijgende trends in de rekenparameters jaargemiddeld hoogwater en 99<sup>e</sup> percentiel hoogwater gevonden. Uit de analyse van de meetreeksen aangevuld met gegevens tussen 2010 en 2015 volgt dat de trend in de rekenparameter jaargemiddeld hoogwater nog steeds stijgend is. De stijgende trends vlakken licht af. De waarden liggen voor de stations met de langste meetreeksen binnen de 95%-predictie-intervallen. De ontwikkeling ten opzichte van T2009 is dus *neutraal*.

Voor het 99<sup>e</sup> percentiel hoogwater wordt met de aangevulde meetreeksen voor bijna geen enkel station een significante trend gevonden. Ook liggen de data tussen 2010 en 2015 voor de meeste stations stroomopwaarts vanaf Bath buiten (onder) de predictie-intervallen van de T2009 regressiemodellen. Directe toepassing van de evaluatiemethodiek leidt tot de beoordeling dat de ontwikkeling ten opzichte van T2009 voor die stations *positief* is. Echter, deze ontwikkeling is grotendeels te verklaren door de rechte stormopzet te Vlissingen, die in de periode 2009-2014 lager uitvalt dan in de periode voor 2009.

Voor de toetsparameter Golven werd in T2009 over het algemeen geen significante trend in de golfhoogte gevonden. De evaluatie van de rekenparameter jaargemiddelde significante golfhoogte vindt plaats op basis van vergelijking van de waarden met de 95%-predictie-intervallen van het T2009 regressiemodel. Alleen voor het station BATH werd in de T2009-rapportage een significante trend gevonden. De waarden in de jaren 2011 tot en met 2015 liggen voor dat station boven de bovengrens van de T2009 predictie-intervallen. De 'verhoging' voor station Bath betekent volgens de evaluatiemethodiek een *negatieve* ontwikkeling ten opzichte van T2009. Echter, deze is vermoedelijk het gevolg van de vervanging van de meetlocatie in juni 2011.

In de evaluatiemethodiek is de rekenparameter jaarlijks cumulatieve verdeling van de significante golfhoogte expliciet toegevoegd aan de piramide. De referentie voor de vergelijking zijn de uiterste grenzen van deze verdelingen tot en met het jaar 2009. Uit de analyse volgt dat de cumulatieve verdelingen voor de jaren 2010-2015 voor enkele golfmeetstations buiten (onder of boven) de uiterste grenzen vallen. Dit leidt voor verschillende stations tot verschillende oordelen: *negatief of positief* ten opzichte van T2009. De gehanteerde methodiek en de beperkte lengte van de meetreeksen van golfmeetstations zorgen voor de variatie in deze oordelen.

In de verklarende parameters (meteorologie, astronomisch getij, afvoer, .) zijn nauwelijks opvallende patronen gevonden. Wat wel opvalt is dat het jaarlijks 99<sup>e</sup> percentiel van de rechte stormopzet in de jaren 2009-2014 lager ligt dan het langjarige gemiddelde. Dit is een mogelijke oorzaak voor de waargenomen daling van het jaarlijkse 99<sup>e</sup> percentiel hoogwater.

---

<sup>1</sup> Of een ontwikkeling positief of negatief is hangt af van wat 'gunstig' of 'ongunstig' is voor de hoofdfunctie van het systeem. Een stijgende trend in het jaargemiddelde hoogwater is bijvoorbeeld ongunstig. Indien de waarde in bijvoorbeeld het jaar 2013 onder de ondergrens van het T2009 95%-predictie-interval ligt, dan is sprake van een positieve ontwikkeling ten opzichte van T2009.

## Bevaarbaarheid

De communicatie-indicator kent twee toetsparameters: Beschikbare diepte en Tijenster. In de T2009-rapportage zijn door toepassing van regressiemodellen op meetgegevens trends bepaald in de rekenparameters jaargemiddeld hoog- en laagwater, jaarlijks onderhoudsbaggervolume en de jaargemiddelde looptijd hoog- en laagwater. De gevonden trends gelden als referentie voor de T2015 evaluatie.

Net als in de communicatie-indicator dynamiek waterbeweging zijn de beschikbare meetgegevens in de periode 2010-2015 bewerkt tot waarden per jaar. De regressiemodellen en analyses uit T2009 zijn opnieuw toegepast om de trends te reproduceren. Vervolgens zijn de data tot en met 2015 ook geanalyseerd om een indruk te krijgen van eventuele trendwijzigingen.

De T2009 trends zijn het referentiepunt voor de evaluatie van de toets- en rekenparameters. In T2009 werden stijgende trends in de rekenparameters jaargemiddeld hoogwater en jaargemiddeld laagwater gevonden. De evaluatie van het jaargemiddeld hoogwater is bij dynamiek waterbeweging besproken. Uit de analyse van het jaargemiddelde laagwaterstanden volgt dat de ontwikkeling van de trends voor het grootste deel van de stations ten opzichte van T2009 *neutraal* is.

De rekenparameter Onderhoudsbaggervolume wordt louter geëvalueerd op de trend sinds 2011, die zowel op de Zeeschelde als de Westerschelde dalend is. In de toekomst zal blijken of de onderhoudsbaggervolumes dalen naar het niveau van voor de derde verruiming. Zandwinning op de Westerschelde is, afgezien van een Pilot, stopgezet. In de haven van Terneuzen dalen de jaarlijkse baggervolumes na 2011. In de havens van Breskens en Hansweert is er een stijgende trend. Op de Beneden-Zeeschelde steeg het jaarlijks onderhoudsbaggervolume slib sterk tussen 2010 en 2011. Dit door verhoogde slibvolumes op baggerlocaties Drempel van Frederik, Deurganckdok en in mindere mate de Drempel van Lillo. Sinds 2010 wordt het Deurganckdok op volledige diepte gebaggerd, wat de stijging hier (op zijn minst deels) verklaart. De Drempels van Frederik en Lillo liggen hier dicht tegen aan. Er is meer onderzoek nodig om na te gaan of de stijging hier ook een (al-dan-niet onrechtstreeks) gevolg was van het op diepte baggeren van Deurganckdok of van de derde verruiming. Op de Boven-Zeeschelde werd er sinds 2010 meer en meer zand gewonnen. De achterstand in onderhoudsbaggerwerken op de Durme en de tijarm Gentbrugge-Melle werd weggewerkt.

De ontwikkeling in de trends in jaargemiddelde looptijd van het hoog- en laagwater is voor de meeste stations in de Westerschelde en de Zeeschelde *neutraal* ten opzichte van de trends in T2009. Dit is in lijn met de conclusie in T2009 dat in de laatste 20 (30) jaar de looptijden relatief stabiel / constant zijn gebleven in de Westerschelde (Zeeschelde). Bij drie stations wordt een positieve of negatieve ontwikkeling geconstateerd op basis van een opvallende waarde in één jaar.

De verklarende parameters in deze communicatie-indicator zitten vervat binnen de communicatie-indicatoren Dynamiek waterbeweging en Plaat-en Geulstelsel. In het deelsysteem monding stijgt het slibgehalte in de bodem aan de westzijde van Wielingen. De bodemsamenstelling in de Westerschelde blijft gedomineerd door de zandfractie. In de Pas van Terneuzen is er wel een stijgende trend van het slibgehalte in de bodem waargenomen. Op de Beneden-Zeeschelde is of (1) het slibgehalte verhoogd of (2) wordt er meer frequent verhoogde slibgehalten opgemeten in de bodem dan in de periode voor 2009-2010: Drempel van Zanvliet

(rood), Plaat van Doel, Drempel van Frederik, ingang en midden van Deurganckdok, Drempel van Lillo, toegangsgeul Kallosluis, Plaat en Drempel van de Parel, stortzone Punt van Melsele en afwaarts Plaat van Boomke. Het zandgehalte steeg dan weer aan het einde van Deurganckdok en de in afwaartse dokken Boudewijn- en Van Caewelaertsluis.

### **Plaat- en Geulstelsel**

De communicatie-indicator Plaat- en geulstelsel beschrijft de morfologie als drager van de drie LTV (Laneg Termijn Visie) functies. Het is een zelfstandige communicatie-indicator maar heeft in tegenstelling tot de andere communicatie-indicatoren geen rekenpiramide en geen beoordeling. De reden hiervoor is dat, hoewel er visies zijn op het hydrodynamisch-morfologisch systeem, deze geen basis vormen voor een ondubbelzinnig oordeel. De analyse van de communicatie-indicator wordt ruimtelijk ingedeeld in 3 deelsystemen, met name: (1) de monding zeewaarts van de lijn Vlissingen-Breskens, (2) het meergeulstelsel van de Westerschelde en (3) het ééngeulstelsel van de Zeeschelde. Voor ieder deelsysteem wordt een aantal onderzoeksvragen opgelost met behulp van een set verklarende parameters.

#### **Monding**

Ten opzichte van de basissituatie, gerapporteerd in T2009, is er in de weidsheid/openheid van de monding niets significant gewijzigd. De rol als overgangsgebied werd niet geregistreerd met terreinmetingen maar uit de berekeningen van de zandbalans RWS ZD blijkt dat er in de periode 2010-2015 meer zand geïmporteerd werd in de Westerschelde dan voorheen. Er vonden nog steeds antropogene ingrepen plaats in de natuurlijke morfologie van het mondingsgebied.

#### **Meergeulstelsel**

In macrocel 1 (MC1) lijkt de situatie verbeterd ten opzichte van de periode 2000-2009, aangezien het zandvolume nu relatief stabiel bleef. Er dient wel opgevolgd te worden of er geen kantelpunt bereikt werd en de situatie in de tegenovergestelde richting evolueert. Het is niet duidelijk of het belang van de nevengeul toenam of afnam. Zeker is dat de kantelindex steeg, deels onder invloed van antropogene ingrepen. Er was een toename in areaal intergetijdengebied tussen 2011 en 2012. Voornamelijk nabij Hooge Platen Noord is het intergetijdengebied uitgebreid. Deze toename is gestabiliseerd in 2011. Er waren nog steeds drempelgeulen aanwezig die migreren, maar er was wel een afname in het relatieve doorstroomoppervlak van de drempelgeulen en in het looptijd-verval tussen hoofd- en nevengeul. Kortsluitgeul Springergeul sedimenteerde sterk. Ook de Thomaesgeul vertoonde een migratie naar het noordwesten, terwijl het doorstroomoppervlak daalde tot onder 2000 m<sup>2</sup>.

In mesocel 2 (MC2) bleef het Vaarwater langs Hoofdplaat sedimenteren. Er was een toename van het areaal intergetijdengebied.

In MC3 is er gedurende de periode 2010-2015 een tendens gestart waarbij de bochtengroep verdrinkt door afname van het zandvolume. Deze tendens werd versterkt of misschien zelfs gestuurd door antropogene ingrepen. Om de bochtengroep daadwerkelijk te doen verdrinken dient deze evolutie zich gedurende lange tijd te handhaven, wat nog niet het geval is. Het is daarom aangeraden deze evolutie in de toekomst op te volgen. Ook de verhoging van het slibgehalte in de Pas van Terneuzen is een zorgwekkende waarneming. Er zijn nog steeds drempelgeulen aanwezig die migreren. Het relatieve doorstroomoppervlak van de drempelgeulen daalde terwijl het looptijd-verval tussen hoofd- en nevengeul steeg. Kortsluitgeul Zuid-Everingen migreerde verder naar het zuidwesten en het doorstroomoppervlak nam verder af.

In MC4 is de nevengeul verder verzand gedurende de periode 2010-2015. De algemene toename van het zandvolume in de volledige macrocel is het gevolg van antropogene ingrepen. De gewijzigde baggerpolitiek heeft er wel voor gezorgd dat het belang van de nevengeul minder sterk inboette. Vanuit Flexibel Storten is er besloten om de nevengeul te sparen, maar er werd nog steeds sediment toegevoegd door havenstortingen en het opspuiten van stranden. Kortsluitgeul Geul van de Molenplaat migreerde verder naar het noorden.

In MC5 bestaat er een fragiel evenwicht tussen de antropogene ingrepen enerzijds en de watervolumes van de geulen en het relatieve belang van de nevengeul anderzijds. De ingrepen hebben wel een positieve bijdrage geleverd aan de groei van het intergetijdengebied. Er dient gewaakt te worden over de sedimentatie in de nevengeul.

Het langdurige verlies aan zand en het eroderen van de geulen in MC6 duiden er op dat het gevaar bestaat voor verdrinking van de bochtengroep. Dit lijkt het gevolg te zijn van de antropogene ingrepen. Het areaal intergetijdengebied is weliswaar constant gebleven sinds 2011.

In MC7 is er een langdurig verlies aan zand en intergetijdengebied. Dit lijkt een gevolg te zijn van de antropogene ingrepen. Aan de andere kant sedimenteert de nevengeul, ook al wordt hier niet meer gestort. Het gevaar bestaat dat dit systeem in deze macrocel evolueert naar één geul waarbij de huidige ebgeul verdiept en de huidige vloedgeul sedimenteert.

#### Eéngeluksysteem

In de Beneden-Zeeschelde is de derde verruiming van de vaargeul duidelijk zichtbaar. Er lijkt een verlies aan sedimentvolume nabij de Schaar van Ouden Doel. In de Boven-Zeeschelde is de grootste verandering waarneembaar in OMES 14, waar de vaargeul sterk verdiepte. In bijna ieder OMES-segment in de Zeeschelde is het watervolume onder 0 m NAP toegenomen. Enkel in OMES 10, 12 en sinds 2012 ook OMES 13, is het watervolume gedaald.

Door indijking kan de Zeeschelde niet een van nature meanderende rivier zijn. Het meanderende karakter bleef stabiel.

Als men de Zeeschelde in zijn geheel bekijkt is het areaal oever gegroeid. De Zeeschelde heeft hierdoor meer ruimte om de getijndringing te verwerken op de oevers. Louter in de Durme is het areaal oever afgenomen.

In de Beneden-Zeeschelde werd er nabij verschillende drempels en stortlocaties meer slib waargenomen in de periode 2010-2015 dan er voor. De zandbalans van Vandenbruwaene et al. (2017) toont dat zand in de Beneden-Zeeschelde opwaarts migreert. In de Boven-Zeeschelde migreert het afwaarts. Op de Rupel is zandtransport afwaarts. Ongeacht het scenario fungeren de Durme en de tijkarm Gentbrugge-Melle als 'sink'. De Rupel is een bron van zandig sediment.

#### Waterkwaliteit

De communicatie-indicator Waterkwaliteit wordt gebruikt om de Natuurlijkheid van het Schelde estuarium te evalueren. De communicatie-indicator Waterkwaliteit speelt ook een belangrijke rol als verklarende factor voor de overige drie communicatie-indicatoren: leefomgeving, ecologisch functioneren en fauna en flora. De waterkwaliteit wordt beïnvloed door klimatologische en geomorfologische factoren, alsook door menselijke tussenkomst.

De waterkwaliteit wordt geëvalueerd aan de hand van vier toetsparameters (zuurstof, nutriënten, algen en toxische stoffen), die elk beoordeeld worden aan de hand van meerdere rekenparameters. In deze rapportage zullen de volgende toets- en rekenparameters gepresenteerd worden: zuurstof (Absoluut minimum, percentielwaarden en duur van de zuurstofdip), nutriënten (FastNOD, BOD-C, TDIN, Totaal P, PO<sub>4</sub>, DSi, nitriet en ammoniak), algen (PB-ratio, Phaeocystis, Cyanobacteriën).

De toetsparameter Zuurstof wordt negatief beoordeeld. Alle drie de rekenparameters vertonen weliswaar een sterke verbetering ten opzichte van de periode 2004-2009. Het grootste knelpunt bevond zich nog nabij de Oligohaliene zone. Hier zakte het zuurstof tot net onder het minimumgehalte van 2,5 mg/l. Daarnaast vertoonde het wintergehalte een acuut probleem van OMES 11 tot OMES 15 met een zwaartepunt – opnieuw – in de Oligohaliene zone. De zomer – gekarakteriseerd door lagere zuurstofgehalten – blijft een probleem voor praktisch de volledige Zeeschelde. Toch liggen alle waargenomen percentielen dicht tegen het minimumgehalte.

In het algemeen verbeterde de toetsparameter Nutriënten. Toch wordt deze nog steeds negatief geëvalueerd. De zuurstofvraag voor nitrificatie en voor koolstofmineralisatie verbeterde ten opzichte van de periode 2004-2009, maar beide overschreden nog steeds de norm en worden negatief beoordeeld. Ook het nitriet en ammoniak-gehalte daalde, maar worden nog steeds negatief beoordeeld. De totale vracht aan opgeloste anorganische stikstof lag in 2015 hoger dan het gemiddelde van de voorgaande 6 jaar, waardoor deze parameter negatief beoordeeld wordt. Toch is er een verbetering zichtbaar ten opzichte van de periode voor 2010. Dit vertaalt zich ook naar de jaarlijkse flux die naar de Noordzee vloeit. De totale jaarlijkse vracht lag in 2014 en 2015 onder de gewenste 15 kton / jaar. Ook het fosfaatgehalte is verbeterd ten opzichte van 2004-2009. De rekenparameter Totaal fosfaat blijft weliswaar negatief beoordeeld. Ook na 2009 werden er nog langdurige periodes van siliciumdepleties waargenomen, wat een negatieve verschuiving aan fytoplanktonpopulatie kan veroorzaken. De Coastal Eutrofication Potential indicator ligt bij alle opgemeten zones boven de 0. Dit betekent dat de C, N, P en Si gehalten – die de primaire productie in de kustzone beïnvloeden – niet in evenwicht zijn. Hierdoor verhoogt het risico op ontwikkeling van ongewenste niet-kiezelhoudende algen in stroomafwaartse gebieden. Om deze reden wordt deze rekenparameter negatief geëvalueerd.

Voor de toetsparameter Algen werden de rekenparameters PB-ratio en de abundantie van Phaeocystis en cyanobacteriën geëvalueerd. Alle rekenparameters zijn negatief geëvalueerd. De toetsparameter Algen wordt dus ook negatief beoordeeld voor T2015. De PB-ratio vertoont geen duidelijke trend tussen de jaren onderling, dit is deels te wijten aan de schaarse hoeveelheid beschikbare data. De beoordeling is echter overwegend negatief.

De toetsparameter Toxische Stoffen wordt negatief beoordeeld. Deze toetsparameter steunt op 3 rekenparameters die allen negatief beoordeeld worden: waterbodempkwaliteit, chemische waterkwaliteit en milieuverontreinigende stoffen in het voedselweb. Doorheen de jaren is er noch voor de metalen noch voor de organische stoffen een positieve of negatieve trend vast te stellen. In de polyhaliene zone zijn voornamelijk Arseen, Chroom en Lood problematisch. In de Zeeschelde zijn voornamelijk Cadmium, Koper en Zink problematisch. In de mesohaliene zone en in de zone met sterke saliniteitsgradiënt zijn bijna alle metalen in te hoge concentraties aanwezig. Bovendien zijn in de Zeeschelde ook enkele organische stoffen verantwoordelijk voor de slechte evaluatie. Dit is minder het geval in de Westerschelde. Een speciale vermelding gaat naar DDT en PCB's, die een uitzonderlijk slechte invloed hebben op de waterbodempkwaliteit. In het oppervlaktewater zijn de pesticiden de meest problematische groep. De toestand lijkt te verergeren gedurende de periode 2010 – 2015 maar dit is een rechtstreeks gevolg van de



optimalisatie van het meetnet. Sinds 2010 worden er namelijk meer pesticiden gemonitord. De concentratie van de metalen ligt onder de referentiewaarden. Stroomopwaarts van de zone met een sterke saliniteitsgradiënt is het oppervlakte water vervuild met PAK's. De milieuverontreinigende stoffen in het voedselweb worden ook negatief beoordeeld. Voornamelijk de groep 'PBB153 en PBDE154' vertoont een sterke afwijking van de norm.

### **Leefomgeving**

Uitgangspunt voor de evaluatie van leefomgeving is dat voor een goed functionerend Schelde-estuarium de oppervlakte van verschillende habitats evenwichtig verdeeld is, het aanwezige laagdynamisch habitat van voldoende kwaliteit is en de habitats van voldoende stabiliteit zijn. De Communicatie-indicator bestaat uit drie toetsparameters: oppervlak, kwaliteit en turn-over. De toetsparameter oppervlak bestaat uit twee rekenparameters: sublitoraal en litoraal. Voor het sublitoraal is bij de Westerschelde onderscheid gemaakt tussen hoogdynamisch en laagdynamisch sublitoraal en bij de Zeeschelde tussen diep en ondiep water. Bij de Westerschelde is voor het litoraal onderscheid gemaakt tussen hoogdynamisch en laagdynamisch slik, pioniervegetatie en schorvegetatie. Bij het laagdynamisch slik zijn nog drie hoogtezones onderscheiden. Bij pionier- en schorvegetatie is ook nog naar de groeiplaats gekeken: slikken of platen. Bij de Zeeschelde is alleen onderscheid gemaakt in slik en pionier+schorvegetatie.

De toetsparameter kwaliteit heeft als hoofdindeling abiotiek en biotiek. Abiotiek heeft als rekenparameters de lengte van de laagwaterstrook grenzend aan laagdynamisch litoraal, de helling van het litoraal (Zeeschelde) en de gehele hoogtegradiënt (Zeeschelde en Westerschelde) en tenslotte de hoogtegradiënt van het laagdynamisch habitat. De biotiek omvat de volgende rekenparameters: het aandeel van iedere vegetatiezone (pionier, laag, midden en hoog schor) in de compartimenten van de Westerschelde en het aandeel climaxvegetatie binnen een zone van het schorhabitat, de breedte van het schorhabitat en de oeverbreedte van het schorhabitat.

Bij de toetsparameter turn-over (de overgang van de ene ecotoop in een andere ecotoop) is gekeken naar de gemiddelde turn-over op basis van opeenvolgende ecotopenkaarten en naar de turn-over indien een interval van 5-7 jaren wordt gebruikt. Dit laatste was alleen mogelijk voor de Westerschelde.

In de Westerschelde neemt de oppervlakte hoogdynamisch sublitoraal af en de oppervlakte laagdynamisch sublitoraal neemt toe of blijft gelijk. Dit wordt als gunstig beoordeeld. In de Zeeschelde neemt in bijna alle zones het areaal diep water toe en het areaal ondiep water af. Daarnaast voldoet de oppervlakte ondiep water niet aan de minimumareaal eisen.

In het litoraal van de Westerschelde neemt de oppervlakte laagdynamisch slik toe en de oppervlakte hoogdynamisch slik af, hetgeen conform de Evaluatiemethodiek (Maris et al., 2014) als gunstig beoordeeld moet worden. De toename vindt plaats in de vorm van middelhoog slik in de zones 2 Zwak polyhalien en 3 Mesohalien. Voor de oppervlakte slik in de zones in de Zeeschelde bestaan met uitzondering van de zones 8 Rupel en zone 9 Durme ook oppervlakte-eisen. Alleen zone 4 Saliniteitsgradiënt voldoet hier aan, maar de andere zones niet. In de zones 8 Rupel en 9 Durme gaat de oppervlakte slik zelfs achteruit.

In de Westerschelde dient het aandeel van de pioniervegetatie in de totale oppervlakte begroeide slikken 5-40% te bedragen. Voor de gehele Westerschelde ligt het aandeel beneden de 5%. Dit wordt veroorzaakt door de grote oppervlakte schorvegetatie in zone 3 Mesohalien. In zone 1 Sterk polyhalien en 2 Zwak polyhalien ligt het aandeel pioniervegetatie tussen de 5-

40%. Op de platen is de oppervlakte pionierschor weliswaar afgenomen in de zones 1 Sterk polyhalien en 3 Mesohalieren sinds 2008, maar bedraagt in zone 1 nog steeds 100 ha. In zone 2 Zwak polyhalien ontbreekt pionierschor op de platen. Voor de gehele Westerschelde geldt dat de oppervlakte pionierschor sinds 2009 is afgenomen. Toename van schorvegetatie op de slikken is gewenst en treedt in alle zones van de Westerschelde op. Op de platen is ontwikkeling van schorvegetatie ongewenst, maar in zone 1 Sterk polyhalien en zone 3 Mesohalieren heeft dit wel plaatsgevonden. Hierdoor is de ontwikkeling in deze zones en in de gehele Westerschelde als negatief beoordeeld.

Voor de Zeeschelde zijn oppervlakte-eisen geformuleerd voor de schor+pioniervegetatie in de zones 4-7. In zone 7 Zoet Korte verblijftijd voldoet de oppervlakte schor+pioniervegetatie aan de eis en de oppervlakte schor+pioniervegetatie in de zone 6 Zoet Lange verblijftijd ligt 12 ha beneden de gewenste oppervlakte. In de zones 4 en 5 ligt de oppervlakte schor+pioniervegetatie ver beneden de gewenste waarde. In de twee zones zonder oppervlakte-eis (zone 8 Rupel en zone 9 Durme) neemt de oppervlakte toe.

In de Westerschelde kent de lengte van de laagwaterstrook die grenst aan het laagdynamisch litoraal een negatieve evolutie in de MC3 en MC7. In MC4 is er vermoedelijk een positieve evolutie dankzij de sterke stijging tussen 2012 en 2015. De overige macrocellen kennen een positieve evolutie. Op de Zeeschelde is er een positieve evolutie in zone 4 met een sterke saliniteitsgradiënt en in zone 7 Zoet korte verblijftijd. Zone 5 Oligohaliene zone, Zone 6 Zoet lange verblijftijd en de zijrivieren kennen een negatieve trend.

Op de Westerschelde wordt de gemiddelde helling van het volledige profiel per macrocel geanalyseerd. In geen enkele macrocel wordt de kritische grens van 2,8% overschreden. In alle OMES-segmenten van de Zeeschelde ligt de gemiddelde helling van het volledige profiel boven de maximum waarde van 2,8% (Beneden-Zeeschelde) of 5% (Boven-Zeeschelde en zijrivieren). De helling van het litoraal wordt louter geëvalueerd in de Zeeschelde. Hier geldt een maximum helling van 2,5% in OMES 9, 5% in OMES-10-15 en 7,5% in de overige segmenten. Enkel in OMES 10 en het opgemeten deel van de Rupel ligt de helling van het litoraal onder de maximum waarde. De Durme was positief in 2001. Er is geen recentere analyse mogelijk.

De rekenparameter Hoogtegradiënt laagdynamisch gebied kent een negatieve evolutie op de Rug van Baarland, Plaat van Ossensisse en tegen het noorden van de Schor van Waarde. Er is een positieve evolutie in de Slikken van Everingen en de Plaat van Walsoorden.

De rekenparameter zonering schorhabitat kan niet geanalyseerd worden. Een nieuwe kaart zal pas beschikbaar zijn na oplevering van dit rapport. Er wordt voorgesteld om de kartering te synchroniseren met de volgende evaluatie.

Het areaal schor dat breder is dan 75m kromp enkel in zone 2 Sterk polyhaliene zone. De overige saliniteitszones kennen een positieve evolutie.

Voor een gezonde schor-dynamiek, is een voldoende brede oever tot aan de laagwaterlijn noodzakelijk. Op de Westerschelde geldt een referentiewaarden van 1 km terwijl dit op de Beneden-Zeeschelde en Boven-Zeeschelde respectievelijk 300 en 230m bedraagt. Aangezien het areaal oever in de meeste saliniteitszones onvoldoende breed is, wordt deze rekenparameter negatief beoordeeld.

De stabiliteit van habitats is belangrijk voor onder andere bodemfauna en vegetatie, zodat de turn-over niet mag toenemen. De toetsparameter turn-over is gebaseerd op ecotopenkaarten die echter niet met vaste intervallen beschikbaar komen. Een periode van 1 jaar kan moeilijk met drie jaar worden vergeleken. Voor de Westerschelde is de periode 1996-2001 vergeleken met de perioden 2001-2008 en 2008-2015. Hieruit komt naar voren dat de gemiddelde turn-over voor de Westerschelde is toegenomen van gemiddeld 9% naar 11% en vervolgens naar 12%, maar dat vooral in de twee westelijke compartimenten van zone 1 Sterk polyhalien de turn-over geleidelijk sterk is toegenomen. Uit de overige zones komt geen duidelijk beeld naar voren. Bij de Zeeschelde komt geen toename van de turn-over uit de beschikbare gegevens naar voren. Wel neemt die in de stroomopwaartse richting duidelijk toe. Dit geldt zowel voor de periode 2001-2010 als voor de periode 2010-2013.

## Flora en Fauna

De Communicatie-indicator Flora en fauna bestaat uit zeven toetsparameters: vogels, zeezoogdieren, vissen, benthos, fytoplankton, zoöplankton en vegetatie. Voor iedere toetsparameter is gekeken naar drie rekenparameters: Intactness Index (wel of niet aanwezig of aanwezig in bepaalde aantallen), sleutelsoorten en exoten. Bij de Intactness Index kan gekeken worden of het voorkomen overeenkomt met het verwachte voorkomen (Occurrence) of naar de verwachte aantallen (Abundance). Bij de exoten wordt gekeken naar zowel het aantal soorten als naar het aantal individuen.

### *Zeezoogdieren*

De toetsparameters laten een sterk wisselend beeld zien. Alleen de zeezoogdieren laten een volledig positieve beoordeling zien: de populatie in de Westerschelde is groot genoeg ten opzichte van die in de Waddenzee en de huidige jongenproductie is in principe voldoende om de populatie in de Westerschelde in stand te houden.

### *Vogels*

De Abundance Intactness Index wordt voor de niet-broedvogels voor zowel Westerschelde als Zeeschelde negatief geëvalueerd en dit geldt ook voor de sleutelsoorten. Bij de broedvogels van de Westerschelde wordt alleen naar sleutelsoorten gekeken en deze rekenparameter krijgt een negatieve evaluatie. De broedvogels van de Zeeschelde zijn niet geëvalueerd, omdat de gebiedsindeling niet aansluit bij het evalueren gebied en er niet voldoende gegevens beschikbaar zijn.

Alleen bij de niet-broedvogelsoorten is naar exoten gekeken. In de Westerschelde neemt zowel het aantal soorten als het aantal individuen van exoten toe hetgeen als negatief moet worden beschouwd. In de Zeeschelde stabiliseert het aantal soorten en neemt het aantal individuen nog toe, maar in de Rupel en de Durme nemen beide af. Dit is als positief beoordeeld.

### *Vissen*

De Occurrence Intactness Index voor vissen is significant positief in alle zones van de Westerschelde en in zone 5 Oligohalien van de Zeeschelde. In de overige zones van de Zeeschelde is sprake van een overwegend positieve, niet significante trend.

De sleutelsoorten van de Westerschelde laten een wisselend beeld zien per zone: een deel van de vissen vertoont een positieve ontwikkeling en andere een negatieve ontwikkeling. In de Zeeschelde zijn met uitzondering van zone 9 Durme in alle zones alleen maar significant positieve trends. In zone 3 Mesohalien (Westerschelde) neemt het aantal soorten exoten toe, maar het aantal individuen af, terwijl in de Zeeschelde in zone 4 Saliniteitsgradiënt zowel het aantal soorten als het aantal individuen toeneemt. In zone 5 Oligohalien neemt alleen het aantal individuen toe.

## Benthos

De Occurrence Intactness Index van benthos neemt in zone 3 Mesohalien (WS) en zone 5 Oligohalien (ZS) toe, terwijl er in de overige zones geen significante trend is. Voor de sleutelsoort kokkel geldt dat de biomassa geleidelijk afneemt en niet jaarlijks voldoet aan de eis van minimaal 4 miljoen kg versgewicht en van de sleutelsoort mossel worden ook niet jaarlijks banken vastgesteld. De verhouding Annelida/Mollusca neemt af en lijkt zich hiermee in alle zones van de Westerschelde in positieve richting te ontwikkelen, maar alleen in zone 2 Zwak polyhalien is dit significant.

In zone 3 Mesohalien (WS) neemt zowel het aantal soorten exoten als de biomassa toe en in zone 5 Oligohalien (ZS) neemt alleen de biomassa toe. De overige ontwikkelingen zijn niet significant.

## Fytoplankton

De Occurrence Intactness Index van fytoplankton gaat in de Westerschelde in zone 2 Zwak polyhalien en 3 Mesohalien significant achteruit. In de Zeeschelde is sprake van een lichte toename in zone 4 Saliniteitsgradiënt, 5 Oligohalien, 7 Zoet korte verblijftijd en 8 Rupel in de periode 2005-2013 gevolgd door een lichte afname. Voor de overige zones is geen significante trend gevonden. De evaluatie van de mariene plaagalg *Phaeocystus* is negatief voor de zone 1 Sterk en 2 Zwak polyhalien van de Westerschelde, terwijl Cyanobacteriën in zone 3 Mesohalien incidenteel de grenswaarde overschrijden. In de Zeeschelde worden de grenswaarden niet overschreden.

De Algal genus pollution index, die een maat is voor de organische verrijking van het systeem, neemt in de Westerschelde in alle zones af, hetgeen als positief wordt geëvalueerd. In de Zeeschelde neemt de index in 4 van de 6 zones toe en is in twee zones stabiel, maar nergens is sprake van een significante trend.

In de Westerschelde vertoont het aantal soorten exoten weliswaar een negatieve trend maar dit is niet significant. De dichtheid van exoten neemt zowel in de zone 1 Sterk polyhalien en 2 Zwak polyhalien toe. Voor de Zeeschelde konden geen trends berekend worden, omdat het fytoplankton niet tot op soortniveau wordt gedetermineerd.

## Zoöplankton

Voor zoöplankton kon door de korte tijdsperiode waarvan gegevens beschikbaar waren geen betrouwbare trend voor de Westerschelde berekend worden. In de Zeeschelde laat alleen zone 5 Oligohalien een significante trend zien, die afnemend is maar de laatste jaren stabiliseert. Er is een niet significante positieve trend in zone 7 Korte verblijftijd en een negatieve in zone 9 Durme. De trend voor de maximale biomassa is stabiel voor zone 4 Saliniteitsgradiënt en zone 5 Oligohalien en voor de laatste jaren afnemend in zone 7 Zoet korte verblijftijd. Voor de jaarmaximum biomassa van *Eurythemora affinis* is voor de meeste zones geen duidelijke trend zichtbaar. Alleen in de zones 6 Zoet lange verblijftijd en 7 Zoet korte verblijftijd is de laatste jaren een toename zichtbaar. Voor de Zeeschelde is de verhouding Cladocera : Calanoida en Cyclopda : Calanoida stabiel of dalend en dit moet als positief worden beoordeeld.

## Vegetatie

Voor de vegetatie-ontwikkeling is een aangepaste benadering toegepast voor de Intactness Index. Hieruit komt voor de Westerschelde naar voren dat er een sterke toename is van pionierschor in zone 1 Sterk polyhalien. Zeekweek neemt toe in zone 3 Mesohalien, waar heen (zeebies) na 2010 sterk afneemt. Hoog schor neemt in zone 3 Mesohalien iets toe, maar in de twee andere zones af. Riet en nitrofiële ruigte (hoog op het schor) nemen iets toe. De middelhoge en lage schorren nemen juist af.

Langs de Zeeschelde nemen vooral rietland, wilgenstruweel, bos en balsemienruigte toe. Alleen brakke biezen en zilt grasland, die vooral in zone 4 Saliniteitsgradiënt voorkomen, nemen af.

In zone 4 Saliniteitsgradiënt nemen de zoute en brakke soorten af, terwijl enkele andere brakke soorten toenemen. Langs de Westerschelde nemen soorten van lage tot middelhoge schorren af. Voor de brakke schorren is de ontwikkeling onduidelijk. Wel nemen enkele soorten van brakke ruigte toe.

Langs de Westerschelde komen geen exoten voor, maar langs de Zeeschelde is er wel een toename, die vooral veroorzaakt wordt door de reuzenbalsemien en in mindere mate door goudknopje in zone 4 Saliniteitsgradiënt.

### **Ecologisch functioneren**

Bij het Ecologisch functioneren zijn er twee Communicatie-indicatoren: 'macrozoöbenthos' en 'vissen en vogels'. Bij het macrozoöbenthos zijn er vier toetsparameters: benthische biomassadichtheid ten opzichte van primaire productie (Westerschelde), 30 ton asvrijdrooggewicht benthos (Zeeschelde), filterfunctie kokkel en mossel en diversiteit benthos. De laatste twee toetsparameters zijn al bij Flora en fauna besproken. Bij de toetsparameter Vissen en Vogels gaat het om de verhouding in biomassa van secundaire consumenten en primaire consumenten. Tot de eerstgenoemde groep behoren omnivore en zoöbenthische vissen, omnivore en benthivore vogels en krabben, terwijl de tweede groep zoöplankton, macrozoöbenthos en hyperbenthos omvat.

De analyse van de benthische biomassadichtheid ten opzichte van primaire productie (Westerschelde) laat een positieve ontwikkeling zien van een lichte onderbegrazing naar een lichte overbegrazing. In de jaren 2010-2013 is in alle jaren sprake van een positieve evaluatie, omdat de waarden binnen de begrenzing van de waarden voor een positieve evaluatie liggen.

In de Zeeschelde was de macrofaunabiomassa tot en met 2010 altijd boven de 30 ton asvrijdrooggewicht, maar komt hier in 2014 onder. De secundaire eis is dat per zone minstens 2 ton asvrijdrooggewicht aanwezig is, maar dit wordt alleen gehaald in de zones 4 Saliniteitsgradiënt en zone 8 Rupel.

Aangezien de biomassa van zowel kokkel als mossel regelmatig onder de vereiste minimumgewichten zitten, wordt niet voldaan aan de eis ten aanzien van de filterfunctie.

De verhouding in biomassa van secundaire en primaire consumenten dient rond de 10% te bedragen, maar voor een positieve evaluatie dient deze binnen een bandbreedte van 1 – 25% te liggen. In de Westerschelde ligt deze waarde in de periode 2004-2009 (T2009) rond de 5%, terwijl de laatste zes jaren (T2015) het gemiddelde ongeveer 7,5% bedraagt. De laatste jaren neemt de verhouding iets toe. Het is onduidelijk in hoeverre de benthosbemonstering een goed beeld van de krabbenbiomassa geeft, maar de krabbenbiomassa lijkt in ieder geval toe te nemen.

In de Zeeschelde is er een afwijkend beeld. Van 1991 tot en met 2004 lag de verhouding tussen secundaire en primaire consumenten ongeveer op 1%, maar vanaf 2005 is er een duidelijke toename en vanaf 2009 bevindt de verhouding zich ver boven de 25% en stijgt in 2015 zelfs tot meer dan 75%. Dit wijst op een ernstige overbegrazing van de primaire consumenten door de secundaire consumenten. Aangezien de biomassa van de secundaire consumenten vooral uit

vissen bestaat, wordt deze verandering in de verhouding tussen secundaire en primaire consumenten vooral door een verandering in de visbiomassa veroorzaakt.

# Inhoud

|   |           |
|---|-----------|
| Samenvatting .....  | i         |
| Lijst van tabellen .....  | xix       |
| Lijst van figuren .....   | xxix      |
| <b>1 Inleiding .....</b>  | <b>1</b>  |
| 1.1 Context .....   | 1         |
| 1.2 Achtergrond .....   | 1         |
| 1.3 Aannames en uitgangspunten .....  | 3         |
| 1.4 Leeswijzer .....  | 3         |
| <b>2 Opzet analyses .....</b>   | <b>5</b>  |
| 2.1 Algemeen .....  | 5         |
| 2.2 Studiegebied en indelingen .....  | 5         |
| 2.3 Menselijke ingrepen .....   | 14        |
| 2.4 Technieken .....  | 16        |
| 2.5 Trendbreuken .....  | 17        |
| 2.6 Rapportage .....  | 17        |
| <b>3 Dynamiek waterbeweging .....</b>   | <b>19</b> |
| 3.1 Inleiding .....   | 19        |
| 3.2 Toetsparameter Hoogwater .....  | 20        |
| 3.2.1 Rekenparameter jaargemiddeld hoogwater .....  | 20        |
| 3.2.2 Rekenparameter 99 <sup>e</sup> percentiel hoogwater .....   | 35        |
| 3.3 Toetsparameter Golven .....   | 42        |
| 3.3.1 Rekenparameter jaargemiddelde significante golfhoogte en rekenparameter<br>jaarlijks cumulatieve verdeling van de significante golfhoogte ..... | 42        |
| 3.4 Verklarende parameters .....  | 48        |
| 3.4.1 Getijslag .....   | 48        |
| 3.4.2 Astronomisch getij .....  | 51        |
| 3.4.3 Zeespiegelstijging .....  | 54        |
| 3.4.4 Rivierafvoer .....  | 55        |
| 3.4.5 Meteorologie .....  | 57        |
| 3.4.6 Bathymetrie en geometrie .....  | 59        |
| 3.5 Conclusies .....  | 72        |
| <b>4 Bevaarbaarheid .....</b>   | <b>73</b> |
| 4.1 Inleiding .....   | 73        |
| 4.2 Toetsparameter Beschikbare diepte .....   | 74        |
| 4.2.1 Rekenparameter jaargemiddeld hoogwater .....  | 74        |
| 4.2.2 Rekenparameter jaargemiddeld laagwater .....  | 74        |
| 4.2.3 Rekenparameter onderhoudsbagervolume .....  | 81        |
| 4.3 Toetsparameter Tijdenster .....   | 97        |
| 4.3.1 Rekenparameter jaargemiddelde looptijd hoogwater en jaargemiddelde looptijd<br>laagwater .....  | 97        |
| 4.4 Verklarende parameters .....  | 105       |
| 4.4.1 Hydraulische randvoorwaarden .....  | 105       |
| 4.4.2 Bathymetrie en geometrie .....  | 106       |

|          |  |            |
|----------|--|------------|
| 4.4.3    | Sedimenteigenschappen .....                                  | 106        |
| 4.4.4    | Morfologische dynamiek.....                                  | 112        |
| 4.5      | Conclusies .....   | 112        |
| <b>5</b> | <b>Plaat- en geulsysteem .....</b>                           | <b>115</b> |
| 5.1      | Inleiding.....   | 115        |
| 5.1.1    | Definitie.....   | 115        |
| 5.1.2    | Data.....  | 115        |
| 5.2      | Deelsysteem monding.....                                     | 116        |
| 5.2.1    | Definitie.....   | 116        |
| 5.2.2    | Erosie en Sedimentatie (kaart) .....                         | 117        |
| 5.2.3    | Volume van ingrepen bij de monding.....                      | 117        |
| 5.2.4    | Sedimentologie van de monding .....                          | 117        |
| 5.2.5    | Zanduitwisseling tussen de monding en de Westerschelde ..... | 117        |
| 5.2.6    | Interpretatie monding .....                                  | 118        |
| 5.3      | Meergeulensysteem.....                                       | 120        |
| 5.3.1    | Definitie.....   | 120        |
| 5.3.2    | Grootschalige Dynamiek .....                                 | 121        |
| 5.3.3    | Macroschaal Dynamiek .....                                   | 138        |
| 5.3.4    | Mesoschaal Dynamiek .....                                    | 171        |
| 5.3.5    | Interpretatie meergeulensysteem .....                        | 181        |
| 5.4      | Ééngelensysteem.....   | 192        |
| 5.4.1    | Erosie en Sedimentatie (kaart) .....                         | 192        |
| 5.4.2    | Kronkelfactor.....   | 193        |
| 5.4.3    | Zandbalans .....   | 194        |
| 5.4.4    | Sedimentologie van de Beneden-Zeeschelde .....               | 196        |
| 5.4.5    | Geometrie Zeeschelde .....                                   | 196        |
| 5.4.6    | Areaal oever.....  | 197        |
| 5.4.7    | Interpretatie ééngelensysteem.....                           | 197        |
| 5.5      | Conclusies .....   | 199        |
| <b>6</b> | <b>Waterkwaliteit .....</b>                                  | <b>201</b> |
| 6.1      | Inleiding.....   | 201        |
| 6.2      | Databronnen en verwerkingsmethoden .....                     | 202        |
| 6.3      | Toetsparameter Zuurstof.....                                 | 206        |
| 6.3.1    | Meetstations en methode.....                                 | 206        |
| 6.3.2    | Continue Zuurstof Data.....                                  | 208        |
| 6.3.3    | Periodieke Zuurstof Data.....                                | 210        |
| 6.3.4    | Rekenparameter Absoluut zuurstofminimum.....                 | 211        |
| 6.3.5    | Rekenparameter 95 percentueel zuurstof .....                 | 211        |
| 6.3.6    | Rekenparameter Duur van de zuurstofdip .....                 | 212        |
| 6.4      | Toetsparameter Nutriënten.....                               | 214        |
| 6.4.1    | Meetstations en methode.....                                 | 214        |
| 6.4.2    | Rekenparameter BOD-C.....                                    | 217        |
| 6.4.3    | Rekenparameter FastNOD .....                                 | 218        |
| 6.4.4    | Rekenparameter Nitriet.....                                  | 219        |
| 6.4.5    | Rekenparameter TDIN .....                                    | 221        |
| 6.4.6    | Rekenparameter Ammoniak .....                                | 225        |
| 6.4.7    | Rekenparameter PO4.....                                      | 225        |
| 6.4.8    | Rekenparameter Totaal P.....                                 | 227        |



|          |   |            |
|----------|---|------------|
| 6.4.9    | Rekenparameter DSI.....   | 227        |
| 6.4.10   | Rekenparameter ICEP-TSi .....   | 229        |
| 6.4.11   | Rekenparameter ICEP-DSi.....  | 231        |
| 6.4.12   | Rekenparameter TDINflux .....   | 232        |
| 6.4.13   | Overzichtstabel .....   | 233        |
| 6.5      | Toetsparameter Algen.....   | 236        |
| 6.5.1    | Meetstations.....   | 236        |
| 6.5.2    | Periodieke Algen Data.....  | 237        |
| 6.5.3    | Verklarende parameter Chlorofyl-A.....  | 238        |
| 6.5.4    | Rekenparameter Doorstroming van energie.....  | 242        |
| 6.5.5    | Rekenparameter Phaeocystis .....  | 247        |
| 6.5.6    | Rekenparameter Cyanobacteriën.....  | 248        |
| 6.6      | Toetsparameter Toxische stoffen .....   | 249        |
| 6.6.1    | Meetstations.....   | 249        |
| 6.6.2    | Rekenparameter waterbodemkwaliteit in het Schelde estuarium .....                             | 250        |
| 6.6.3    | Rekenparameter Chemische waterkwaliteit oppervlaktewater in het Schelde estuarium .....       | 255        |
| 6.6.4    | Rekenparameter milieuverontreinigende stoffen in het voedselweb in het Schelde estuarium..... | 261        |
| 6.7      | Verklarende parameters .....  | 263        |
| 6.7.1    | Zout .....  | 263        |
| 6.7.2    | Lichtlimitatie.....   | 272        |
| 6.7.3    | Temperatuur .....   | 283        |
| 6.7.4    | Chlorofyl-A.....  | 287        |
| 6.7.5    | Verblijftijd .....  | 288        |
| 6.7.6    | Zuurtegraad .....   | 289        |
| 6.7.7    | Zooplankton .....   | 290        |
| 6.8      | Conclusies .....  | 290        |
| <b>7</b> | <b>Leefomgeving .....</b>   | <b>291</b> |
| 7.1      | Inleiding.....  | 291        |
| 7.2      | Toetsparameter Oppervlak.....   | 293        |
| 7.2.1    | Rekenparameter Hoogdynamisch versus laagdynamisch sublitoraal (WS).....                       | 294        |
| 7.2.2    | Rekenparameter Diep en ondiep water (ZS) .....  | 296        |
| 7.2.3    | Rekenparameter Hoogdynamisch litoraal (WS).....   | 298        |
| 7.2.4    | Rekenparameter Laagdynamisch (laag-, middelhoog- en hooggelegen) litoraal .....               | 299        |
| 7.2.5    | Rekenparameter Pioniervegetatie (WS).....   | 302        |
| 7.2.6    | Rekenparameter Schorvegetatie .....   | 304        |
| 7.3      | Toetsparameter Kwaliteit.....   | 307        |
| 7.3.1    | Rekenparameter Laagwaterstrook grenzend aan laagdynamisch litoraal.....                       | 308        |
| 7.3.2    | Rekenparameter Helling litoraal en gehele profiel .....                                       | 310        |
| 7.3.3    | Rekenparameter Hoogtegradiënt laagdynamisch litoraal gebied .....                             | 312        |
| 7.3.4    | Rekenparameter Zonering schorhabitat.....   | 316        |
| 7.3.5    | Rekenparameter Breedte schorhabitat .....   | 316        |
| 7.3.6    | Rekenparameter Oeverbreedte .....   | 318        |
| 7.4      | Toetsparameter Turn-over .....  | 320        |
| 7.4.1    | Rekenparameters Gemiddelde turn-over .....  | 320        |
| 7.4.2    | Rekenparameter Turn-over plaat, slik schorgebied .....  | 323        |
| 7.5      | Verklarende parameters .....  | 324        |
| 7.5.1    | Zoutgehalte.....  | 324        |

|          |   |            |
|----------|---|------------|
| 7.5.2    | Hydrodynamiek: stroming en golven .....   | 324        |
| 7.5.3    | Waterstand en bathymetrie .....   | 324        |
| 7.5.4    | Substraat .....   | 324        |
| 7.5.5    | Plaat- en Geulstelsel .....   | 324        |
| 7.5.6    | Waterkwaliteit .....  | 324        |
| 7.5.7    | Vegetatie-ontwikkeling .....  | 325        |
| 7.5.8    | Benthische algen .....  | 325        |
| 7.5.9    | Ingrepen .....  | 325        |
| 7.5.10   | Evolutie Slikken Westerschelde .....  | 325        |
| 7.6      | Conclusies .....  | 327        |
| <b>8</b> | <b>Flora en Fauna .....</b>   | <b>331</b> |
| 8.1      | Inleiding .....   | 331        |
| 8.2      | Toetsparameter Vogels .....   | 332        |
| 8.2.1    | Rekenparameter intactness-index niet-broedvogels .....                                | 332        |
| 8.2.2    | Rekenparameter Sleutelsoorten: trends in aantallen (broed- en niet-broedvogels) ..... | 336        |
| 8.2.3    | Rekenparameter Trends in exoten (niet-broedvogels) .....                              | 347        |
| 8.3      | Toetsparameter Zoogdieren .....   | 351        |
| 8.3.1    | Rekenparameter Aantal zeehonden .....   | 352        |
| 8.3.2    | Verklarende parameter aantal pups geboren in de Schelde .....                         | 355        |
| 8.4      | Toetsparameter Vissen .....   | 356        |
| 8.4.1    | Rekenparameter Intactness-Index .....   | 356        |
| 8.4.2    | Rekenparameter sleutelsoorten: trends in aantallen/biomassa .....                     | 358        |
| 8.4.3    | Rekenparameter trends in exoten .....   | 361        |
| 8.5      | Toetsparameter Benthos .....  | 365        |
| 8.5.1    | Algemeen .....  | 365        |
| 8.5.2    | Rekenparameter Intactness-Index .....   | 365        |
| 8.5.3    | Rekenparameter sleutelsoorten .....   | 368        |
| 8.5.4    | Rekenparameter trends in exoten .....   | 370        |
| 8.6      | Toetsparameter Fytoplankton .....   | 373        |
| 8.6.1    | Algemeen .....  | 373        |
| 8.6.2    | Rekenparameter Intactness index .....   | 374        |
| 8.6.3    | Rekenparameter Sleutelsoorten: trends aantallen/biomassa .....                        | 375        |
| 8.6.4    | Rekenparameter Trends in exoten .....   | 378        |
| 8.7      | Toetsparameter Zoöplankton .....  | 381        |
| 8.7.1    | Rekenparameter Intactness index .....   | 381        |
| 8.7.2    | Rekenparameter Trends in sleutelsoorten .....   | 382        |
| 8.7.3    | Rekenparameter Trends in exoten .....   | 385        |
| 8.8      | Toetsparameter Vegetatie .....  | 387        |
| 8.8.1    | Rekenparameter Intactness Index .....   | 387        |
| 8.8.2    | Rekenparameter Sleutelsoorten: trends in aantallen .....                              | 392        |
| 8.8.3    | Rekenparameter Trends in exoten .....   | 395        |
| 8.9      | Verklarende parameters .....  | 397        |
| 8.9.1    | Waterkwaliteit .....  | 397        |
| 8.9.2    | Leefomgeving .....  | 397        |
| 8.9.3    | Flora en fauna .....  | 397        |
| 8.9.4    | Ecologisch functioneren .....   | 398        |
| 8.10     | Conclusies .....  | 398        |

|                  |  |            |
|------------------|--|------------|
| <b>9</b>         | <b>Ecologisch functioneren.....</b>  | <b>401</b> |
| 9.1              | Inleiding.....   | 401        |
| 9.2              | Toetsparameter Macrozoöbenthos .....   | 402        |
| 9.2.1            | Rekenparameter WS verhouding macrobenthische biomassadichtheid- primaire productie ..... | 402        |
| 9.2.2            | Rekenparameter ZS: 30 ton AFDW aan benthos.....  | 405        |
| 9.2.3            | Rekenparameter Diversiteit benthos .....   | 407        |
| 9.2.4            | Rekenparameter Filterfunctie.....  | 407        |
| 9.3              | Toetsparameter Vis & Vogels .....  | 409        |
| 9.3.1            | Rekenparameter biomassa verhouding secundaire/primaire consumenten .....                 | 409        |
| 9.4              | Verklarende parameters .....   | 422        |
| 9.4.1            | Waterkwaliteit .....   | 422        |
| 9.4.2            | Leefomgeving.....  | 422        |
| 9.4.3            | Flora en fauna .....   | 423        |
| 9.4.4            | Ecologisch functioneren.....   | 423        |
| 9.5              | Conclusies .....   | 423        |
| <b>10</b>        | <b>Referenties .....</b>   | <b>425</b> |
| <b>Bijlage A</b> | <b>Figuren Dynamiek Waterbeweging .....</b>  | <b>431</b> |
| <b>Bijlage B</b> | <b>Figuren Bevaarbaarheid .....</b>  | <b>529</b> |
| <b>Bijlage C</b> | <b>Figuren Plaat- en geulstelsel.....</b>  | <b>619</b> |
| <b>Bijlage D</b> | <b>Figuren en Tabellen Waterkwaliteit .....</b>  | <b>657</b> |
| <b>Bijlage E</b> | <b>Figuren Leefomgeving.....</b>   | <b>695</b> |
| <b>Bijlage F</b> | <b>Figuren Flora en Fauna .....</b>  | <b>729</b> |
| <b>Bijlage G</b> | <b>Figuren Ecologisch Functioneren.....</b>  | <b>807</b> |
| <b>Bijlage H</b> | <b>Menselijke ingrepen.....</b>  | <b>815</b> |



## Lijst van tabellen

|             |  |    |
|-------------|--|----|
| Tabel 2-1:  | Indeling studiegebied. Voor de ligging van de zones en de compartimenten zie Figuur 2-1. ....  | 6  |
| Tabel 2-2:  | Benaming vloed- en ebgeul per macrocel met aanduiding van de hoofdvaargeul (groen). ....   | 7  |
| Tabel 3-1:  | Databeschikbaarheid hoog- en laagwaterstand van de (Nederlandse) getijstations in de Westerschelde waarvoor trendanalyses zijn uitgevoerd. ....  | 22 |
| Tabel 3-2:  | Databeschikbaarheid hoog- en laagwaterstand van de Vlaamse getijstations in de Zeeschelde waarvoor analyses zijn uitgevoerd. * Door Watlab extra aangeleverde gegevens. De reeks van Hemiksem begint eerder dan de reeks die in de T2009 studie is gebruikt. ....  | 23 |
| Tabel 3-3:  | De stijging van het jaargemiddelde hoogwater in de belangrijkste meetstations in het Schelde-Estuarium van de monding naar de randen van het tijgebied. ....   | 32 |
| Tabel 3-4:  | De stijging van het jaargemiddelde hoogwater in de overige meetstations (n.s. = niet significant). * Voor Vlake van de Raan en Overloop van Hansweert worden significante trends berekend, maar het regressiemodel geeft geen adequate beschrijving van deze korte reeksen met ontbrekende waarden en/of uitschieters. ** T2009 resultaten aangepast. Het beginjaar voor de Prosperpolder en Sint-Amands is gewijzigd in 1974 wegens trendbreuk. ....              | 32 |
| Tabel 3-5:  | Vergelijking stijging jaargemiddelde waterstand, astronomisch jaargemiddeld hoogwater en gemeten jaargemiddeld hoogwater (n.s. = trend niet-significant). ....   | 34 |
| Tabel 3-6:  | De stijging van het jaargemiddelde 99-percentiel hoogwater in de belangrijkste meetstations in het Schelde-Estuarium van monding naar Zeeschelde. (n.s. = niet significant) * Positieve ontwikkeling (trendafwijking) ten opzichte van T2009. ....   | 42 |
| Tabel 3-7:  | Beschikbaarheid gegevens golfmeetstations monding en Westerschelde. ....   | 43 |
| Tabel 3-8:  | Trendwaarden getijslag en vergelijking data 2010-2015 met 'reproductie' T2009. Verklaring: n.s. = niet significant, n.v.t. is niet van toepassing, 95% P.I. is 95% predictie-interval. ....  | 50 |
| Tabel 3-9:  | Overzicht van de beschikbare gegevens over harmonische componenten in de Westerschelde. ....   | 51 |
| Tabel 3-10: | Overzicht belangrijkste harmonische componenten van het getij. ....  | 52 |
| Tabel 3-11: | Overzicht wijzigingen trends in amplitude van de belangrijkste 4 harmonische componenten van het getij ten opzichte van T2009. n.s. = trendparameter niet significant in T2009: geen vergelijking mogelijk, Gelijk = Geen wijziging ten opzichte van T2009, Lager = één of meer waarden 2010-2015 liggen onder de ondergrens van het 95%-predictie-interval, Hoger = één of meer waarden 2010-2015 liggen boven de bovengrens van het 95%-predictie-interval. .... | 53 |
| Tabel 4-1:  | De stijging of daling van het jaargemiddeld laagwater in de belangrijkste meetstations (n.s. = niet significant; * tussen haakjes de niet-significante waarde in het T2009 rapport; ** tussen haakjes de waarde uit het T2009 rapport; herberekening geeft andere uitkomst). ....  | 79 |
| Tabel 4-2:  | De stijging of daling van het jaargemiddeld laagwater in de overige meetstations (n.s. niet significant). ....   | 80 |
| Tabel 4-3:  | Vergelijking stijging gemiddelde waterstand, astronomisch jaargemiddeld laagwater en gemeten jaargemiddeld laagwater (n.s. = niet significant). ....   | 80 |
| Tabel 4-4:  | Bodemsamenstelling subtidaal per OMES-segment van de Boven-Zeeschelde (Bron: Vandenbruwaene et al., 2017). ....  | 84 |
| Tabel 4-5:  | Baggerwerken voor het uitdiepen van de vaargeul [in situ m <sup>3</sup> ], gealloceerd naargelang baggerlocatie. Sinds 2006 wordt het type werk geregistreerd. Jaren waarin er louter onderhoudsbaggerwerken zijn uitgevoerd, zijn hier niet weergegeven. ....   | 86 |

|             |  |     |
|-------------|--|-----|
| Tabel 4-6:  | Baggerwerken voor het uitdiepen van de vaargeul [in situ m <sup>3</sup> ], gealloceerd naargelang stortlocatie. Sinds 2006 wordt het type werk geregistreerd. Jaren waarin er louter onderhoudsbaggerwerken zijn uitgevoerd, zijn hier niet weergegeven. ....  | 87  |
| Tabel 4-7:  | Evolutie van onderhoudsbaggervolume [m <sup>3</sup> in situ] op de Westerschelde, gealloceerd naar baggerlocatie: daling (groen) en stijging (rood).....   | 91  |
| Tabel 4-8:  | Evolutie van onderhoudsbaggervolume [m <sup>3</sup> in situ] op de Westerschelde, gealloceerd naar stortlocatie: daling (groen) en stijging (rood).....  | 91  |
| Tabel 4-9:  | Evolutie van onderhoudsbaggervolume [m <sup>3</sup> in situ] op de Beneden-Zeeschelde, gealloceerd naar baggerlocatie: daling (groen) en stijging (rood).....  | 93  |
| Tabel 4-10: | Evolutie van onderhoudsbaggervolume [m <sup>3</sup> in situ] op de Beneden-Zeeschelde, gealloceerd naar stortlocatie: daling (groen) en stijging (rood).....   | 93  |
| Tabel 4-11: | Resultaten regressiemodellen jaargemiddelde looptijden hoogwater. n.s. = niet significant, n.v.t. = niet van toepassing. Tussen haakjes de in T2009 gepresenteerde trends. 95%-P.I. is 95%-predictie-interval T2009 regressiemodel. N.B. Reproductie T2009 analyse op Tielrode, Walem en Duffel-Sluis levert niet significante modellen/trends op (met verlengde tijdreeks zijn de modellen ook niet significant). Oordeel ten opzichte van T2009 op basis van de in dit rapport significante regressiemodellen (niet significant model → geen evaluatie mogelijk).....  | 102 |
| Tabel 4-12: | Resultaten regressiemodellen jaargemiddelde looptijden laagwater. n.s. = niet-significant. 95%-P.I. is 95%-predictie-interval T2009 regressiemodel.....  | 102 |
| Tabel 4-13: | Evolutie van de sedimentsamenstelling [% zandfractie] op de Westerschelde tussen 2009 en 2015: daling (rood) en stijging (groen). Hierbij ook de benaming van de locaties en de standaarddeviatie berekend over de periode 2009 tot en met 2015. (Bron: VMM-staalnames).....   | 108 |
| Tabel 5-1:  | Evolutie van $r_s - \beta$ voor de periode 1996-2008 en 2008-2015: toename (+), afname (-) en (0) voor fluctuerend/gelijk/puntenwolk.....  | 133 |
| Tabel 5-2:  | Evolutie zandvolume per macrocel voor de periode 2000-2009 en 2009-2015.....   | 136 |
| Tabel 5-3:  | Evolutie van het watervolume in de geulen voor de periode 2000-2009 en 2009-2015: toename (+), afname (-) en (0) voor neutraal.....  | 141 |
| Tabel 5-4:  | Evolutie van de gemiddelde geuldiepte voor de periode 2000-2008 en 2008-2015: toename (+), afname (-) en (0) voor neutraal.....  | 142 |
| Tabel 5-5:  | Evolutie van de kantelindex voor de periode 2000-2008 en 2008-2015: toename (+), afname (-) en (0) voor neutraal.....  | 145 |
| Tabel 5-6:  | Evolutie van de verhouding van de getijvolumes: toename (+), afname (-) en (0) voor neutraal.....  | 147 |
| Tabel 5-7:  | Getijweglengte [m] per macrocel.....   | 149 |
| Tabel 5-8:  | Kwalificatie van de macroschaal dynamiek op basis van de waargenomen ( $\Delta V_{tot}$ ) en netto volumeveranderingen ( $\Delta V_{net}$ ) in de geulen met: "+" = sedimentatie, "0" = geen evolutie en "-" = erosie (Bron: Maris et al. 2014).....   | 150 |
| Tabel 5-9:  | Samenvatting van de tijdsgemiddelde waargenomen ( $\Delta V_{tot}$ ) en netto ( $\Delta V_{net}$ ) relatieve geulevoluties [%] naargelang Macrocel. Per geul staat de netto antropogene activiteit weergegeven: Baggeren + zandwinning, Storten, Neutraal. De volumeveranderingen zijn relatief weergegeven in procent van het totale geulvolume: Groen = erosie (>0.1%), wit = geen evolutie (-0.1% < x < 0.1%), rood = sedimentatie (<-0.1%). Volgende afkortingen zijn toegepast voor de kwalificatie van de geulevoluties (Maris et al. 2014): 1 = Natuurlijke tendens tot erosie (1s = versterkt door ingrepen, 1a = verzwakt door ingrepen), -1 = Natuurlijke tendens tot sedimentatie (-1s = versterkt door ingrepen, -1a = verzwakt door ingrepen), 2 = Erosie gestuurd door ingrepen, 3 = stabiel (3o = ondanks ingrepen, 3d = dankzij ingrepen). Bron gegevens volumeverandering: Sedimentbalans Rijkswaterstaat Zee en Delta..... | 151 |
| Tabel 5-10: | Gemiddeld jaarlijks Bruto sedimenttransport [Mm <sup>3</sup> /jaar] doorheen iedere macrocel voor: de offline methode, de online methode met Van Rijn (1993 & 2000) als sedimenttransportformule (Bron: Waterbouwkundig Laboratorium) en de online   |     |

|             |   |     |
|-------------|---|-----|
|             | methode met Englund-Hansen (1967) als sedimenttransportformule (Bron: Waterbouwkundig Laboratorium). Deze worden vergeleken met de minimum en maximum waarden bekomen door Jeuken & Wang (2010) gebruikmakend van Englund-Hansen (1967). .....  | 161 |
| Tabel 5-11: | Berekeningsproces stortcapaciteit per macrocel (MC) voor hoofdgeul (HG) en nevengeul (NG) en kwalificatie van geulevolutie. Het stroomschema van Maris et al. (2014) is aangewend. Het proces start bij de kwalificatie (Kwal) van de stortgeul (aangeduid in <b>vet</b> ). Daarna worden volgende vragen overlopen om tot de kritische stortfactor ( $\alpha$ ) te komen: Sedimenteert de hoofdgeul ( $\Delta V_{tot,hg} < 0$ )? Erodeert de hoofdgeul ( $\Delta V_{tot,hg} < 0$ )? Wordt meer dan de helft van het baggervolume in de hoofdgeul gestort in de nevengeul ( $V_{i,ng} < -0,5V_{i,hg}$ )? Indien een vraag niet beantwoord dient te worden, staat dit aangeduid met "-". Tot slot wordt de formule voor de berekening van de stortcapaciteit weergegeven. Deze maakt gebruik van de sedimenttransportcapaciteit (T). Merk op dat bij MC4 de formule gewijzigd wordt omdat er gestort wordt in de hoofdgeul (Bron: RWS ZD). ..... | 165 |
| Tabel 5-12: | Stortcapaciteit [ $Mm^3/jaar$ ] per macrocel voor de verschillende resultaten van sedimenttransportcapaciteit: (1) Offline methode, (2) Online methode met Van Rijn, (3) Online methode met Englund-Hansen en (4) de minimum en (5) maximum range berekend door Jeuken & Wang (2010). Voor iedere macrocel staat aangeduid welke kritische stortfactor ( $\alpha$ ) toegepast werd, afgaand op de methode van Maris et al. (2014). .....  | 165 |
| Tabel 5-13: | Geomorfologische evoluties in MC 1: dalende trend (-), stijgende trend (+) of neutraal (0). .....   | 182 |
| Tabel 5-14: | Geomorfologische evoluties in MC 2: dalende trend (-), stijgende trend (+) of neutraal (0). .....   | 182 |
| Tabel 5-15: | Geomorfologische evoluties in macrocel 3: dalende trend (-), stijgende trend (+) of neutraal (0). .....   | 184 |
| Tabel 5-16: | Geomorfologische evoluties in macrocel 4: sterk dalende (--), dalende (-), stijgende trend (+) of neutraal (0). .....   | 186 |
| Tabel 5-17: | Geomorfologische evoluties in macrocel 5: dalende trend (-), stijgende trend (+) of neutraal (0). .....   | 188 |
| Tabel 5-18: | Geomorfologische evoluties in macrocel 6: dalende trend (-), stijgende trend (+) of neutraal (0). .....   | 189 |
| Tabel 5-19: | Geomorfologische evoluties in macrocel 7: dalende trend (-), stijgende trend (+) of neutraal (0). .....   | 191 |
| Tabel 5-20: | Meandering van de Zeeschelde opgesteld per OMES segment: $>1,5$ : meanderend (Groen), $1,5-1,1$ kronkelend (Oranje), $<1,1$ recht. ....   | 194 |
| Tabel 5-21: | Evolutie van de geometrie op de Zeeschelde: dalende (-), stijgende trend (+), neutraal (0) of onbekend (?). .....   | 196 |
| Tabel 5-22: | Evolutie van het areaal oever [ha] op de Zeeschelde. ....   | 197 |
| Tabel 6-1:  | Periodieke meetstations voor het Zuurstofgehalte. ....  | 207 |
| Tabel 6-2:  | Continue meetstations voor het Zuurstofgehalte. ....  | 207 |
| Tabel 6-3:  | Evaluatie Toetsparameter Zuurstof [ $mg/l$ ] – Periodieke meetcampagnes: rekenparameters Absoluut minimum zuurstofgehalte (grens $2,5 mg/l$ ), winterpercentiel (grens $6 mg/l$ ) en zomerpercentiel (grens $5 mg/l$ ). Voor de meeste zones werd het 95%-percentiel aangehouden. Louter in zones 9 tot en met 14 geldt 90%. .....  | 213 |
| Tabel 6-4:  | Evaluatie Toetsparameter Zuurstof – Continue meetstations: rekenparameters Absoluut minimum zuurstofgehalte (grens $2,5 mg/l$ ), Duur van de zuurstofdip (grens 48 uur), winterpercentiel (grens $6 mg/l$ ) en zomerpercentiel (grens $5 mg/l$ ). Hier wordt het 95%-percentiel aangehouden. ....   | 213 |
| Tabel 6-5:  | Periodieke Meetstations voor Nutriënten. ....   | 216 |

|             |   |     |
|-------------|---|-----|
| Tabel 6-6:  | Evaluatie Toetsparameter Nutriënten [mg/l]: rekenparameters te evalueren via een grenswaarde. ....  | 233 |
| Tabel 6-7:  | Evaluatie Toetsparameter Nutriënten [mg/l]: rekenparameters te evalueren via trendanalyse. ....   | 234 |
| Tabel 6-8:  | Evaluatie Toetsparameter Nutriënten: Siliciumgehalte. Merk op: de duur van de zuurstofdip is indicatief. De periode kan louter opgemeten worden tussen 2 metingen. Een periode van 0 weken komt overeen met een zuurstofdip die korter duurt dan de temporele resolutie van de tijdreeks (2 à 4 weken). ....  | 235 |
| Tabel 6-9:  | Periodieke meetstations gebruikt voor de toetsparameters van het hoofdstuk Algen. ....  | 237 |
| Tabel 6-10: | PB per saliniteitszone: resultaten overgenomen uit T2009 (LINKS) en berekening T2015 (RECHTS). ....   | 246 |
| Tabel 6-11: | PBB per saliniteitszone: resultaten overgenomen uit T2009 (LINKS) en berekening T2015 (RECHTS). ....  | 246 |
| Tabel 6-12: | Gemiddelde waarde per zone voor PB en PB:B voor 2015 (Maris & Meire., 2016). ....   | 247 |
| Tabel 6-13: | Maximum Phaeocystis concentratie in het zomerhalfjaar. De waarden voor 2013, 2014 en 2015 te Hansweert en 2015 te Vlissingen komen van een meetstation dichtbij het meetstation waar de andere jaren gemeten werd. ....   | 248 |
| Tabel 6-14: | LogIndex en kwaliteitsklassen. ....   | 250 |
| Tabel 6-15: | Periodieke meetstations gebruikt voor de waterbodempkwaliteit evaluatie. ....   | 250 |
| Tabel 6-16: | Metalen en hun milieukwaliteitsnormen voor de evaluatie van waterbodempkwaliteit. ....  | 251 |
| Tabel 6-17: | Organische stoffen met hun milieukwaliteitsnormen voor de evaluatie van de waterbodempkwaliteit evaluatie. ....   | 252 |
| Tabel 6-18: | Beoordeling van alle Schelde zones in kwaliteitsklassen, enkel rekening gehouden met het voorkomen van metalen in de waterbodempkwaliteit. ....   | 253 |
| Tabel 6-19: | Beoordeling van alle Schelde zones in kwaliteitsklassen, enkel rekening gehouden met het voorkomen van organische stoffen in de waterbodempkwaliteit. ....  | 253 |
| Tabel 6-20: | Beoordeling van alle Schelde zones in kwaliteitsklassen. ....   | 253 |
| Tabel 6-21: | Metalen in de waterbodempkwaliteit die de norm minimaal 1 jaar overschreden in een zone tussen 2010-2015: niet opgemeten (Wit), boven (Rood) en onder de norm (Groen). Kwaliteitsklasse van het jaar met de hoogste waarde inclusief evaluatie: 1 & 2 (Geen & lichte afwijking) = positief, 3 & 4 (Afwijking & sterke afwijking) = negatief. ....   | 254 |
| Tabel 6-22: | Organische stoffen in de waterbodempkwaliteit die de norm minimaal 1 jaar overschreden in een zone tussen 2010-2015: niet opgemeten (Wit), boven (Rood) en onder de norm (Groen). Kwaliteitsklasse van het jaar met de hoogste waarde inclusief evaluatie: 1 & 2 (Geen & lichte afwijking) = positief, 3 & 4 (Afwijking & sterke afwijking) = negatief. ....                                      | 254 |
| Tabel 6-23: | Periodieke meetstations gebruikt voor de toetsparameters van de analyse van het oppervlaktewater. ....  | 255 |
| Tabel 6-24: | Normwaarden voor de concentratie metalen in het oppervlaktewater. ....  | 256 |
| Tabel 6-25: | Normwaarden voor de concentratie PAK's in het oppervlaktewater. ....  | 256 |
| Tabel 6-26: | Normwaarden voor de concentratie pesticiden in het oppervlaktewater. ....   | 257 |
| Tabel 6-27: | Beoordeling van alle Schelde zones in kwaliteitsklassen, enkel rekening gehouden met het voorkomen van metalen in het oppervlaktewater. Boven: Toxic Unit. Onder: klassen. ....   | 258 |
| Tabel 6-28: | Beoordeling van alle Schelde zones in kwaliteitsklassen, enkel rekening gehouden met het voorkomen van PAK's in de oppervlaktewater. ....   | 258 |
| Tabel 6-29: | Beoordeling van alle Schelde zones in kwaliteitsklassen, enkel rekening gehouden met het voorkomen van pesticiden in de oppervlaktewater. ....  | 259 |
| Tabel 6-30: | Metalen in het oppervlaktewater die de norm minimaal 1 jaar overschreden in een zone tussen 2010-2015: niet opgemeten (Wit), boven (Rood) en onder de norm (Groen). (i) Kwaliteitsklasse inclusief evaluatie: 1 & 2 (Geen & lichte afwijking) = positief, 3 & 4 (Afwijking & sterke afwijking) = negatief. (ii) De toxische eenheid in het jaar met de hoogste waarde (>1 is boven de norm). .... | 260 |



|             |   |     |
|-------------|---|-----|
| Tabel 6-31: | PAK's in het oppervlaktewater die de norm minimaal 1 jaar overschreden tussen 2010-2015: niet opgemeten (Wit), boven (Rood) en onder de norm (Groen). Inclusief evaluatie (A) positief = kwaliteitsklasse 1 & 2 (Geen & lichte afwijking), negatief = 3 & 4 (Afwijking & sterke afwijking); (B) de toxische eenheid van het hoogste jaar van het hoogste jaar. ....   | 261 |
| Tabel 6-32: | Pesticiden in het oppervlaktewater die de norm minimaal 1 jaar overschreden in een zone tussen 2010-2015: niet opgemeten (Wit), boven (Rood) en onder de norm (Groen). (i) Kwaliteitsklasse inclusief evaluatie: 1 & 2 (Geen & lichte afwijking) = positief, 3 & 4 (Afwijking & sterke afwijking) = negatief. (ii) De toxische eenheid in het jaar met de hoogste waarde (>1 is boven de norm, oranje: detectielimiet ligt boven de norm). .... | 261 |
| Tabel 6-33: | Meetstations die gebruikt zijn in de analyse milieuverontreinigende stoffen in het voedselweb in het Schelde estuarium. ....  | 262 |
| Tabel 6-34: | Biota-MKN opgesteld door de Europese Commissie voor de bescherming van toppredatoren tegen secundaire vergiftiging. ....  | 262 |
| Tabel 6-35: | Klasseindeling van de gemeten milieuverontreinigende stoffen in het voedselweb, berekend op het natgewicht van de stof in het lichaam van het organisme. ....   | 263 |
| Tabel 6-36: | Toxische stoffen in biota die de norm minimaal 1 jaar overschreden tussen 2010-2015: niet opgemeten (Wit), boven (Rood) en onder de norm (Groen). (i) Kwaliteitsklasse inclusief evaluatie: kwaliteitsklasse 1 & 2 (Geen & lichte afwijking) = positief, 3 & 4 (Afwijking & sterke afwijking) = negatief, (ii) de toxische eenheid in het jaar met de hoogste waarde (>1 is boven de norm, oranje: detectielimiet ligt boven de norm). ....     | 263 |
| Tabel 6-37: | Schommelingen in het zoutgehalte per zone. ....   | 270 |
| Tabel 6-38: | Schommelingen in het zoutgehalte per rivier (boundary meetstations gebruikt). ....  | 270 |
| Tabel 6-39: | Seizoensgemiddelde Eufotische diepte berekend per jaar en niveau 4 zone. ....   | 274 |
| Tabel 6-40: | Seizoensgemiddelde lichtlimitatie berekend per zone. ....   | 277 |
| Tabel 6-41: | Minimale eufotische diepte per jaar. ....   | 280 |
| Tabel 6-42: | Maximale eufotische diepte per jaar. ....   | 281 |
| Tabel 6-43: | Seizoensgemiddelde Temperatuur voor elke saliniteitszone. ....  | 285 |
| Tabel 6-44: | Seizoensgemiddelde Temperatuur voor elk boundary meetstation. ....  | 286 |
| Tabel 6-45: | Temperatuur winterminima in elke saliniteitszone. ....  | 286 |
| Tabel 6-46: | Temperatuur winterminima voor iedere rivier, gemeten op de boundary meetstations. ....  | 286 |
| Tabel 7-1:  | Ontwikkeling van estuariene natuur langs de Zeeschelde in het kader van het Sigmaplan, waarbij aangegeven is of het gebied bij de ecotopenkartering in het desbetreffende jaar is meegenomen. ....  | 293 |
| Tabel 7-2:  | Vergelijking van de gewenste oppervlakte ondiep water in ha (bron: EMS) en de aanwezige oppervlakte ondiep water in de verschillende zones van de Zeeschelde. ....  | 298 |
| Tabel 7-3:  | Ontwikkeling van de oppervlakte litoraal (ha) in de verschillende zones van de Zeeschelde in vergelijking met de gewenste oppervlakte (EMS). ....   | 301 |
| Tabel 7-4:  | De gewenste minimumarealen in ha en de werkelijke oppervlakte van schor (schor + pioniervegetaties) in de zones van de Zeeschelde. ....   | 306 |
| Tabel 7-5:  | Samenvatting van de evaluatie van de rekenparameter Oppervlakte van de Communicatie-indicator Leefomgeving. Groen: evaluatie positief, rood = negatief. Bij de Zeeschelde is ook de gewenste oppervlakte in ha aangegeven. ....   | 307 |
| Tabel 7-6:  | Analyse rekenparameter helling litoraal en gehele profiel. ....   | 312 |
| Tabel 7-7:  | Verdeelsleutel GOG en GGG in de ecotopenkaarten van de Boven-Zeeschelde: GOG werd niet in rekening gebracht, GGG wel. ....  | 319 |
| Tabel 7-8:  | Vergelijking van de turn-over per compartiment op basis van de verschillende ecotopenkaarten van de Westerschelde. ....   | 321 |
| Tabel 7-9:  | Vergelijking van de turn-over per compartiment per periode van 5-7 jaar op basis van de verschillende ecotopenkaarten van de Westerschelde. ....  | 322 |

|             |   |     |
|-------------|---|-----|
| Tabel 7-10: | Vergelijking van de turn-over per compartiment op basis van de verschillende ecotopenkaarten van de Zeeschelde. * = gegevens ontbreken. ....  | 322 |
| Tabel 7-11: | Samenvatting van de rekenparameter Turn-over van de Communicatie-indicator Leefomgeving. Groen: evaluatie positief, rood = negatief. ....   | 324 |
| Tabel 7-12: | Statistieken evolutie van de slikken (verschil in droogvalduur). ....   | 326 |
| Tabel 7-13: | Relatief areaal slikken [% totaal areaal slikken] die (1) erosie [DVD<-4%], (2) stabiel [-4%<DVD<+4%] of (3) sedimentatie [DVD>+4%] onderging en (4) aanduiding of er een groter areaal sedimenteerde (groen) dan erodeerde (rood). ....  | 326 |
| Tabel 8-1:  | Sleutelsoorten voor broedvogels met criteria voor het aantal broedparen in Westerschelde (WS) en Zeeschelde (ZS). ....  | 336 |
| Tabel 8-2:  | Overzicht van de jaren waarin de broedvogels in de verschillende gebieden van de Zeeschelde geteld zijn (donkergroen). Rest-IHD-gebied is met lichtgroen aangegeven, omdat dit gebied in geen enkel jaar volledig geteld is. ....   | 337 |
| Tabel 8-3:  | Instandhoudingsdoelen (IHD) van niet-broedvogelsoorten van de Westerschelde en soorten die op de Zeeschelde de 1%-norm hebben overschreden ( <a href="http://wpe.wetlands.org">http://wpe.wetlands.org</a> ). ....  | 338 |
| Tabel 8-4:  | 1%-normen voor de relevante soorten in de Westerschelde en de Zeeschelde (bron: <a href="http://wpe.wetlands.org">http://wpe.wetlands.org</a> ). ....   | 338 |
| Tabel 8-5:  | Broedvogel sleutelsoorten met de criteria voor het aantal broedparen in de Westerschelde. Per jaar is het aantal broedparen gegeven. In de evaluatie is aangegeven of de soort aan het criterium voldoet: groen= voldoet, rood = voldoet niet, oranje = onduidelijk. ....   | 339 |
| Tabel 8-6:  | Ontwikkeling van broedvogelsoorten met een instandhoudingsdoel voor de Westerschelde per periode van zes jaren. Per periode van zes jaren is procentueel aangegeven hoe vaak het criterium per soort gehaald wordt. De blauwborst is niet opgenomen, omdat hiervan inventarisatiegegevens ontbreken. Groen gemarkeerd zijn de perioden waaraan wel aan de eis wordt voldaan. ....   | 339 |
| Tabel 8-7:  | Aantallen broedvogels met een instandhoudingsdoel voor de Zeeschelde. Boven zijn de vier hoofdgebieden (Noordelijk gebied, Blokkersdijk, Galgeschoor en Ketenisse) zonder Rest-IHD-gebied weergegeven en daaronder met Rest-IHD-gebied. Evaluatie per soort: groen = positief en rood = negatief. ....  | 341 |
| Tabel 8-8:  | Ontwikkeling van broedvogelsoorten met een instandhoudingsdoel voor de Zeeschelde per periode van zes jaren. Per periode is aangegeven hoe vaak (als percentage van het aantal jaren in een periode) het criterium per soort gehaald is. Per soort zijn de perioden groen gemarkeerd waarin aan de eis is wordt voldaan. ....   | 342 |
| Tabel 8-9:  | Niet-broedvogel sleutelsoorten met het instandhoudingsdoel voor de Westerschelde. Per seizoen, 2009/10 – 2014/15, is het seizoengemiddelde gegeven. In de evaluatie is aangegeven of de soort aan het criterium voldoet: groen= voldoet, rood = voldoet niet. ....  | 343 |
| Tabel 8-10: | Ontwikkeling van niet-broedvogelsoorten met een instandhoudingsdoel voor de Westerschelde per periode van zes jaren van 1986-2015. Per periode is als % aangegeven hoe vaak het criterium per soort gehaald wordt. Groen gemarkeerd zijn de perioden waarin door een soort aan de eis wordt voldaan. De waarde "0" geeft aan dat de soort in geen enkel jaar zijn instandhoudingsdoel haalt. De soort kan wel in het gebied voorkomen. .... | 344 |
| Tabel 8-11: | Niet-broedvogel sleutelsoorten met de 1%-norm als instandhoudingsdoel voor het aantal vogels in de Zeeschelde. Per seizoen, 2009/10 – 2014/15, is het seizoenmaxima gegeven. In de evaluatie is aangegeven of de soort aan het criterium voldoet: groen= voldoet, rood = voldoet niet. ....   | 344 |
| Tabel 8-12: | Ontwikkeling van niet-broedvogelsoorten die het 1%-criterium hebben overschreden in de Zeeschelde per periode van zes jaren van 1992-2015. Per periode is als % aangegeven hoe vaak het criterium per soort gehaald wordt. Per soort zijn de perioden groen gemarkeerd waarin wel aan de eis wordt voldaan. ....  | 344 |

|             |  |     |
|-------------|--|-----|
| Tabel 8-13: | Ontwikkeling van exoten in de seizoenen 2010/11-2014/15 in de Westerschelde. Per soort is de trend aangegeven en in welke orde van grootte de aantallen liggen. + = trend toenemend, ~ =onduidelijk, - = afnemend. ....  | 349 |
| Tabel 8-14: | Ontwikkeling van exoten in de seizoenen 2010/11-2014/15 in de Zeeschelde en de Zijrivieren. Per soort is de trend aangegeven en in welke orde van grootte de aantallen liggen. + = trend toenemend, ~ =onduidelijk, - = afnemend. ....   | 350 |
| Tabel 8-15: | Samenvatting van de evaluatie van de verschillende rekenparameters voor vogels. Groen: evaluatie positief, rood = negatief. Het criterium sleutelsoorten broedvogels Zeeschelde is komt te vervallen. ....   | 351 |
| Tabel 8-16: | Samenvatting van de evaluatie van de verschillende rekenparameters voor zeezoogdieren. Groen: evaluatie positief, rood = negatief. ....  | 356 |
| Tabel 8-17: | Vissen - sleutelsoorten: Trends voor sleutelsoorten (aantallen) Westerschelde: groen = significant positieve trend, rood – significant negatieve trend. P: P waarde / probabilliteit van statistisch model, dev ex: welke mate de variatie te verklaren is door de trend, trend: richting van de trend in de periode 2010-2015. .... | 359 |
| Tabel 8-18: | Vissen - sleutelsoorten: Trends voor sleutelsoorten (aantallen) Zeeschelde: groen = significant positieve trend, rood – significant negatieve trend. P: P waarde / probabilliteit van statistisch model, dev ex: welke mate de variatie te verklaren is door de trend, trend: richting van de trend in de periode 2010-2015. ....    | 360 |
| Tabel 8-19: | Samenvatting van de evaluatie van de verschillende rekenparameters voor vissen. Groen: evaluatie positief, rood = negatief, wit = geen significante trend. ....  | 365 |
| Tabel 8-20: | Voorzien (boven) en gerealiseerd (onder) aantal monsters (2009-2014) (zie pag. 265 Evaluatiemethodiek (Maris et al. 2014). ....  | 366 |
| Tabel 8-21: | Samenvatting van de evaluatie van de verschillende rekenparameters voor benthos. Groen: evaluatie positief, rood = negatief. ....  | 373 |
| Tabel 8-22: | Fytoplankton - Sleutelsoorten Westerschelde (onder). ....  | 378 |
| Tabel 8-23: | Fytoplankton- Sleutelsoorten Zeeschelde. ....  | 378 |
| Tabel 8-24: | Fytoplankton - Dominante soorten in de Westerschelde. ....   | 378 |
| Tabel 8-25: | Samenvatting van de evaluatie van de verschillende rekenparameters voor fytoplankton. Groen: evaluatie positief, rood = negatief. ....   | 381 |
| Tabel 8-26: | Samenvatting van de evaluatie van de verschillende rekenparameters voor zoöplankton. Groen: evaluatie positief, rood = negatief. ....  | 387 |
| Tabel 8-27: | Indeling van alle begroeide delen van de Zeeschelde in een vegetatietype in ha. Zoet, niet schordelen zijn wel opgenomen om de ontwikkelingen inzichtelijk te maken. ....  | 388 |
| Tabel 8-28: | Evaluatie van ontwikkeling van de verschillende soorten vegetaties in de Westerschelde. ....   | 391 |
| Tabel 8-29: | Conclusies voor vegetaties in Westerschelde en Zeeschelde. ....  | 397 |
| Tabel B-1:  | Uitleg afkorting baggerlocaties. ....  | 561 |
| Tabel B-2:  | Uitleg afkorting stortlocaties. ....   | 565 |
| Tabel B-3:  | Onderhoudsbaggervolumes [m <sup>3</sup> in situ] op de Westerschelde gealloceerd naar baggerlocaties (Bron: Afdeling Maritieme Toegang, Vlaamse Overheid). ....  | 572 |
| Tabel B-4:  | Onderhoudsbaggervolumes [m <sup>3</sup> in situ] op de Westerschelde gealloceerd naar stortlocaties (Bron: Afdeling Maritieme Toegang, Vlaamse Overheid). ....   | 575 |
| Tabel B-5:  | Onderhoudsbaggervolumes slib [m <sup>3</sup> in situ] op de Zeeschelde gealloceerd naar baggerlocaties (Bron: Afdeling Maritieme Toegang, Vlaamse Overheid). ....  | 579 |
| Tabel B-6:  | Onderhoudsbaggervolumes Zand [m <sup>3</sup> in situ] op de Zeeschelde gealloceerd naar baggerlocaties (Bron: Afdeling Maritieme Toegang, Vlaamse Overheid). ....  | 581 |
| Tabel B-7:  | Onderhoudsbaggervolumes slib [m <sup>3</sup> in situ] op de Zeeschelde gealloceerd naar stortlocaties (Bron: Afdeling Maritieme Toegang, Vlaamse Overheid). ....   | 583 |
| Tabel B-8:  | Onderhoudsbaggervolumes zand [m <sup>3</sup> in situ] op de Zeeschelde gealloceerd naar stortlocaties (Bron: Afdeling Maritieme Toegang, Vlaamse Overheid). ....   | 585 |
| Tabel C-1:  | Lengte van de morfologische segmenten [m] per macrocel: geheel, eb- en vloedgeul. De lengte komt overeen met de lengte van de middellijn van ieder segment. Voor de  |     |

|             |   |     |
|-------------|---|-----|
|             | macrocel werd de waarde van Depreiter et al. (2014) overgenomen, waar de lengte ook constant gehouden werd bij de berekening van de parameters. ....  | 619 |
| Tabel D-1:  | Toetsparameter Zuurstof – periodieke meetcampagnes: evaluatie per meetlocatie. ....   | 657 |
| Tabel D-2:  | Rekenparameters metalen in oppervlaktewater deel 1. ....  | 659 |
| Tabel D-3:  | Rekenparameters metalen in oppervlaktewater deel 2. ....  | 660 |
| Tabel D-4:  | Rekenparameters metalen in oppervlaktewater deel 3. ....  | 661 |
| Tabel D-5:  | Rekenparameters metalen in oppervlaktewater deel 4. ....  | 662 |
| Tabel D-6:  | Rekenparameters metalen in oppervlaktewater deel 5. ....  | 663 |
| Tabel D-7:  | Rekenparameter chemische waterkwaliteit oppervlaktewater voor PAK's deel 1. ....  | 664 |
| Tabel D-8:  | Rekenparameter chemische waterkwaliteit oppervlaktewater voor PAK's deel 2. ....  | 665 |
| Tabel D-9:  | Rekenparameter chemische waterkwaliteit oppervlaktewater voor PAK's deel 3. ....  | 666 |
| Tabel D-10: | Rekenparameter chemische waterkwaliteit oppervlaktewater voor pesticiden deel 1. ....   | 667 |
| Tabel D-11: | Rekenparameter chemische waterkwaliteit oppervlaktewater voor pesticiden deel 2. ....   | 668 |
| Tabel D-12: | Rekenparameter chemische waterkwaliteit oppervlaktewater voor pesticiden deel 3. ....   | 669 |
| Tabel D-13: | Rekenparameter chemische waterkwaliteit oppervlaktewater voor pesticiden deel 4. ....   | 670 |
| Tabel D-14: | Rekenparameter chemische waterkwaliteit oppervlaktewater voor pesticiden deel 5. ....   | 671 |
| Tabel D-15: | Rekenparameter chemische waterkwaliteit oppervlaktewater voor pesticiden deel 6. ....   | 672 |
| Tabel D-16: | Rekenparameter chemische waterkwaliteit oppervlaktewater voor pesticiden deel 7. ....   | 673 |
| Tabel D-17: | Rekenparameter chemische waterkwaliteit oppervlaktewater voor pesticiden deel 8. ....   | 674 |
| Tabel D-18: | Rekenparameter milieuverontreinigende stoffen in het voedselweb, berekend op het natgewicht van de stof in het lichaam van het organisme. ....  | 675 |
| Tabel D-19: | Schommelingen in het zoutgehalte voor ieder meetstation, de boundary meetstations uitgesloten. ....   | 680 |
| Tabel D-20: | Gemiddelde watertemperatuur per meetstation in de herfst voor de periode 1995 tot 2015. ....  | 689 |
| Tabel D-21: | Gemiddelde watertemperatuur per meetstation in de winter voor de periode 1995 tot 2015. ....  | 690 |
| Tabel D-22: | Gemiddelde watertemperatuur per meetstation in de lente voor de periode 1995 tot 2015. ....   | 691 |
| Tabel D-23: | Gemiddelde watertemperatuur per meetstation in de zomer voor de periode 1995 tot 2015. ....   | 692 |
| Tabel D-24: | Minimum watertemperatuur per meetstation in de winter voor de periode 1995 tot 2015. ....   | 693 |
| Tabel E-1:  | Gemiddelde helling van het litoraal (slik) per macrocel op de Westerschelde. ....   | 701 |
| Tabel E-2:  | Gemiddelde helling van het litoraal (slik) per OMES-segment op de Zeeschelde. ....  | 702 |
| Tabel E-3:  | Gemiddelde helling van het volledig profiel per macrocel op de Westerschelde. ....  | 703 |
| Tabel E-4:  | Gemiddelde helling van het volledig profiel per OMES-segment op de Zeeschelde. ....   | 703 |
| Tabel E-5:  | Gemiddelde helling van het sublitoraal per macrocel op de Westerschelde. ....   | 705 |
| Tabel E-6:  | Oppervlakte Schorhabitat (ha) van in de Sterk Polyhaliene zone. ....  | 723 |
| Tabel E-7:  | Oppervlakte Schorhabitat (ha) van in de Zwak Polyhaliene zone. ....   | 724 |
| Tabel E-8:  | Oppervlakte Schorhabitat (ha) van in de Mesohaliene zone. ....  | 725 |
| Tabel E-9:  | Oppervlakte Schorhabitat (ha) van in de Zeeschelde. ....  | 726 |
| Tabel E-10: | Areaal Oever op de Westerschelde met aanduiding van het areaal dat breder is dan 1000m. ....  | 727 |
| Tabel E-11: | Areaal oever op de Zeeschelde met aanduiding van het areaal dat breder is dan 230m of 300m voor respectievelijk de Boven-Zeeschelde en de Beneden-Zeeschelde. ....  | 728 |
| Tabel F-1:  | Referentie Abundance matrix met Ri waarden voor de zones van de Westerschelde voor de jaarlijkse evaluatie van de als jaarmaximum geobserveerde abundantie. In de laatste kolom zijn soorten geselecteerd (ja), die als karakteristiek voor de Westerschelde beschouwd worden. .... | 730 |
| Tabel F-2:  | Overzicht van de aantalspieken in de telseizoenen 2009-2011, toen de Westerschelde werd geteld, en in seizoen 2013, toen in de helft van de maanden het gehele gebied werd geteld en in de overige maanden alleen met behulp van steekproeven. Blauw =                              |     |

|            |  |     |
|------------|--|-----|
|            | piek in volledige telmaand en geel = piek in steekproefmaand. Voor het seizoen 2013 is aangegeven of het piekaantal waarschijnlijk een onderschatting oplevert (rood) of in een andere maand valt dan in eerdere jaren (lichtrood) .....   | 732 |
| Tabel F-3: | Vergelijking van het getelde aantal vogels en het seizoengemiddelde aantal vogels in de Westerschelde in de seizoenen 2011 en 2013. Bij de berekening van het seizoengemiddelde is gecorrigeerd voor niet volledige tellingen. De berekende waarden zijn ontleend aan <a href="http://www.sovon.nl">www.sovon.nl</a> (Netwerk Ecologische Monitoring: Sovon, RWS, CBS) ..... | 733 |
| Tabel G-1: | Codes uit Tabel 3.1 voor trofische groepen vertaald naar aandeel benthivoor, zoöplanktivoor en gecombineerd. ....  | 810 |
| Tabel G-2: | Overzicht van de per soort gehanteerde gemiddelde gewichten bij de T2009 en de T2015. Voor T2015 is Snow & Perrins (1998) als bron gebruikt. De gewichten gebruikt in T2009 staan weergegeven in de EMS (Maris et al. 1998), maar zijn gebaseerd op verschillende websites. ....   | 810 |
| Tabel H-1: | Overzicht ingrepen Westerschelde 1970 – 2016. ....   | 817 |
| Tabel H-2: | Overzicht ingrepen Zeeschelde 1970 – 2016. GOG = Gecontroleerd overstromingsgebied, GGG = Gecontroleerd Gereduceerd Getijgebied. ....  | 821 |



## Lijst van figuren

|              |   |    |
|--------------|---|----|
| Figuur 1-1:  | Schematische weergave van de communicatie-indicatoren (piramides) per hoofdfunctie van de langetermijnvisie. Bron: Figuur 1.1 Evaluatiemethodiek (Maris et al., 2014).....  | 2  |
| Figuur 1-2:  | Schematische weergave 'piramide-aanpak'. Bron: Figuur 1.2 Maris et al. ( 2014). .....   | 2  |
| Figuur 2-1:  | Studiegebied: indeling in zones. Voor de definitie van de zones zie Tabel 2-1. ....   | 6  |
| Figuur 2-2:  | Eb-(grijs) en vloedgeulen (blauw) op de Westerschelde met aanduiding tot welke macrocel deze behoren. Op de achtergrond ook de -5 m NAP isohypse (bathymetrie 2015). ....   | 8  |
| Figuur 2-3:  | Kaart van de Westerschelde (west). ....   | 9  |
| Figuur 2-4:  | Kaart van de Westerschelde (centraal). ....   | 10 |
| Figuur 2-5:  | Kaart van de Westerschelde (Oost). ....   | 11 |
| Figuur 2-6:  | Kaart van de Beneden-Zeeschelde. ....   | 12 |
| Figuur 2-7:  | Kaart van de Boven-Zeeschelde. ....   | 13 |
| Figuur 2-8:  | Overzicht ingrepen Westerschelde 1970 – 2015 (tijdlijn).....  | 14 |
| Figuur 2-9:  | Overzicht ingrepen Zeeschelde (+ Rupel en Durme) 1970 – 2015 (tijdlijn). ....   | 15 |
| Figuur 3-1:  | Visuele weergave van de communicatie-indicator Dynamiek waterbeweging, met de onderliggende toets-, reken- en verklarende parameters. ....  | 19 |
| Figuur 3-2:  | Getijstations in de Westerschelde. N.B. Stations buiten het estuarium (Europlatform en Vlakte van de Raan) niet weergegeven. ....   | 21 |
| Figuur 3-3:  | Getijstations in de Zeeschelde en haar zijrivieren Nete, Rupel en Durme. ....   | 21 |
| Figuur 3-4:  | Screenshot van een invoerbestand met jaargemiddeld laag- en hoogwater, getijslag en het jaarlijkse 99 <sup>e</sup> percentiel hoogwater (P99HW) te Vlissingen vanaf 1881. N.B. De gegevens zijn door 'tabs' gescheiden. ....  | 22 |
| Figuur 3-5:  | Resultaten trendanalyse jaargemiddelde hoogwaterstanden Cadzand met de trends tot en met 2009 (rood) en 2015 (paars) en de bijbehorende 95%-betrouwbaarheidsintervallen (blauwe stippellijnen) en 95%-predictie-intervallen (groene stippellijnen) voor de periode 1966-2015. ....  | 25 |
| Figuur 3-6:  | Resultaten trendanalyse jaargemiddelde hoogwaterstanden Vlissingen met de trends tot en met 2009 en 2015 voor de periode 1881-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen. Trendbreuk: jaar 1965.....  | 27 |
| Figuur 3-7:  | Resultaten trendanalyse jaargemiddelde hoogwaterstanden Bath met de trends tot en met 2009 en 2015 voor de periode 1982-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen. Trendbreuk: jaar 1975.....  | 27 |
| Figuur 3-8:  | Resultaten trendanalyse jaargemiddelde hoogwaterstanden Antwerpen met de trends tot en met 2009 en 2015 voor de periode 1901-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen. Trendbreuk: jaar 1974.....   | 29 |
| Figuur 3-9:  | Resultaten trendanalyse jaargemiddelde hoogwaterstanden Dendermonde met de trends tot en met 2009 en 2015 voor de periode 1901-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen. Trendbreuk: jaar 1974.....   | 29 |
| Figuur 3-10: | Resultaten trendanalyse jaargemiddelde hoogwaterstanden Tielrode met de trends tot en met 2009 en 2015 voor de periode 1901-2015 (geen trendbreuk in T2009) en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen. ....   | 30 |
| Figuur 3-11: | Standaardafwijking trendparameter jaargemiddelde hoogwater trend (T2009 en T2015) voor de jaargemiddelde hoogwaters in de belangrijkste meetstations in het Schelde-estuarium. N.B. Stations Schelle en Temse op de Zeeschelde ter illustratie toegevoegd aan de stations op de zijrivieren Rupel & Nete resp. Durme..... | 30 |
| Figuur 3-12: | T2015 trendlijn voor de jaargemiddelde hoogwaters in de belangrijkste meetstations in het Schelde-estuarium, vergeleken met de T2009 trends. N.B. Stations Schelle en Temse op de Zeeschelde ter illustratie toegevoegd aan de stations op de zijrivieren Rupel & Nete resp. Durme.....                                   | 33 |

|              |  |    |
|--------------|--|----|
| Figuur 3-13: | Standaardafwijking residuen van de geschatte regressiemodellen (T2009 en T2015) voor de jaargemiddelde hoogwaters in de belangrijkste meetstations in het Schelde-estuarium. N.B. Stations Schelle en Temse op de Zeeschelde ter illustratie toegevoegd aan de stations op de zijrivieren Rupel & Nete resp. Durme.....        | 33 |
| Figuur 3-14: | Vergelijking tussen de trends op het gemiddeld waterpeil (rood), astronomisch jaargemiddeld hoogwater (groen) en gemeten jaargemiddeld hoogwater (zwart). De blauwe curve is de som van trends op het gemiddeld waterpeil en het astronomisch hoogwater (rode en groene curve).....  | 35 |
| Figuur 3-15: | Datapunten van de 99 <sup>e</sup> percentiel hoogwaterstanden voor Europlatform voor de periode 1983-2015 en een LOESS filter met spanwijdte van 6 jaar.....   | 37 |
| Figuur 3-16: | Datapunten van de 99 <sup>e</sup> percentiel hoogwaterstanden voor Cadzand voor de periode 1966-2015 en een LOESS filter met een spanwijdte van 6 jaar.....  | 37 |
| Figuur 3-17: | Datapunten van de 99 <sup>e</sup> percentiel hoogwaterstanden voor Vlissingen voor de periode 1882-2015 en een LOESS filter met spanwijdte van 6 jaar.....   | 38 |
| Figuur 3-18: | Resultaten trendanalyse 99 <sup>e</sup> percentiel hoogwaterstanden Vlissingen voor de periode 1881-2009, extrapolatie van de T2009 trend tot en met 2015, inclusief de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen en de realisaties in 2010-2015. Trendbreuk: jaar 1955.....                           | 39 |
| Figuur 3-19: | Resultaten trendanalyse 99 <sup>e</sup> percentiel hoogwaterstanden Bath voor de periode 1862-2009, extrapolatie van de T2009 trend tot en met 2015 inclusief de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen en de realisaties in 2010-2015. Trendbreuk: jaar 1965.....                                  | 39 |
| Figuur 3-20: | Datapunten van de 99-percentiel hoogwaterstanden voor Liefkenshoek voor de periode 1947-2015 en een LOESS filter met spanwijdte van 6 jaar.....  | 40 |
| Figuur 3-21: | Resultaten trendanalyse 99 <sup>e</sup> percentiel hoogwaterstanden Schelle voor de periode 1971-2009, extrapolatie van de T2009 trend tot en met 2015 inclusief de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen en de realisaties in 2010-2015.....  | 40 |
| Figuur 3-22: | Resultaten trendanalyse 99 <sup>e</sup> percentiel hoogwaterstanden Melle met de trends tot en met 2009 en 2015 voor de periode 1971-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen.....   | 41 |
| Figuur 3-23: | Golfmeetstations in de Westerschelde.....  | 43 |
| Figuur 3-24: | Jaarlijks gemiddelde significante golfhoogte voor de golfmeetstations Deurloo (links) en Cadzand (rechts) tussen 1997-2015.....  | 44 |
| Figuur 3-25: | Jaarlijkse cumulatieve verdelingen van de significante golfhoogte te Wielingen (2010-2015) en de uiterste grenzen.....   | 45 |
| Figuur 3-26: | Jaargemiddelde significante golfhoogte voor golfmeetstation Hoofdplaat.....  | 45 |
| Figuur 3-27: | Jaarlijks gemiddelde significante golfhoogte voor golfmeetstation Hansweert (HAWI) 2000-2015.....  | 46 |
| Figuur 3-28: | Jaarlijks gemiddelde significante golfhoogte voor golfmeetstation Bath 2000-2015 en de T2009 trend inclusief de bijbehorende betrouwbaarheids- en predictie-intervallen.....   | 46 |
| Figuur 3-29: | Jaarlijkse cumulatieve verdelingen van de significante golfhoogte te Pas van Terneuzen (2010-2011) en de uiterste grenzen. H3 = significante golfhoogte, ecdf = empirical cumulatieve distribution function.....   | 47 |
| Figuur 3-30: | Jaarlijkse cumulatieve verdelingen van de significante golfhoogte te Hansweert (HAWI) (2010-2015) en de uiterste grenzen.....  | 47 |
| Figuur 3-31: | Resultaten trendanalyse van de jaargemiddelde getijslag te Terneuzen met de trends tot en met 2009 (rood) en tot en met 2015 (paars) en de bijbehorende 95%-betrouwbaarheidsintervallen (blauwe stippellijnen) en 95%-predictie-intervallen (groene stippellijnen) voor de periode 1878-2015. Trendbreuk in het jaar 1960..... | 50 |
| Figuur 3-32: | Resultaten trendanalyse T2009 en T2015 op de amplitude van harmonische component M2 voor station Vlissingen, met trendbreuk in het jaar 1975.....  | 52 |



|              |  |    |
|--------------|--|----|
| Figuur 3-33: | Uitsplitsing trend hoogwaterstand/laagwaterstand in trend gemiddelde waterstand en trend astronomisch hoogwater.....   | 53 |
| Figuur 3-34: | T2009 trendanalyse astronomisch jaargemiddelde laagwater te Terneuzen met trendbreuk in het jaar 1975.....   | 54 |
| Figuur 3-35: | Jaargemiddelde afvoeren te Schelle (1970-2015) en het T2009 regressiemodel inclusief bijbehorende 95%-betrouwbaarheids- en predictie-intervallen. ....   | 56 |
| Figuur 3-36: | Links: jaargemiddelde van de opgemeten afvoeren te Melle. Rechts: jaarlijks 99 <sup>e</sup> percentiel van de opgemeten afvoeren te Melle.....   | 56 |
| Figuur 3-37: | Invloed meteorologie op hydrodynamica: rechte opzet vs. hoogwaterstanden. Met de klok mee van linksboven naar linksonder: Jaargemiddelde rechte opzet te Vlissingen, jaarlijks 99 <sup>e</sup> percentiel van de rechte opzet te Vlissingen, scatterplot van de 99 <sup>e</sup> percentiel hoogwaterresiduen te Schelle tegen het 99 <sup>e</sup> percentiel van de rechte opzet te Vlissingen en scatterplot van de 99 <sup>e</sup> percentiel hoogwaterresiduen te Vlissingen tegen het 99 <sup>e</sup> percentiel van de rechte opzet te Vlissingen. .... | 58 |
| Figuur 3-38: | Wijziging in wateroppervlak bij +3,5 m NAP op de Westerschelde, weergegeven per Macrocel. De waarden zijn relatief weergegeven ten op zichte van het oppervlak in 1955. ....   | 61 |
| Figuur 3-39: | Wijziging in oppervlakte van het intergetijdengebied (gedefinieerd tussen -2 m NAP en +3,5 m NAP) van de Westerschelde, weergegeven per Macrocel. De waarden zijn relatief weergegeven ten op zichte van het oppervlak in 1955. ....   | 61 |
| Figuur 3-40: | Verhouding op de Westerschelde van het areaal intergetijdengebied (gedefinieerd tussen -2 m NAP en +3,5 m NAP) ten opzichte van het areaal bij +3,5 m NAP, weergegeven per Macrocel. ....  | 62 |
| Figuur 3-41: | Wijziging in maximale watervolume dat geborgen kan worden in het intergetijdengebied (gedefinieerd tussen -2 m NAP en +3,5 m NAP) van de Westerschelde, weergegeven per Macrocel. De waarden zijn relatief weergegeven ten op zichte van de situatie in 1955.....  | 63 |
| Figuur 3-42: | Wijziging in gemiddeld doorstroomoppervlak van de geulen (onder -2m NAP) op de Westerschelde, weergegeven per macrocel. De waarden zijn relatief weergegeven ten op zichte van de situatie in 1955.....  | 65 |
| Figuur 3-43: | Wijziging in gemiddelde waterdiepte in de geulen van iedere macrocel op de Westerschelde. De waarden zijn relatief weergegeven ten op zichte van de situatie in 1955. De gemiddelde waterdiepte werd berekend onder het referentiepeil -2m NAP. Hierna werd er 2m aan toegevoegd zodanig een waterdiepte ten opzichte van het referentiepeil 0 m NAP te bekomen. Deze methode is overgenomen van §5.3.3, conform de evaluatiemethodiek (Maris et al., 2014). ....  | 65 |
| Figuur 3-44: | Wijziging in wateroppervlak bij 0 m TAW op de Zeeschelde, weergegeven per OMES-segment. De waarden zijn relatief weergegeven ten opzichte van de oudste peiling. ....  | 67 |
| Figuur 3-45: | Wijziging in watervolume bij 0 m TAW op de Zeeschelde, weergegeven per OMES-segment. De waarden zijn relatief weergegeven ten opzichte van de oudste peiling. ....   | 69 |
| Figuur 3-46: | Wijziging in de gemiddelde geuldiepte (hier gedefinieerd als onder 0 m TAW) van de Zeeschelde, weergegeven per OMES-segment. De waarden zijn relatief weergegeven ten opzichte van de oudste peiling. ....   | 71 |
| Figuur 4-1:  | Visuele weergave van de communicatie-indicator Bevaarbaarheid, met de onderliggende toets-, reken- en verklarende parameters. ....   | 73 |
| Figuur 4-2:  | Resultaten trendanalyse jaargemiddelde laagwaterstanden Westkapelle met de trends tot en met 2009 en 2015 voor de periode 1955-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen. ....  | 75 |
| Figuur 4-3:  | Resultaten trendanalyse jaargemiddelde laagwaterstanden Vlissingen met de trends tot en met 2009 en 2015 voor de periode 1881-2015 en de bijbehorende 95%-betrouwbaarheids- en predictie-intervallen. Trendbreuk: jaar 1965. ....  | 76 |
| Figuur 4-4:  | Resultaten trendanalyse jaargemiddelde laagwaterstanden Bath voor de periode 1878-2009 (T2009), extrapolatie van de T2009 trend tot en met 2015, inclusief de  |    |

|              |  |     |
|--------------|--|-----|
|              | bijbehorende 95%-betrouwbaarheids- en predictie-intervallen en de realisaties in 2010-2015. Trendbreuk: jaar 1975. ....  | 76  |
| Figuur 4-5:  | Datapunten van de jaargemiddelde laagwaterstanden voor Antwerpen voor de periode 1901-2015 en een LOESS filter met spanwijdte van 6 jaar. ....   | 77  |
| Figuur 4-6:  | Resultaten trendanalyse jaargemiddelde laagwaterstanden Dendermonde met de trends tot en met 2009 en 2015 voor de periode 1901-2015, inclusief de bijbehorende 95%-betrouwbaarheids en predictie-intervallen. Trendbreuk: jaar 1975. ....  | 77  |
| Figuur 4-7:  | Evolutie trendparameter van de jaargemiddelde laagwaters voor de belangrijkste stations. N.B. De waarden van Bath, Liefkenshoek T2009, Antwerpen, Schelle, Temse zijn wel in de grafiek opgenomen, maar zijn niet significant. ....  | 78  |
| Figuur 4-8:  | Standaardafwijking residuen van de geschatte regressiemodellen (T2009 en T2015) voor de jaargemiddelde laagwaters in de belangrijkste meetstations in het Schelde-estuarium. ....  | 79  |
| Figuur 4-9:  | Vergelijking tussen de trends op het gemiddeld waterpeil (rood), astronomisch jaargemiddeld laagwater (groen) en gemeten jaargemiddeld laagwater (zwart). De blauwe curve is de som van trends op het gemiddeld waterpeil en het astronomisch laagwater (rode en groene curve). ....   | 81  |
| Figuur 4-10: | Recente jaarlijkse baggervolumes [in situ m <sup>3</sup> ] voor het deelsysteem monding, gealloceerd naar baggerlocatie (Bron: Afdeling Maritieme Toegang, Vlaamse Overheid). ....   | 88  |
| Figuur 4-11: | Recente jaarlijkse baggervolumes [in situ m <sup>3</sup> ] voor het deelsysteem monding, gealloceerd naar stortlocatie (Bron: Afdeling Maritieme Toegang, Vlaamse Overheid). ....  | 89  |
| Figuur 4-12: | Onderhoudsbaggerwerken [m <sup>3</sup> in situ] op de Westerschelde sinds de 2 <sup>de</sup> verruiming van de vaargeul. Bron: Afdeling Maritieme Toegang, Vlaamse Overheid. ....  | 90  |
| Figuur 4-13: | Onderhoudsbaggerwerken [m <sup>3</sup> in situ] op de Beneden-zeeschelde sinds de 2 <sup>de</sup> verruiming van de vaargeul. Bron: Afdeling Maritieme Toegang, Vlaamse Overheid. ....   | 92  |
| Figuur 4-14: | Havenstortingen op de Westerschelde [m <sup>3</sup> in situ], gealloceerd naargelang baggerlocatie (haven). Bron: Rijkswaterstaat ZD. ....   | 94  |
| Figuur 4-15: | Jaargemiddelde looptijd van het hoogwater vanaf Vlissingen (boven) en tussen de opeenvolgende stations (onder) in de periode 1970-2015. ....   | 100 |
| Figuur 4-16: | Jaargemiddelde looptijd van het laagwater vanaf Vlissingen (boven) en tussen de opeenvolgende stations (onder) in de periode 1970-2015. ....   | 101 |
| Figuur 4-17: | Ontwikkeling van de looptijd van het jaargemiddelde hoog- en laagwater tussen Vlissingen en de stations Terneuzen (1882-2015), Hansweert (1882-2015) en Bath (1957-2015) inclusief trendlijn en bijbehorende 95%-betrouwbaarheids- en predictie-intervallen. ....  | 104 |
| Figuur 4-18: | Ontwikkeling van de jaargemiddelde looptijd van het hoog- en laagwater tussen Vlissingen en enkele stations in de Zeeschelde (stroomopwaarts). ....  | 105 |
| Figuur 5-1:  | Deelsysteem "mondning" – Vaklodingskaarten (aangeleverd via het VLIZ) met aanduiding van de Belgische baggerstortplaatsen: B&W S1 (S1), B&W S2 (S2) en B&W Zeebrugge Oost (ZBO). De achtergrond is een gecombineerd grid van vaklodingskaarten uit 2014 (Westerschelde en Monding tot en met Zeebrugge en B&W S2) en 2011 (ten westen van Zeebrugge, inclusief B&W S1). .... | 116 |
| Figuur 5-2:  | Morfologische evolutie tussen 2008 en 2014 met aanduiding van de geografische extent van de erosiekaart 2008-2014 (Rode stippellijn) en de baggerlocaties B&W S1 (S1), B&W S2 (S2) en B&W ZBO (ZBO). Voor data rondom B&W S1 wordt gebruik gemaakt van de erosie-sedimentatiekaart tussen 2008-2011. ....  | 119 |
| Figuur 5-3:  | Indeling meergeulensysteem naar Macrocellen bovenop de bathymetrische configuratie van 2015 (Bron: Rijkswaterstaat ZD). ....   | 120 |
| Figuur 5-4:  | Evolutie van het meergeulensysteem met: Situatieschets 2015 (Boven) en de situatie in 2009 (Onderaan). ....  | 122 |

|              |   |     |
|--------------|---|-----|
| Figuur 5-5:  | Evolutie van het meergeulensysteem met: Erosie-sedimentatiekaart tussen de jaren 2009-2015 (Boven) en een erosie-sedimentatiekaart tussen 2011-2015 m.a.w. van na de derde verruiming (Onderaan).....   | 123 |
| Figuur 5-6:  | Verandering van de hypsometrische curve in MC1 ten opzichte van de situatie in 2009. De arealen zijn genormaliseerd door te delen door het totale oppervlak.....  | 125 |
| Figuur 5-7:  | Verandering van de hypsometrische curve in MC2 ten opzichte van de situatie in 2009. De arealen zijn genormaliseerd door te delen door het totale oppervlak.....  | 126 |
| Figuur 5-8:  | Verandering van de hypsometrische curve in MC3 ten opzichte van de situatie in 2009. De arealen zijn genormaliseerd door te delen door het totale oppervlak.....  | 127 |
| Figuur 5-9:  | Verandering van de hypsometrische curve in MC4 ten opzichte van de situatie in 2009. De arealen zijn genormaliseerd door te delen door het totale oppervlak.....  | 128 |
| Figuur 5-10: | Verandering van de hypsometrische curve in MC5 ten opzichte van de situatie in 2009. De arealen zijn genormaliseerd door te delen door het totale oppervlak.....  | 129 |
| Figuur 5-11: | Verandering van de hypsometrische curve in MC6 ten opzichte van de situatie in 2009. De arealen zijn genormaliseerd door te delen door het totale oppervlak.....  | 130 |
| Figuur 5-12: | Verandering van de hypsometrische curve in MC7 ten opzichte van de situatie in 2009. De arealen zijn genormaliseerd door te delen door het totale oppervlak.....  | 131 |
| Figuur 5-13: | Relatie areaal intergetijdengebied vs. Breedte-diepte verhouding ( $r_s-\beta$ ) voor de verschillende macrocellen op de Westerschelde.....   | 133 |
| Figuur 5-14: | Zandbalans Westerschelde (Bron: Sedimentbalans Rijkswaterstaat Zee en Delta, data ontvangen van M. Schrijver). Op deze grafiek is de cumulatieve evolutie zichtbaar van het sedimentvolume berekend op basis van peilingen (Geel), Volume van ingrepen (Blauw) en het Netto "natuurlijk" volume, indien er geen directe antropogene ingrepen uitgevoerd zouden zijn (Zwart). Volumes zijn weergegeven in m <sup>3</sup> ..... | 135 |
| Figuur 5-15: | Natuurlijk zandtransport [Mm <sup>3</sup> in situ / 6 jaar] op de Westerschelde gedurende de periode 2004-2009 (Boven) en 2010-2015 (Onder). Er werd een aanname gedaan voor het transport over de Belgisch-Nederlandse grens en over de sedimentatie op het Verdrongen Land van Saeftinge (Bron: Sedimentbalans RWS ZD).....   | 137 |
| Figuur 5-16: | Evolutie van het watervolume beneden -5m NAP in de hoofdgeulen op de Westerschelde. (Bron: Sedimentbalans RWS ZD).....  | 139 |
| Figuur 5-17: | Evolutie van het watervolume beneden -5m NAP in de nevengeulen op de Westerschelde. (Bron: Sedimentbalans RWS ZD).....  | 140 |
| Figuur 5-18: | Gemiddelde geuldiepte van de eb- (Boven) en vloedgeul (Onder), per macrocel.....  | 143 |
| Figuur 5-19: | Evolutie in gemiddelde geuldiepte van de eb- (Boven) en vloedgeul (Onder) sinds 2000, per macrocel.....   | 144 |
| Figuur 5-20: | De kantelindex, weergegeven per macrocel.....   | 146 |
| Figuur 5-21: | Evolutie van de kantelindex sinds 2000, per macrocel. Merk op dat de evolutie van MC4 gepresenteerd wordt op een secundaire verticale as (rechts). Aangezien de kantelindex hier negatief is, worden de percentages negatief weergegeven.....   | 146 |
| Figuur 5-22: | Evolutie sinds 2010 in verhouding van de watervolumes die doorheen de hoofd- versus nevengeul stroomen tijdens eb (Boven), Vloed(Midden) en de totale Getijcyclus (Onder). Bron: SCALWEST2000 model Rijkswaterstaat Zee en Delta, data ontvangen van M. Schrijver.....  | 148 |
| Figuur 5-23: | Evolutie in watervolume [m <sup>3</sup> ] van de geulen (onder NAP -5m) voor de hoofd- (Boven) en nevengeul (Onder) van Macrocel 1: jaarlijkse verandering ( $\Delta V_{tot}$ ) en de netto jaarlijkse verandering ( $\Delta V_{tot}$ ). (Bron: RWS ZD).....  | 152 |
| Figuur 5-24: | Evolutie in watervolume [m <sup>3</sup> ] van de geulen (onder NAP -5m) voor de hoofd- (Boven) en nevengeul (Onder) van Macrocel 3: jaarlijkse verandering ( $\Delta V_{tot}$ ) en de netto jaarlijkse verandering ( $\Delta V_{tot}$ ). (Bron: RWS ZD).....  | 153 |
| Figuur 5-25: | Evolutie in watervolume [m <sup>3</sup> ] van de geulen (onder NAP -5m) voor de hoofd- (Boven) en nevengeul (Onder) van Macrocel 4: jaarlijkse verandering ( $\Delta V_{tot}$ ) en de netto jaarlijkse verandering ( $\Delta V_{tot}$ ). (Bron: RWS ZD).....  | 154 |

|              |   |     |
|--------------|---|-----|
| Figuur 5-26: | Evolutie in watervolume [ $m^3$ ] van de geulen (onder NAP -5m) voor de hoofd- (Boven) en nevengeul (Onder) van Macrocel 5: jaarlijkse verandering ( $\Delta V_{tot}$ ) en de netto jaarlijkse verandering ( $\Delta V_{tot}$ ). (Bron: RWS ZD). .....  | 155 |
| Figuur 5-27: | Evolutie in watervolume [ $m^3$ ] van de geulen (onder NAP -5m) voor de hoofd- (Boven) en nevengeul (Onder) van Macrocel 6: jaarlijkse verandering ( $\Delta V_{tot}$ ) en de netto jaarlijkse verandering ( $\Delta V_{tot}$ ). (Bron: RWS ZD). .....  | 156 |
| Figuur 5-28: | Evolutie in watervolume [ $m^3$ ] van de geulen (onder NAP -5m) voor de hoofd- (Boven) en nevengeul (Onder) van Macrocel 7: jaarlijkse verandering ( $\Delta V_{tot}$ ) en de netto jaarlijkse verandering ( $\Delta V_{tot}$ ). (Bron: RWS ZD). .....  | 157 |
| Figuur 5-29: | Bruto sedimenttransportcapaciteit volgens: (1) de Offline methode (Boven), (2) de Online methode met Van Rijn (Midden) en (3) de Online methode met Engelund-Hansen. Bron (2) en (3): Waterbouwkundig Laboratorium. Bron hydrodynamische input (1): Waterbouwkundig laboratorium. De grootschalige onderverdeling in macrocellen (Zwarte volle lijn) en de gebruikte doorsneden voor iedere macrocel (Rode stippellijn) staan ook weergegeven. .... | 162 |
| Figuur 5-30: | Stroomschema voor het bepalen van de stortcapaciteit in de geulen volgens de evaluatiemethodiek (Bron: Maris et al. 2014). .....  | 164 |
| Figuur 5-31: | Samenvatting stortcapaciteit [ $Mm^3/jaar$ ], jaarlijks volume van ingrepen ( $\Delta V_i$ ) en waargenomen jaarlijkse volumeverandering van het water in de geulen beneden NAP - 5m ( $\Delta V_{tot}$ ) voor de nevengeul van Macrocel 1. ....  | 166 |
| Figuur 5-32: | Samenvatting stortcapaciteit [ $Mm^3/jaar$ ], jaarlijks volume van ingrepen ( $\Delta V_i$ ) en waargenomen jaarlijkse volumeverandering van het water in de geulen beneden NAP - 5m ( $\Delta V_{tot}$ ) voor de nevengeul van Macrocel 3. ....  | 166 |
| Figuur 5-33: | Samenvatting stortcapaciteit [ $Mm^3/jaar$ ], jaarlijks volume van ingrepen ( $\Delta V_i$ ) en waargenomen jaarlijkse volumeverandering van het water in de geulen beneden NAP - 5m ( $\Delta V_{tot}$ ) voor de hoofdgeul van Macrocel 4. ....  | 167 |
| Figuur 5-34: | Samenvatting stortcapaciteit [ $Mm^3/jaar$ ], jaarlijks volume van ingrepen ( $\Delta V_i$ ) en waargenomen jaarlijkse volumeverandering van het water in de geulen beneden NAP - 5m ( $\Delta V_{tot}$ ) voor de nevengeul van Macrocel 4. ....  | 167 |
| Figuur 5-35: | Samenvatting stortcapaciteit [ $Mm^3/jaar$ ], jaarlijks volume van ingrepen ( $\Delta V_i$ ) en waargenomen jaarlijkse volumeverandering van het water in de geulen beneden NAP - 5m ( $\Delta V_{tot}$ ) voor de nevengeul van Macrocel 5. ....  | 168 |
| Figuur 5-36: | Samenvatting stortcapaciteit [ $Mm^3/jaar$ ], jaarlijks volume van ingrepen ( $\Delta V_i$ ) en waargenomen jaarlijkse volumeverandering van het water in de geulen beneden NAP - 5m ( $\Delta V_{tot}$ ) voor de nevengeul van Macrocel 6. ....  | 168 |
| Figuur 5-37: | Samenvatting stortcapaciteit [ $Mm^3/jaar$ ], jaarlijks volume van ingrepen ( $\Delta V_i$ ) en waargenomen jaarlijkse volumeverandering van het water in de geulen beneden NAP - 5m ( $\Delta V_{tot}$ ) voor de nevengeul van Macrocel 7. ....  | 169 |
| Figuur 5-38: | Westerschelde - Mesoschaal Dynamiek. Situatie in 2009 (Boven) en in 2015 (Onder) met aanduiding van de kortsluitgeulen door de platen (Oranje) en de drempelgeulen (Rood). De benaming is overgenomen uit T2009. De dwarsdoorsneden, vermeldt in de tekst, staan aangeduidt in het zwart. ....  | 171 |
| Figuur 5-39: | Detailkaart sedimentatie en erosie tussen 2009 en 2015. ....  | 173 |
| Figuur 5-40: | Evolutie van Springergeul, aan noordwestzijde van de Lage Springer, met de historische evolutie van de dwarsdoorsnede (Boven) en het doorstroomoppervlak onder -2m NAP (Onder). ....  | 174 |
| Figuur 5-41: | Evolutie van Thomaesgeul, aan zijdoostzijde van de Lage Springer, met de historische evolutie van de dwarsdoorsnede (Boven) en het doorstroomoppervlak onder -2m NAP (Onder). ....  | 175 |
| Figuur 5-42: | Evolutie van Zuid-Everingen, doorheen het Middelpaatscomplex, met de historische evolutie van de dwarsdoorsnede (Boven) en het doorstroomoppervlak onder -2m NAP (Onder). ....  | 176 |

|              |  |     |
|--------------|--|-----|
| Figuur 5-43: | Evolutie van Geul van de Molenplaat met de historische evolutie van de dwarsdoorsnede (Boven) en het doorstroomoppervlak onder -2m NAP (Onder). ....   | 177 |
| Figuur 5-44: | Situering Drempelezones voor de berekening van de verhangindicatoren met hierop de historische -5m NAP contouren (1955, 1980, 1990, 2000, 2010, 2015). ....  | 179 |
| Figuur 5-45: | Verhangindicator voor de besproken drempelezones. Zowel MC3 als MC5 kennen een dalende trend in relatief doorstroomoppervlak, met een minima in 2015. Voor Macrocel 3 bevindt 2015 zich dicht bij de gemiddelde waarde. ....   | 180 |
| Figuur 5-46: | Schematische voorstelling van het zandtransport [ $Mm^3$ ] over de periode 2001-2011 voor het referentiescenario met aanduiding van: zandtransport tussen de OMES-segmenten (Gele pijlen), fluviaatiele input van de bovenstromen (Oranje pijlen) en de OMES-zones (Grijs). (Bron: Vandenbruwaene et al., 2017) .... | 195 |
| Figuur 6-1:  | Schematische weergave Communicatie-indicatoren waterkwaliteit. (Maris et al. 2014) ....  | 201 |
| Figuur 6-2:  | Overzichtsschema van de verwerkingsstappen voor de communicatir-indicator Waterkwaliteit. ....   | 205 |
| Figuur 6-3:  | Overzichtsschema van de verwerkingstool ontwikkeld in R voor de communicatie-indicator Waterkwaliteit. ....  | 205 |
| Figuur 6-4:  | Locaties meetstations voor het zuurstofgehalte met aanduiding van de verschillende Scheldezones. ....  | 206 |
| Figuur 6-5:  | Zuurstof (mg/l) doorheen de tijd te Melle. ....  | 208 |
| Figuur 6-6:  | Zuurstof (mg/l O <sub>2</sub> ) doorheen de tijd te Dendermonde. ....  | 208 |
| Figuur 6-7:  | Boxplot zuurstof (mg/l) in zomer en winter te Melle. ....  | 209 |
| Figuur 6-8:  | Boxplot zuurstof (mg/l) in zomer en winter te Dendermonde. ....  | 209 |
| Figuur 6-9:  | Zuurstof (mg/l) doorheen de tijd te Eppegem. ....  | 210 |
| Figuur 6-10: | Zuurstof (mg/l) in ruimte en tijd. Waarden onder 2.5 mg/l zijn in rood weergegeven. ....   | 210 |
| Figuur 6-11: | Zuurstof (mg/l) doorheen de tijd te Antwerpen. ....  | 211 |
| Figuur 6-12: | Locaties meetstations in de verschillende Scheldezones. ....   | 215 |
| Figuur 6-13: | Surface plot voor BOD (mg/l) in tijd en ruimte. ....   | 217 |
| Figuur 6-14: | Surface plot of FastNOD (mg/l) tijd en ruimte. ....  | 218 |
| Figuur 6-15: | FastNOD doorheen de tijd te Kruikeke. ....   | 219 |
| Figuur 6-16: | Surface plot Nitriet (NO <sub>2</sub> -N mgN/l) in tijd en ruimte. ....  | 220 |
| Figuur 6-17: | Nitriet concentratie doorheen de tijd te Kruikeke. ....  | 220 |
| Figuur 6-18: | Surface plot van TDIN in tijd en ruimte. ....  | 222 |
| Figuur 6-19: | TDIN doorheen de tijd te Kruikeke. ....  | 222 |
| Figuur 6-20: | Surface plot Ammonium (NH <sub>4</sub> -N mgN/l) in tijd en ruimte. ....   | 223 |
| Figuur 6-21: | Ammonium te Kruikeke doorheen de tijd. ....  | 223 |
| Figuur 6-22: | Surface plot Nitraat (NO <sub>3</sub> -N mgN/l) in tijd en ruimte. ....  | 224 |
| Figuur 6-23: | Nitraat concentratie doorheen de tijd te Kruikeke. ....  | 224 |
| Figuur 6-24: | Surface plot Ortho fosfaat (PO <sub>4</sub> -P mgP/l) in tijd en ruimte. ....  | 226 |
| Figuur 6-25: | Orthofosfaat concentratie doorheen de tijd te Kruikeke. ....   | 226 |
| Figuur 6-26: | Totaal P te station Melle, Kruikeke en Hansweert Geul. ....  | 228 |
| Figuur 6-27: | TDIN flux [kiloton / jaar] voor verschillende locatie. ....  | 232 |
| Figuur 6-28: | Locaties meetstations in de verschillende saliniteitszones die gebruikt zijn voor de toetsparameters van het hoofdstuk Algen. ....   | 236 |
| Figuur 6-29: | Contourplot van de chlorofyl a concentratie in ruimte en tijd. De gearceerde zones duiden op tijdsperioden waarvoor geen data beschikbaar is. ....   | 239 |
| Figuur 6-30: | Boxplots van de chla-concentratie in functie van de afstand tot Vlissingen (Maris & Meire., 2016). ....  | 240 |
| Figuur 6-31: | De chla concentratie in functie van de tijd voor 3 stations op de Wester- en Zeeschelde. ....  | 241 |
| Figuur 6-32: | Boxplot van de PB waarden van het fytoplankton voor de verschillende stations (Maris & Meire., 2016). ....   | 243 |
| Figuur 6-33: | Contourplot PB-ratio (mg C mg <sup>-1</sup> chla dag <sup>-1</sup> ) (Maris & Meire., 2016). ....  | 244 |
| Figuur 6-34: | Contourplot PB:B-ratio (mg C mg <sup>-1</sup> chla dag <sup>-1</sup> (mg chla m <sup>-3</sup> ) (Maris & Meire., 2016). ....   | 244 |

|              |  |     |
|--------------|--|-----|
| Figuur 6-35: | Phaeocystis concentratie in functie van de tijd te Hansweert. ....   | 247 |
| Figuur 6-36: | Locaties meetstations met data voor toxische stoffen in de verschillende Scheldezones. ....  | 249 |
| Figuur 6-37: | Spatio-temporele interpolatie van het chloridegehalte [mg/l] opgemeten met scheepsmetingen. ....   | 267 |
| Figuur 6-38: | Jaargemiddeld chloridegehalte [mg/l]: scheepsmetingen in de saliniteitszones met een hoger chloridegehalte. Bron: Barneveld et al. (2017). ....  | 268 |
| Figuur 6-39: | Jaargemiddeld chloridegehalte [mg/l]: bovenste sensor van de continue meetposten in de saliniteitszones met een hoger chloridegehalte. ....  | 268 |
| Figuur 6-40: | Jaargemiddeld chloridegehalte [mg/l]: scheepsmetingen in de saliniteitszones met een lager chloridegehalte. ....   | 269 |
| Figuur 6-41: | Hoge en lage pieken van de chloride-concentratie binnen een getijdencyclus. ....   | 271 |
| Figuur 6-42: | Maximum Chloride variatie per tij binnen 1 tijbeweging van het bovenste meettoestel te Baalhoek (Boven) en Hansweert (Onder). ....   | 272 |
| Figuur 6-43: | Trends in seizoensgemiddelde eufotische diepte per zone in de herfst. ....   | 273 |
| Figuur 6-44: | Trends in seizoensgemiddelde eufotische diepte per zone in de winter. ....   | 275 |
| Figuur 6-45: | Trends in seizoensgemiddelde eufotische diepte per zone in de lente. ....  | 275 |
| Figuur 6-46: | Trends in seizoensgemiddelde eufotische diepte per zone in de zomer. ....  | 275 |
| Figuur 6-47: | Trends in seizoensgemiddelde lichtlimitatie diepte per zone (Herfst en Winter). ....   | 276 |
| Figuur 6-48: | Trends in seizoensgemiddelde lichtlimitatie diepte per zone (Lente en Zomer). ....   | 278 |
| Figuur 6-49: | Profiel gemiddelde lichtlimitatie in de herfst. Zwarte lijn is de gemiddelde lichtlimitatie van 1995 t/m 2015, de grijze band geeft het 25% en 75% percentiel. ....  | 278 |
| Figuur 6-50: | Profiel gemiddelde lichtlimitatie in de winter. Zwarte lijn is de gemiddelde lichtlimitatie van 1995 t/m 2015, de grijze band geeft het 25% en 75% percentiel. ....  | 279 |
| Figuur 6-51: | Profiel gemiddelde lichtlimitatie in de lente. Zwarte lijn is de gemiddelde lichtlimitatie van 1995 t/m 2015, de grijze band geeft het 25% en 75% percentiel. ....   | 279 |
| Figuur 6-52: | Profiel gemiddelde lichtlimitatie in de zomer. Zwarte lijn is de gemiddelde lichtlimitatie van 1995 t/m 2015, de grijze band geeft het 25% en 75% percentiel. ....   | 280 |
| Figuur 6-53: | Spatial-temporal interpolation van de zwevende stof in de waterkolom. ....   | 282 |
| Figuur 6-54: | Zomer- en winterhalfjaar gemiddelde concentratie aan zwevende stof, met aanduiding van de zone met turbiditeitsmaximum. De gearceerde en grijze band geven de spreiding op de data weer. Source (Maris & Meire., 2016). .... | 283 |
| Figuur 6-55: | Temperatuur schommelingen doorheen de tijd te station Uitbergen in zone 18 (zoet kort) op 151.23 km van de monding. ....   | 284 |
| Figuur 6-56: | De temperatuursschommelingen doorheen de tijd voor elk seizoen in meetstation Antwerpen (160200) te 12 (gradiënt) zone (90.76 km). ....  | 285 |
| Figuur 6-57: | De eerste dag van het jaar dat de watertemperatuur 12°C behaalt in 4 verschillende stations. ....  | 287 |
| Figuur 6-58: | Verblijftijd in uren voor verschillende zones en in de periode 2009 – 2015. ....   | 288 |
| Figuur 6-59: | PH evolutie doorheen de tijd te station 154100 in zone Meso op 67.79 km van de monding. ....   | 289 |
| Figuur 6-60: | PH trend doorheen de tijd te station 160200 in zone 12 (gradiënt) op 90.70 km van de monding. ....   | 289 |
| Figuur 6-61: | PH trend doorheen de tijd te station 499500 in zone 17 (zoet kort) op 137.65 km van de monding. ....   | 289 |
| Figuur 6-62: | Evaluatie Communicatie-indicator Waterkwaliteit T2015. ....  | 290 |
| Figuur 7-1:  | Weergave indicator Leefomgeving voor flora en fauna. ....  | 291 |
| Figuur 7-2:  | Voorbeeld deel ecotopenkaart Westerschelde uit 2015. ....  | 292 |
| Figuur 7-3:  | Ontwikkeling van de oppervlakte hoogdynamisch sublitoraal en laagdynamisch sublitoraal in de Westerschelde per zone. De ontwikkeling per compartiment staat in Bijlage E: Leefomgeving. ....                                 | 295 |

|              |   |     |
|--------------|---|-----|
| Figuur 7-4:  | Ontwikkeling van de oppervlakte diep (boven) en ondiep water (onder) in de verschillende zones van de Zeeschelde. De ontwikkeling per compartiment staat in Bijlage E: Leefomgeving. ....   | 297 |
| Figuur 7-5:  | Ontwikkeling van de oppervlakte hoogdynamisch litoraal en de oppervlakte laagdynamisch litoraal in de Westerschelde. De ontwikkeling per compartiment staat in Bijlage E: Leefomgeving. ....  | 299 |
| Figuur 7-6:  | Ontwikkeling van de oppervlakte litoraal in de zones van de Zeeschelde in de periode 2001-2013/2014. De ontwikkeling per compartiment staat in Bijlage E: Leefomgeving. ....  | 300 |
| Figuur 7-7:  | Ontwikkeling van de verschillende hoogtezones onderscheiden in het laagdynamisch litoraal in de zones van de Westerschelde. ....  | 301 |
| Figuur 7-8:  | Ontwikkeling van het aandeel pioniervegetatie ten opzichte van de totale begroeide oppervlakte van de slikken in de gehele Westerschelde en per zone. Met stippellijnen zijn de kritische waarden van 5 en 40% aangegeven. ....   | 303 |
| Figuur 7-9:  | Overzicht van de ontwikkeling van pioniervegetatie op de platen in de gehele Westerschelde en in de verschillende zones. ....   | 303 |
| Figuur 7-10: | Ontwikkeling van de oppervlakte schor op de platen en slikken in de de gehele Westerschelde en in de verschillende zones. ....  | 305 |
| Figuur 7-11: | Ontwikkeling van de oppervlakte schorvegetatie in de gehele Westerschelde en per zone, waarbij onderscheid is gemaakt tussen schor op slikken en op platen. ....  | 305 |
| Figuur 7-12: | Overzicht van de ontwikkeling van de oppervlakte schor + pioniervegetatie in de zones van de Zeeschelde. De ontwikkeling per compartiment staat in Bijlage E: Leefomgeving. ....  | 306 |
| Figuur 7-13: | Lengte van de laagwaterlijn die grenst aan het Laagdynamisch litoraal (m) op de Westerschelde, gealloceerd naargelang macrocel. Voor het bepalen van de laagwaterlijn werd gebruik gemaakt van een droogvalduurzone tussen 0 en 20%. ....   | 309 |
| Figuur 7-14: | Lengte van de laagwaterlijn die grenst aan ecotopen met een zacht substraat (m) op de Zeeschelde, gealloceerd naargelang Saliniteitszone. De laagwaterlijn werd gedefinieerd als de bovengrens van de sublitorale ecotopen, aangezien hier geen droogvalduurkaarten beschikbaar waren. .... | 310 |
| Figuur 7-15: | Hoogtegradiënt laagdynamisch gebied in het westelijk deel van de Westerschelde voor 2010 (Boven) en 2015 (Onder), met aanduiding van hoog (Rood), middelhoog (Oranje) en Laag laagdynamisch gebied (Geel) en het overige litoraal gebied (Grijs). ....                                      | 314 |
| Figuur 7-16: | Hoogtegradiënt laagdynamisch litoraal in het oostelijk deel van de Westerschelde voor 2010 (Boven) en 2015 (Onder), met aanduiding van hoog (Rood), middelhoog (Blauw) en Laag laagdynamisch gebied (Groen) en het overige litoraal gebied (Grijs). ....                                    | 315 |
| Figuur 7-17: | Evolutie van het areaal schor breder dan 75m op de Westerschelde. ....  | 318 |
| Figuur 8-1:  | Visuele weergave van de communicatie-indicator Flora & Fauna, met de onderliggende toets-, reken- en verklarende parameters. ....   | 331 |
| Figuur 8-2:  | Abundance Intactness Index (%) van niet-broedvogels op basis van de 3 zones van de Westerschelde in de periode 1987/1988-2014/2015. Boven staat de Index op basis van de 90 soorten uit de EMS en onder de Index op basis van de shortlist. ....  | 334 |
| Figuur 8-3:  | Abundance Intactness Index (%) niet-broedvogels op basis van voorkomen in 5 OMES-segmenten van de Zeeschelde in de periode 1992 – 2015. ....  | 335 |
| Figuur 8-4:  | Ontwikkeling van het seizoengemiddelde aantal soorten exoten in de Westerschelde in de periode 1987-2015. ....  | 348 |
| Figuur 8-5:  | Ontwikkeling van het seizoengemiddelde aantal vogels in de Westerschelde die tot de exoten worden gerekend. ....  | 348 |
| Figuur 8-6:  | Ontwikkeling van het seizoengemiddelde aantal soorten exoten in de Zeeschelde (links) en in de zijrivieren (rechts) in de periode 1992-2015. ....   | 349 |
| Figuur 8-7:  | Ontwikkeling van het seizoengemiddelde aantal van exoten in de Zeeschelde (links) en in de zijrivieren (rechts) in de periode (1992-2015). ....   | 350 |
| Figuur 8-8:  | De ontwikkeling van het aantal gewone zeehonden in de Westerschelde tijdens de laagwatertelling in augustus. ....   | 353 |

|              |  |     |
|--------------|--|-----|
| Figuur 8-9:  | Aantal gewone zeehonden geteld in augustus in de Waddenzee. ....   | 353 |
| Figuur 8-10: | Verhouding tussen het aantal gewone zeehonden geteld in augustus in de Westerschelde en het aantal geteld in de Waddenzee. De zwarte lijn is de 1% lijn. ....  | 354 |
| Figuur 8-11: | Jaarlijkse productie van pupsmaximaal aantal waargenomen pups van de gewone zeehond in de Westerschelde. ....  | 355 |
| Figuur 8-12: | Vissen: Trends in Occurrence Intactness Index op basis van aan- en afwezigheid van referentiesoorten (zesjaarlijks gemiddelde) voor de Westerschelde (boven) en de Zeeschelde (beneden). ....                          | 357 |
| Figuur 8-13: | Vissen – exoten aantallen: trends in aantal soorten exoten per jaar: boven Westerschelde en onder Zeeschelde. ....   | 363 |
| Figuur 8-14: | Aantallen individuen van exoten in de Westerschelde (boven) en Zeeschelde (onder). ....  | 364 |
| Figuur 8-15: | Benthos – intactnes index: Trends in Occurrence Intactness Index op basis van aan- en afwezigheid van referentiesoorten; boven Westerschelde (jaarlijks gemiddelde), onder Zeeschelde (driejaarlijks gemiddelde). .... | 367 |
| Figuur 8-16: | Benthos – sleutelsoorten – kokkels. Trend in versgewicht (miljoen kg) kokkels voor de gehele Westerschelde. Het gewenste versgewicht 4 miljoen kg is met een stippellijn aangegeven. ....                              | 369 |
| Figuur 8-17: | Benthos – sleutelsoorten – mosselen. Versgewicht (miljoen kilogram) mosselen voor de gehele Westerschelde. Het gewenste versgewicht 1 miljoen kg is met een stippellijn aangegeven. ....                               | 369 |
| Figuur 8-18: | Benthos – sleutelsoorten – verhouding Annelida / Mollusca in de 3 zones van de Westerschelde. ....   | 370 |
| Figuur 8-19: | Benthos – exoten. Aantal exoten per zone van de Westerschelde (boven) en Zeeschelde (beneden). ....  | 371 |
| Figuur 8-20: | Gemiddelde biomassa van exoten (benthos) in de Westerschelde (boven) en de gemiddelde dichtheid van exoten in de Zeeschelde (beneden). ....  | 372 |
| Figuur 8-21: | Fytoplankton – Occurrence Intactness Index: Trends in Occurrence Intactness Index op basis van aan- en afwezigheid van referentiesoorten (jaarlijks gemiddelde). ....  | 375 |
| Figuur 8-22: | Fytoplankton - Sleutelsoorten – Algal Pollution Index. Westerschelde (boven) en Zeeschelde (onder). ....   | 377 |
| Figuur 8-23: | Aantal soorten exoten (fytoplankton) in de Westerschelde. ....   | 379 |
| Figuur 8-24: | Fytoplankton – exoten - dichtheid. Gemiddeld aantal cellen exoten per liter oppervlaktewater per zone van de Westerschelde. ....   | 380 |
| Figuur 8-25: | Zoöplankton – Occurrence Intactness Index. Trends in Occurrence Intactness Index op basis van aan- en afwezigheid van referentiesoorten. ....  | 382 |
| Figuur 8-26: | Zoöplankton – Biomassa. Trends in jaarmaxima van biomassa in de Zeeschelde (natgewicht). ....  | 383 |
| Figuur 8-27: | Zoöplankton – Sleutelsoorten – E.affinis. Trends in jaarmaxima van biomassa van E.affinis. ....  | 384 |
| Figuur 8-28: | Verhouding tussen Cladocera : Calanoida (boven) en Cyclopoida : Calanoida (onder) in de zones van de Zeeschelde. ....  | 385 |
| Figuur 8-29: | Zoöplankton – exoten – Gemiddeld aantal soorten exoten per monster. ....   | 386 |
| Figuur 8-30: | Ontwikkeling van verschillende formaties/vegetatietypes langs de Westerschelde. Voor niet alle formaties is onderscheid in vegetatietypen gemaakt, omdat dit niet relevant is in het kader van deze studie. ....       | 389 |
| Figuur 8-31: | Ontwikkeling van verschillende vegetatietypes langs de Westerschelde. ....   | 390 |
| Figuur 8-32: | Ontwikkeling van de oppervlakte van een viertal plantensoorten, linksboven: riet, rechtsboven: strandkweek, linksonder: heen en rechtsonder: Engels slijkgras, in de Westerschelde. ....                               | 393 |
| Figuur 8-33: | Trend van zeekraal en bittere veldkers in de pq's in de verschillende zones van de Zeeschelde. ....  | 394 |
| Figuur 8-34: | Ontwikkeling van het aantal exoten in de verschillende zones van de Zeeschelde. ....   | 396 |
| Figuur 8-35: | Ontwikkeling van de reuzenbalsemien langs de Zeeschelde. ....  | 396 |



|              |   |     |
|--------------|---|-----|
| Figuur 9-1:  | Schematische weergave Communicatie-indicator Ecologisch functioneren. ....  | 401 |
| Figuur 9-2:  | De primaire productie van fyto­benthos en fytoplankton in de Westerschelde als g<br>C/m <sup>2</sup> /jaar. ....  | 403 |
| Figuur 9-3:  | De biomassa van het macrobenthos in de Westerschelde als gram<br>asvrijdrooggewicht/m <sup>2</sup> . ....   | 404 |
| Figuur 9-4:  | De macrobenthische biomassa – primaire productie verhouding voor de<br>Westerschelde. Voor de periode tot en met 2009 zijn de gegevens uit de T2009<br>gebruikt. Voor de begrijpbaarheid van de figuur worden de resultaten op een andere<br>manier gepresenteerd dan in de T2009. .... | 404 |
| Figuur 9-5:  | De ontwikkeling van de totale benthische biomassa in het litoraal van de Zeeschelde,<br>weergegeven als ton asvrijdrooggewicht. ....  | 406 |
| Figuur 9-6:  | Ontwik­keling van de biomassa van het benthos in het litoraal per zone in de<br>Zeeschelde, uitgedrukt als ton asvrijdrooggewicht. ....   | 406 |
| Figuur 9-7:  | Ontwik­keling van de totale biomassa van het macrozoöbenthos in de Westerschelde<br>als ton versgewicht. ....   | 412 |
| Figuur 9-8:  | Ontwik­keling van de totale biomassa van het macrozoöbenthos in de Zeeschelde als<br>ton versgewicht. ....  | 413 |
| Figuur 9-9:  | Ontwik­keling van de biomassa als ton versgewicht van de grijze garnaal in de<br>Westerschelde. ....  | 413 |
| Figuur 9-10: | Ontwik­keling van de biomassa van hyperbenthos als kg versgewicht in de Zeeschelde. ....  | 414 |
| Figuur 9-11: | Ontwik­keling van de jaargemiddelde biomassa van zoöplankton in de Zeeschelde als<br>ton versgewicht. ....  | 414 |
| Figuur 9-12: | Ontwik­keling van de biomassa van benthivore en zoöplanktivore vis als kg versgewicht<br>in Westerschelde (links) en Zeeschelde (rechts). ....  | 415 |
| Figuur 9-13: | Ontwik­keling van de biomassa van omnivore en benthivore watervogels in de<br>Westerschelde (links) en de Zeeschelde (rechts) als ton versgewicht. ....   | 416 |
| Figuur 9-14: | Ontwik­keling van de biomassa van krabben in de Westerschelde. ....   | 417 |
| Figuur 9-15: | De ontwikkeling van de biomassa van de Chinese wolhandkrab in de Zeeschelde. ....   | 417 |
| Figuur 9-16: | De ontwikkeling van de biomassa van de primaire consumenten in de Westerschelde. ....   | 418 |
| Figuur 9-17: | De ontwikkeling van de biomassa van de primaire consumenten in de Zeeschelde. ....  | 418 |
| Figuur 9-18: | De ontwikkeling van de biomassa van de secundaire consumenten in de<br>Westerschelde. ....  | 419 |
| Figuur 9-19: | De ontwikkeling van de biomassa van de secundaire consumenten in de Zeeschelde. ....  | 419 |
| Figuur 9-20: | De ontwikkeling van de verhouding tussen secundaire en primaire consumenten in de<br>Westerschelde. Met stippellijnen zijn de ondergrens (1%) en de bovengrens (25%)<br>van de bandbreedte aangegeven. ....   | 420 |
| Figuur 9-21: | De ontwikkeling van de verhouding tussen secundaire en primaire consumenten in de<br>Zeeschelde. Met stippellijnen zijn de ondergrens (1%) en de bovengrens (25%) van<br>de bandbreedte aangegeven. ....  | 420 |
| Figuur A-1:  | Datapunten van jaargemiddelde hoogwaterstanden voor Euro Platform voor de periode<br>1983-2015 en een LOESS filter met spanwijdte van 6 jaar. ....  | 431 |
| Figuur A-2:  | Datapunten van jaargemiddelde hoogwaterstanden voor Vlake van de Raan voor de<br>periode van 1996-2015 en een LOESS filter met spanwijdte van 6 jaar. ....  | 431 |
| Figuur A-3:  | Resultaten trendanalyse jaargemiddelde hoogwaterstanden Westkapelle met de trends<br>t/m 2009 en 2015 voor de periode 1955-2015 en de bijbehorende<br>betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen. ....  | 432 |
| Figuur A-4:  | Residuen trendanalyse T2009 met een forecast t/m 2015 en de nieuwe trend t/m<br>2015 voor Westkapelle (in T2009 is geen trendbreuk opgelegd). ....  | 432 |
| Figuur A-5:  | Resultaten trendanalyse jaargemiddelde hoogwaterstanden Cadzand met de trends<br>t/m 2009 en 2015 voor de periode 1967-2015 en de bijbehorende<br>betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen. ....  | 433 |
| Figuur A-6:  | Residuen trendanalyse T2009 met een forecast t/m 2015 en de nieuwe trend t/m<br>2015 voor Cadzand (in T2009 is geen trendbreuk opgelegd). ....  | 433 |

|              |  |     |
|--------------|--|-----|
| Figuur A-7:  | Resultaten trendanalyse jaargemiddelde hoogwaterstanden Vlissingen met de trends t/m 2009 en 2015 voor de periode 1881-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen. Trendbreuk: jaar 1965. ....   | 434 |
| Figuur A-8:  | Residuen trendanalyse T2009 met een forecast t/m 2015 en de nieuwe trend t/m 2015 voor Vlissingen (trendbreuk: jaar 1965). ....  | 434 |
| Figuur A-9:  | Resultaten trendanalyse jaargemiddelde hoogwaterstanden Hansweert met de trends t/m 2009 en 2015 voor de periode 1881-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen. Trendbreuk: jaar 1960 .....    | 435 |
| Figuur A-10: | Residuen trendanalyse T2009 met een forecast t/m 2015 en de nieuwe trend t/m 2015 voor Hansweert (trendbreuk: jaar 1960). ....   | 435 |
| Figuur A-11: | Datapunten van jaargemiddelde hoogwaterstanden voor Breskens Veerhaven voor de periode van 1996-2015 en een LOESS filter met spanwijdte van 6 jaar.....  | 436 |
| Figuur A-12: | Datapunten van jaargemiddelde hoogwaterstanden voor Gat van Borssele voor de periode van 1996-2015 en een LOESS filter met spanwijdte van 6 jaar.....  | 436 |
| Figuur A-13: | Resultaten trendanalyse jaargemiddelde hoogwaterstanden Terneuzen met de trends t/m 2009 en 2015 voor de periode 1878-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen. Trendbreuk: jaar 1960. ....    | 437 |
| Figuur A-14: | Residuen trendanalyse T2009 met een forecast t/m 2015 en de nieuwe trend t/m 2015 voor Terneuzen (trendbreuk: jaar 1960).....  | 438 |
| Figuur A-15: | Datapunten van jaargemiddelde hoogwaterstanden voor Overloop van Hansweert voor de periode van 1997-2015 en een LOESS filter met spanwijdte van 6 jaar .....   | 438 |
| Figuur A-16: | Datapunten van jaargemiddelde hoogwaterstanden voor Walsoorden voor de periode van 1996-2015 en een LOESS filter met spanwijdte van 6 jaar. ....   | 439 |
| Figuur A-17: | Datapunten van jaargemiddelde hoogwaterstanden voor Baalhoek voor de periode van 1996-2015 en een LOESS filter met spanwijdte van 6 jaar .....   | 439 |
| Figuur A-18: | Datapunten van jaargemiddelde hoogwaterstanden voor Schaar van de Noord voor de periode van 1996-2015 en een LOESS filter met spanwijdte van 6 jaar.....   | 440 |
| Figuur A-19: | Resultaten trendanalyse jaargemiddelde hoogwaterstanden Bath met de trends t/m 2009 en 2015 voor de periode 1862-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen. Trendbreuk: jaar 1975. ....         | 440 |
| Figuur A-20: | Residuen trendanalyse T2009 met een forecast t/m 2015 en de nieuwe trend t/m 2015 voor Bath (trendbreuk: jaar 1975).....   | 441 |
| Figuur A-21: | Resultaten trendanalyse jaargemiddelde hoogwaterstanden Prosperpolder met de trends t/m 2009 en 2015 voor de periode 1952-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen. ....                       | 441 |
| Figuur A-22: | Residuen trendanalyse T2009 met een forecast t/m 2015 en de nieuwe trend t/m 2015 voor Prosperpolder.....  | 442 |
| Figuur A-23: | Resultaten trendanalyse jaargemiddelde hoogwaterstanden Liefkenshoek met de trends t/m 2009 en 2015 voor de periode 1947-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen. Trendbreuk: jaar 1975. .... | 442 |
| Figuur A-24: | Residuen trendanalyse T2009 met een forecast t/m 2015 en de nieuwe trend t/m 2015 voor Liefkenshoek (trendbreuk: jaar 1975). ....  | 443 |
| Figuur A-25: | Resultaten trendanalyse jaargemiddelde hoogwaterstanden Kallosluis met de trends t/m 2009 en 2015 voor de periode 1982-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen. ....                          | 443 |
| Figuur A-26: | Residuen trendanalyse T2009 met een forecast t/m 2015 en de nieuwe trend t/m 2015 voor Kallosluis. ....  | 444 |
| Figuur A-27: | Resultaten trendanalyse jaargemiddelde hoogwaterstanden Antwerpen met de trends t/m 2009 en 2015 voor de periode 1901-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen. Trendbreuk: jaar 1974. ....    | 444 |
| Figuur A-28: | Residuen trendanalyse T2009 met een forecast t/m 2015 en de nieuwe trend t/m 2015 voor Antwerpen (trendbreuk: jaar 1974). ....   | 445 |

|              |   |     |
|--------------|---|-----|
| Figuur A-29: | Resultaten trendanalyse jaargemiddelde hoogwaterstanden Hemiksem met de trends t/m 2009 en 2015 voor de periode 1981-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen. ....                           | 445 |
| Figuur A-30: | Residuen trendanalyse T2009 met een forecast t/m 2015 en de nieuwe trend t/m 2015 voor Hemiksem (trendbreuk: 1981, data 1940-1960 niet getoond). ....   | 446 |
| Figuur A-31: | Resultaten trendanalyse jaargemiddelde hoogwaterstanden Schelle met de trends t/m 2009 en 2015 voor de periode 1901-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen. Trendbreuk: jaar 1975.....      | 446 |
| Figuur A-32: | Residuen trendanalyse T2009 met een forecast t/m 2015 en de nieuwe trend t/m 2015 voor Schelle (trendbreuk: jaar 1975).....   | 447 |
| Figuur A-33: | Resultaten trendanalyse jaargemiddelde hoogwaterstanden Boom met de trends t/m 2009 en 2015 voor de periode 1973-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen. ....                               | 447 |
| Figuur A-34: | Residuen trendanalyse T2009 met een forecast t/m 2015 en de nieuwe trend t/m 2015 voor Boom. ....   | 448 |
| Figuur A-35: | Resultaten trendanalyse jaargemiddelde hoogwaterstanden Walem met de trends t/m 2009 en 2015 voor de periode 1901-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen. Trendbreuk: jaar 1975.....        | 448 |
| Figuur A-36: | Residuen trendanalyse T2009 met een forecast t/m 2015 en de nieuwe trend t/m 2015 voor Walem (trendbreuk: jaar 1975). ....  | 449 |
| Figuur A-37: | Resultaten trendanalyse jaargemiddelde hoogwaterstanden Duffel-Sluis met de trends t/m 2009 en 2015 voor de periode 1963-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen. Trendbreuk: jaar 1975..... | 449 |
| Figuur A-38: | Residuen trendanalyse T2009 met een forecast t/m 2015 en de nieuwe trend t/m 2015 voor Duffel-Sluis (trendbreuk: jaar 1975). ....   | 450 |
| Figuur A-39: | Resultaten trendanalyse jaargemiddelde hoogwaterstanden Mechelen-Benedensluis met de trends t/m 2009 en 2015 voor de periode 1980-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen. ....              | 450 |
| Figuur A-40: | Residuen trendanalyse T2009 met een forecast t/m 2015 en de nieuwe trend t/m 2015 voor Mechelen-Benedensluis.....   | 451 |
| Figuur A-41: | Resultaten trendanalyse jaargemiddelde hoogwaterstanden Lier-Molbrug met de trends t/m 2009 en 2015 voor de periode 1981-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen. ....                       | 451 |
| Figuur A-42: | Residuen trendanalyse T2009 met een forecast t/m 2015 en de nieuwe trend t/m 2015 voor Lier-Molbrug.....  | 452 |
| Figuur A-43: | Datapunten van jaargemiddelde hoogwaterstanden voor Lier-Maasfort voor de periode 1981-2015 en een LOESS filter met spanwijdte van 6 jaar. ....   | 452 |
| Figuur A-44: | Resultaten trendanalyse jaargemiddelde hoogwaterstanden Temse met de trends t/m 2009 en 2015 voor de periode 1901-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen. Trendbreuk: jaar 1974.....        | 453 |
| Figuur A-45: | Residuen trendanalyse T2009 met een forecast t/m 2015 en de nieuwe trend t/m 2015 voor Temse (trendbreuk: jaar 1974). ....  | 453 |
| Figuur A-46: | Resultaten trendanalyse jaargemiddelde hoogwaterstanden Tielrode met de trends t/m 2009 en 2015 voor de periode 1901-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen. ....                           | 454 |
| Figuur A-47: | Residuen trendanalyse T2009 met een forecast t/m 2015 en de nieuwe trend t/m 2015 voor Tielrode. ....   | 454 |
| Figuur A-48: | Resultaten trendanalyse jaargemiddelde hoogwaterstanden Sint-Amands met de trends t/m 2009 en 2015 voor de periode 1951-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen. ....                        | 455 |
| Figuur A-49: | Residuen trendanalyse T2009 met een forecast t/m 2015 en de nieuwe trend t/m 2015 voor Sint-Amands. ....  | 455 |

|              |  |     |
|--------------|--|-----|
| Figuur A-50: | Resultaten trendanalyse jaargemiddelde hoogwaterstanden Dendermonde met de trends t/m 2009 en 2015 voor de periode 1901-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen. Trendbreuk: jaar 1974. ....                            | 456 |
| Figuur A-51: | Residuen trendanalyse T2009 met een forecast t/m 2015 en de nieuwe trend t/m 2015 voor Dendermonde (trendbreuk: jaar 1974).....  | 456 |
| Figuur A-52: | Resultaten trendanalyse jaargemiddelde hoogwaterstanden Schoonaarde met de trends t/m 2009 en 2015 voor de periode 1901-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen. Trendbreuk: jaar 1971. ....                            | 457 |
| Figuur A-53: | Residuen trendanalyse T2009 met een forecast t/m 2015 en de nieuwe trend t/m 2015 voor Schoonaarde (trendbreuk: jaar 1971). ....   | 457 |
| Figuur A-54: | Resultaten trendanalyse jaargemiddelde hoogwaterstanden Wetteren met de trends t/m 2009 en 2015 voor de periode 1981-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen. ....  | 458 |
| Figuur A-55: | Residuen trendanalyse T2009 met een forecast t/m 2015 en de nieuwe trend t/m 2015 voor Wetteren. ....  | 458 |
| Figuur A-56: | Resultaten trendanalyse jaargemiddelde hoogwaterstanden Melle met de trends t/m 2009 en 2015 voor de periode 1971-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen. Trendbreuk: jaar 1974. ....                                  | 459 |
| Figuur A-57: | Residuen trendanalyse T2009 met een forecast t/m 2015 en de nieuwe trend t/m 2015 voor Melle (trendbreuk: jaar 1974). ....   | 459 |
| Figuur A-58: | Resultaten trendanalyse jaargemiddelde waterstanden Westkapelle met de trends t/m 2009 en 2015 voor de periode 1971-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen. ....   | 461 |
| Figuur A-59: | Resultaten trendanalyse jaargemiddelde waterstanden Cadzand met de trends t/m 2009 en 2015 voor de periode 1971-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen. ....   | 461 |
| Figuur A-60: | Resultaten trendanalyse jaargemiddelde waterstanden Vlissingen met de trends t/m 2009 en 2015 voor de periode 1911-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen. ....  | 462 |
| Figuur A-61: | Resultaten trendanalyse jaargemiddelde waterstanden Terneuzen met de trends t/m 2009 en 2015 voor de periode 1940-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen. ....   | 462 |
| Figuur A-62: | Resultaten trendanalyse jaargemiddelde waterstanden Hansweert met de trends t/m 2009 en 2015 voor de periode 1939-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen. ....   | 463 |
| Figuur A-63: | Resultaten trendanalyse jaargemiddelde waterstanden Bath met de trends t/m 2009 en 2015 voor de periode 1971-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen. ....  | 463 |
| Figuur A-64: | Datapunten 99 <sup>e</sup> percentiel hoogwaterstanden voor Euro Platform voor de periode 1983-2015 en een LOESS filter met spanwijdte van 6 jaar. ....  | 465 |
| Figuur A-65: | Datapunten van 99 <sup>e</sup> percentiel hoogwaterstanden voor Vlake van de Raan voor de periode 1996-2015 en een LOESS filter met spanwijdte van 6 jaar.....   | 465 |
| Figuur A-66: | Datapunten van 99 <sup>e</sup> percentiel hoogwaterstanden voor Westkapelle voor de periode 1954-2015 en een LOESS filter met spanwijdte van 6 jaar. ....  | 466 |
| Figuur A-67: | Datapunten van 99 <sup>e</sup> percentiel hoogwaterstanden voor Cadzand voor de periode 1966-2015 en een LOESS filter met spanwijdte van 6 jaar. ....  | 466 |
| Figuur A-68: | Resultaten trendanalyse 99 <sup>e</sup> percentiel hoogwaterstanden Vlissingen met de geëxtrapoleerde trend van 2009 tot 2015 voor de periode 1881-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen. Trendbreuk: jaar 1955. .... | 467 |
| Figuur A-69: | Residuen trendanalyse 99 <sup>e</sup> percentiel hoogwaterstanden T2009 met een forecast t/m 2015 en de nieuwe trend t/m 2015 voor Vlissingen (trendbreuk: jaar 1955). ....  | 467 |

|              |   |     |
|--------------|---|-----|
| Figuur A-70: | Resultaten trendanalyse 99 <sup>e</sup> percentiel hoogwaterstanden Hansweert met de geëxtrapoleerde trend van 2009 tot 2015 voor de periode 1880-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen. Trendbreuk: jaar 1960. .... | 468 |
| Figuur A-71: | Residuen trendanalyse T2009 met een forecast t/m 2015 en de nieuwe trend t/m 2015 voor Hansweert (trendbreuk: jaar 1960).....   | 468 |
| Figuur A-72: | Datapunten van jaargemiddelde 99 percentiel hoogwaterstanden voor Breskens-Veerhaven t/m 2015 voor de periode 1996-2015 en een LOESS filter met spanwijdte van 6 jaar. ....   | 469 |
| Figuur A-73: | Datapunten van jaargemiddelde 99 percentiel hoogwaterstanden voor Gat van Borssele t/m 2015 voor de periode 1996-2015 en een LOESS filter met spanwijdte van 6 jaar. ....   | 469 |
| Figuur A-74: | Resultaten trendanalyse 99 <sup>e</sup> percentiel hoogwaterstanden Terneuzen met de geëxtrapoleerde trend van 2009 tot 2015 voor de periode 1878-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen. Trendbreuk: jaar 1960. .... | 470 |
| Figuur A-75: | Residuen trendanalyse T2009 vanaf de trendbreuk in 1960 met een forecast t/m 2015 en de nieuwe trend t/m 2015 voor Terneuzen.....   | 470 |
| Figuur A-76: | Resultaten trendanalyse 99 <sup>e</sup> percentiel hoogwaterstanden Overloop van Hansweert met de trends t/m 2009 en 2015 voor de periode 1997-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen. ....                           | 471 |
| Figuur A-77: | Residuen trendanalyse T2009 met een forecast t/m 2015 en de nieuwe trend t/m 2015 voor Overloop van Hansweert.....  | 471 |
| Figuur A-78: | Datapunten van jaargemiddelde 99 percentiel hoogwaterstanden voor Walsoorden t/m 2015 voor de periode 1996-2015 en een LOESS filter met spanwijdte van 6 jaar. ....   | 472 |
| Figuur A-79: | Datapunten van jaargemiddelde 99 percentiel hoogwaterstanden voor Baalhoek t/m 2015 voor de periode 1996-2015 en een LOESS filter met spanwijdte van 6 jaar. ....   | 472 |
| Figuur A-80: | Datapunten van jaargemiddelde 99 percentiel hoogwaterstanden voor Schaar van de Noord t/m 2015 voor de periode 1996-2015 en een LOESS filter met spanwijdte van 6 jaar. ....  | 473 |
| Figuur A-81: | Resultaten trendanalyse 99 <sup>e</sup> percentiel hoogwaterstanden Bath met de geëxtrapoleerde trend van 2009 tot 2015 voor de periode 1982-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen. Trendbreuk: jaar 1965. ....      | 473 |
| Figuur A-82: | Residuen trendanalyse T2009 vanaf de trendbreuk in 1965 met een forecast t/m 2015 en de nieuwe trend t/m 2015 voor Bath.....  | 474 |
| Figuur A-83: | Datapunten van jaargemiddelde 99 percentiel hoogwaterstanden voor Prosperpolder t/m 2015 voor de periode 1971-2015 en een LOESS filter met spanwijdte van 7 jaar. ....  | 474 |
| Figuur A-84: | Datapunten van jaargemiddelde 99 percentiel hoogwaterstanden voor Liefkenshoek t/m 2015 voor de periode 1947-2015 en een LOESS filter met spanwijdte van 6 jaar. ....   | 475 |
| Figuur A-85: | Datapunten van jaargemiddelde 99 percentiel hoogwaterstanden voor Kallosluis t/m 2015 voor de periode 1982-2015 en een LOESS filter met spanwijdte van 6 jaar. ....   | 475 |
| Figuur A-86: | Resultaten trendanalyse 99 <sup>e</sup> percentiel hoogwaterstanden Antwerpen met de trends t/m 2009 en 2015 voor de periode 1971-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen. ....  | 476 |
| Figuur A-87: | Residuen trendanalyse T2009 met een forecast t/m 2015 en de nieuwe trend t/m 2015 voor Antwerpen. ....  | 476 |
| Figuur A-88: | Resultaten trendanalyse 99 <sup>e</sup> percentiel hoogwaterstanden Hemiksem met de trends t/m 2009 en 2015 voor de periode 1981-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen. ....   | 477 |
| Figuur A-89: | Residuen trendanalyse T2009 met een forecast t/m 2015 en de nieuwe trend t/m 2015 voor Hemiksem.....  | 477 |

|  |     |
|--|-----|
| Figuur A-90: Resultaten trendanalyse 99 <sup>e</sup> percentiel hoogwaterstanden Schelle met de trends t/m 2009 en 2015 voor de periode 1971-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen. ....      | 478 |
| Figuur A-91: Residuen trendanalyse T2009 met een forecast t/m 2015 en de nieuwe trend t/m 2015 voor Schelle. ....  | 478 |
| Figuur A-92: Resultaten trendanalyse 99 <sup>e</sup> percentiel hoogwaterstanden Boom met de trends t/m 2009 en 2015 voor de periode 1973-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen. ....         | 479 |
| Figuur A-93: Residuen trendanalyse T2009 met een forecast t/m 2015 en de nieuwe trend t/m 2015 voor Boom. ....   | 479 |
| Figuur A-94: Datapunten van jaargemiddelde hoogwaterstanden voor Walem t/m 2015 voor de periode 1981-2015 en een LOESS filter met spanwijdte van 7 jaar. ....  | 480 |
| Figuur A-95: Datapunten van jaargemiddelde hoogwaterstanden voor Duffel-Sluis t/m 2015 voor de periode 1981-2015 en een LOESS filter met spanwijdte van 6 jaar. ....   | 480 |
| Figuur A-96: Datapunten van jaargemiddelde hoogwaterstanden voor Mechelen-Benedensluis t/m 2015 voor de periode 1980-2015 en een LOESS filter met spanwijdte van 6 jaar. ....  | 481 |
| Figuur A-97: Datapunten van jaargemiddelde hoogwaterstanden voor Lier-Molbrug t/m 2015 voor de periode 1981-2015 en een LOESS filter met spanwijdte van 6 jaar. ....   | 481 |
| Figuur A-98: Datapunten van jaargemiddelde hoogwaterstanden voor Lier-Maasfort t/m 2015 voor de periode 1981-2015 en een LOESS filter met spanwijdte van 6 jaar. ....  | 482 |
| Figuur A-99: Datapunten van jaargemiddelde hoogwaterstanden voor Temse t/m 2015 voor de periode 1981-2015 en een LOESS filter met spanwijdte van 7 jaar. ....  | 482 |
| Figuur A-100: Datapunten van jaargemiddelde hoogwaterstanden voor Tielrode t/m 2015 voor de periode 1981-2015 en een LOESS filter met spanwijdte van 7 jaar. ....  | 483 |
| Figuur A-101: Datapunten van jaargemiddelde hoogwaterstanden voor Sint-Amands t/m 2015 voor de periode 1981-2015 en een LOESS filter met spanwijdte van 6 jaar. ....   | 483 |
| Figuur A-102: Resultaten trendanalyse 99 <sup>e</sup> percentiel hoogwaterstanden Dendermonde met de trends t/m 2009 en 2015 voor de periode 1971-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen. .... | 484 |
| Figuur A-103: Residuen trendanalyse T2009 met een forecast t/m 2015 en de nieuwe trend t/m 2015 voor Dendermonde. ....   | 484 |
| Figuur A-104: Datapunten van jaargemiddelde hoogwaterstanden voor Schoonaarde t/m 2015 voor de 1981-2015 en een LOESS filter met spanwijdte van 7 jaar. ....   | 485 |
| Figuur A-105: Datapunten van jaargemiddelde hoogwaterstanden voor Wetteren t/m 2015 voor de periode 1981-2015 en een LOESS filter met spanwijdte van 6 jaar. ....  | 485 |
| Figuur A-106: Resultaten trendanalyse 99 <sup>e</sup> percentiel hoogwaterstanden Melle met de trends t/m 2009 en 2015 voor de periode 1971-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen. ....       | 486 |
| Figuur A-107: Residuen trendanalyse T2009 met een forecast t/m 2015 en de nieuwe trend t/m 2015 voor Melle. ....   | 486 |
| Figuur A-108: Jaarlijks gemiddelde significante golfhoogte voor golfmeetboei Deurloo (DELO) 1997-2015. ....  | 487 |
| Figuur A-109: Jaarlijks gemiddelde significante golfhoogte voor golfmeetboei Wielingen (WIEL) 1997-2015. ....  | 487 |
| Figuur A-110: Jaarlijks gemiddelde significante golfhoogte voor golfmeetboei Cadzand (CADW) 1998-2015. ....  | 488 |
| Figuur A-111: Jaarlijks gemiddelde significante golfhoogte voor golfmeetboei Westerschelde Container Terminal (WCT1) 2001-2015. ....   | 488 |
| Figuur A-112: Jaarlijks gemiddelde significante golfhoogte voor golfmeetboei Hoofdplaat (HFPL) 2000-2015. ....   | 489 |
| Figuur A-113: Jaarlijks gemiddelde significante golfhoogte voor golfmeetboei Pas van Terneuzen (PVT1) 2002-2015. ....  | 489 |

|   |     |
|---|-----|
| Figuur A-114: Jaarlijks gemiddelde significante golfhoogte voor golfmeetboei Hansweert (HAWI) 2000-2015. ....   | 490 |
| Figuur A-115: Jaarlijks gemiddelde significante golfhoogte voor golfmeetboei Bath 2000-2015 en de T2009 trend inclusief de bijbehorende betrouwbaarheids- en predictie-intervallen.....   | 490 |
| Figuur A-116: Jaarlijkse cumulatieve verdelingen van de significante golfhoogte te Deurloo (2010-2015) en de uiterste grenzen.....  | 491 |
| Figuur A-117: Jaarlijkse cumulatieve verdelingen van de significante golfhoogte te Wielingen (2010-2015) en de uiterste grenzen.....  | 491 |
| Figuur A-118: Jaarlijkse cumulatieve verdelingen van de significante golfhoogte te Cadzand (2010-2015) en de uiterste grenzen.....  | 492 |
| Figuur A-119: Jaarlijkse cumulatieve verdelingen van de significante golfhoogte te Westerschelde Container Terminal (2010-2015) en de uiterste grenzen. ....  | 492 |
| Figuur A-120: Jaarlijkse cumulatieve verdelingen van de significante golfhoogte te Hoofdplaat (2010-2015) en de uiterste grenzen.....   | 493 |
| Figuur A-121: Jaarlijkse cumulatieve verdelingen van de significante golfhoogte te Pas van Terneuzen (2010-2011) en de uiterste grenzen. ....   | 493 |
| Figuur A-122: Jaarlijkse cumulatieve verdelingen van de significante golfhoogte te Hansweert (2010-2015) en de uiterste grenzen.....  | 494 |
| Figuur A-123: Jaarlijkse cumulatieve verdelingen van de significante golfhoogte te Bath (2010-2015) en de uiterste grenzen.....   | 494 |
| Figuur A-124: Datapunten van het jaargemiddelde getijslag voor Cadzand voor de periode 1966-2015 en een LOESS filter met spanwijdte van 6 jaar. ....  | 495 |
| Figuur A-125: Datapunten van het jaargemiddelde getijslag voor Westkapelle voor de periode 1954-2015 en een LOESS filter met spanwijdte van 6 jaar. ....  | 495 |
| Figuur A-126: Datapunten van het jaargemiddelde getijslag voor Vlissingen voor de periode 1881-2015 en een LOESS filter met spanwijdte van 6 jaar. ....   | 496 |
| Figuur A-127: Resultaten trendanalyse van het jaargemiddelde getijslag voor Terneuzen met de trends t/m 2009 en 2015 voor de periode 1878-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen. Trendbreuk: jaar 1960.....    | 496 |
| Figuur A-128: Datapunten van het jaargemiddelde getijslag voor Hansweert voor de periode 1880-2015 en een LOESS filter met spanwijdte van 6 jaar. ....  | 497 |
| Figuur A-129: Resultaten trendanalyse van het jaargemiddelde getijslag voor Bath met de trends t/m 2009 en 2015 voor de periode 1862-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen. Trendbreuk: jaar 1975.....         | 497 |
| Figuur A-130: Resultaten trendanalyse van het jaargemiddelde getijslag voor Liefkenshoek met de trends t/m 2009 en 2015 voor de periode 1947-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen. Trendbreuk: jaar 1975..... | 498 |
| Figuur A-131: Resultaten trendanalyse van het jaargemiddelde getijslag voor Antwerpen met de trends t/m 2009 en 2015 voor de periode 1901-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen. Trendbreuk: jaar 1975.....    | 498 |
| Figuur A-132: Resultaten trendanalyse van het jaargemiddelde getijslag voor Schelle met de trends t/m 2009 en 2015 voor de periode 1901-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen. Trendbreuk: jaar 1975.....      | 499 |
| Figuur A-133: Resultaten trendanalyse van het jaargemiddelde getijslag voor Temse met de trends t/m 2009 en 2015 voor de periode 1901-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen. Trendbreuk: jaar 1975.....        | 499 |
| Figuur A-134: Resultaten trendanalyse van het jaargemiddelde getijslag voor Dendermonde met de trends t/m 2009 en 2015 voor de periode 1901-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen. Trendbreuk: jaar 1975.....  | 500 |
| Figuur A-135: Resultaten trendanalyse van het jaargemiddelde getijslag voor Schoonaarde met de trends t/m 2009 en 2015 voor de periode 1901-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen. Trendbreuk: 1971.....       | 500 |

|  |     |
|--|-----|
| Figuur A-136: Resultaten trendanalyse van het jaargemiddelde getijslag voor Melle met de trends t/m 2009 en 2015 voor de periode 1901-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen. Trendbreuk: 1975. ....             | 501 |
| Figuur A-137: Resultaten trendanalyse van het jaargemiddelde getijslag voor Walem met de trends t/m 2009 en 2015 voor de periode 1901-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen. Trendbreuk: jaar 1975. ....        | 501 |
| Figuur A-138: Resultaten trendanalyse van het jaargemiddelde getijslag voor Duffel-Sluis met de trends t/m 2009 en 2015 voor de periode 1963-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen. Trendbreuk: jaar 1970. .... | 502 |
| Figuur A-139: Resultaten trendanalyse van het jaargemiddelde getijslag voor Tielrode met de trends t/m 2009 en 2015 voor de periode 1906-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen. Trendbreuk: jaar 1970. ....     | 502 |
| Figuur A-140: Datapunten M2 amplitude voor Cadzand voor de periode 1971-2015 en een LOESS filter met spanwijdte van 6 jaar. ....   | 503 |
| Figuur A-141: Datapunten M4 amplitude voor Cadzand voor de periode 1971-2015 en een LOESS filter met spanwijdte van 6 jaar. ....   | 503 |
| Figuur A-142: Resultaten trendanalyse S2 amplitude Cadzand met de trends t/m 2009 en 2015 voor de periode 1971-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen. ....  | 504 |
| Figuur A-143: Datapunten N2 amplitude voor Cadzand voor de periode 1971-2015 en een LOESS filter met spanwijdte van 6 jaar. ....   | 504 |
| Figuur A-144: Datapunten M2 amplitude voor Westkapelle voor de periode 1971-2015 en een LOESS filter met spanwijdte van 6 jaar. ....   | 505 |
| Figuur A-145: Resultaten trendanalyse M4 amplitude Westkapelle met de trends t/m 2009 en 2015 voor de periode 1971-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen. ....  | 505 |
| Figuur A-146: Datapunten S2 amplitude voor Westkapelle voor de periode 1971-2015 en een LOESS filter met spanwijdte van 6 jaar. ....   | 506 |
| Figuur A-147: Datapunten N2 amplitude voor Westkapelle voor de periode 1971-2015 en een LOESS filter met spanwijdte van 6 jaar. ....   | 506 |
| Figuur A-148: Resultaten trendanalyse M2 amplitude Vlissingen met de trends t/m 2009 en 2015 voor de periode 1911-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen. Trendbreuk: jaar 1975. ....                            | 507 |
| Figuur A-149: Resultaten trendanalyse M4 amplitude Vlissingen met de trends t/m 2009 en 2015 voor de periode 1911-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen. Trendbreuk: jaar 1975. ....                            | 507 |
| Figuur A-150: Datapunten S2 amplitude voor Vlissingen voor de periode 1911-2015 en een LOESS filter met spanwijdte van 6 jaar. ....  | 508 |
| Figuur A-151: Datapunten N2 amplitude voor Vlissingen voor de periode 1911-2015 en een LOESS filter met spanwijdte van 6 jaar. ....  | 508 |
| Figuur A-152: Resultaten trendanalyse M2 amplitude Terneuzen met de trends t/m 2009 en 2015 voor de periode 1940-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen. Trendbreuk: jaar 1975. ....                             | 509 |
| Figuur A-153: Datapunten M4 amplitude voor Terneuzen voor de periode 1940-2015 en een LOESS filter met spanwijdte van 6 jaar. ....   | 509 |
| Figuur A-154: Datapunten S2 amplitude voor Terneuzen voor de periode 1940-2015 en een LOESS filter met spanwijdte van 6 jaar. ....   | 510 |
| Figuur A-155: Datapunten N2 amplitude voor Terneuzen voor de periode 1940-2015 en een LOESS filter met spanwijdte van 6 jaar. ....   | 510 |
| Figuur A-156: Resultaten trendanalyse M2 amplitude Hansweert met de trends t/m 2009 en 2015 voor de periode 1939-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen. ....  | 511 |



|  |     |
|--|-----|
| Figuur A-157: Resultaten trendanalyse M4 amplitude Hansweert met de trends t/m 2009 en 2015 voor de periode 1939-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen. Trendbreuk: jaar 1975.....  | 511 |
| Figuur A-158: Resultaten trendanalyse S2 amplitude Hansweert met de trends t/m 2009 en 2015 voor de periode 1939-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen. ....  | 512 |
| Figuur A-159: Resultaten trendanalyse N2 amplitude Hansweert met de trends t/m 2009 en 2015 voor de periode 1939-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen. ....  | 512 |
| Figuur A-160: Resultaten trendanalyse M2 amplitude Bath met de trends t/m 2009 en 2015 voor de periode 1971-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen. Trendbreuk: jaar 1980.....   | 513 |
| Figuur A-161: Datapunten M4 amplitude voor Bath voor de periode 1971-2015 en een LOESS filter met spanwijdte van 6 jaar.....   | 513 |
| Figuur A-162: Resultaten trendanalyse S2 amplitude Bath met de trends t/m 2009 en 2015 voor de periode 1971-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen. Trendbreuk: jaar 1980.....   | 514 |
| Figuur A-163: Resultaten trendanalyse N2 amplitude Bath met de trends t/m 2009 en 2015 voor de periode 1971-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen.....  | 514 |
| Figuur A-164: Datapunten jaargemiddelde astronomisch hoogwater voor Cadzand voor de periode 1971-2015 en een LOESS filter met spanwijdte van 6 jaar. ....  | 515 |
| Figuur A-165: Datapunten jaargemiddelde astronomisch laagwater voor Cadzand voor de periode 1971-2015 en een LOESS filter met spanwijdte van 6 jaar. ....  | 515 |
| Figuur A-166: Datapunten jaargemiddelde astronomisch hoogwater voor Westkapelle voor de periode 1971-2015 en een LOESS filter met spanwijdte van 6 jaar.....   | 516 |
| Figuur A-167: Datapunten jaargemiddelde astronomisch laagwater voor Westkapelle voor de periode 1971-2015 en een LOESS filter met spanwijdte van 6 jaar. ....  | 516 |
| Figuur A-168: Datapunten jaargemiddelde astronomisch hoogwater voor Vlissingen voor de periode 1911-2015 en een LOESS filter met spanwijdte van 6 jaar. ....   | 517 |
| Figuur A-169: Datapunten jaargemiddelde astronomisch laagwater voor Vlissingen voor de periode 1911-2015 en een LOESS filter met spanwijdte van 6 jaar. ....   | 517 |
| Figuur A-170: Resultaten trendanalyse jaargemiddelde astronomisch hoogwater voor Terneuzen met de geëxtrapoleerde trend van 2009 tot 2015 voor de periode 1940-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen. Trendbreuk: jaar 1975. .... | 518 |
| Figuur A-171: Resultaten trendanalyse jaargemiddelde astronomisch laagwater voor Terneuzen met de geëxtrapoleerde trend van 2009 tot 2015 voor de periode 1940-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen. Trendbreuk: jaar 1975. .... | 518 |
| Figuur A-172: Datapunten jaargemiddelde astronomisch hoogwater voor Hansweert voor de periode 1939-2015 en een LOESS filter met spanwijdte van 6 jaar. ....  | 519 |
| Figuur A-173: Resultaten trendanalyse jaargemiddelde astronomisch laagwater voor Hansweert met de trends t/m 2009 en 2015 voor de periode 1939-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen. Trendbreuk: jaar 1975.....                  | 519 |
| Figuur A-174: Resultaten trendanalyse jaargemiddelde astronomisch hoogwater voor Bath met de trends t/m 2009 en 2015 voor de periode 1971-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen. Trendbreuk: jaar 1980.....                       | 520 |
| Figuur A-175: Resultaten trendanalyse jaargemiddelde astronomisch laagwater voor Bath met de trends t/m 2009 en 2015 voor de periode 1971-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen. Trendbreuk: jaar 1980.....                       | 520 |
| Figuur A-176: Wateroppervlak bij +3,5 m NAP op de Westerschelde [ $10^6 \text{ m}^3$ ], weergegeven per Macrocel. ....   | 521 |

|  |     |
|--|-----|
| Figuur A-177: Oppervlakte intergetijdengebied (gedefinieerd tussen -2 m NAP en +3,5 m NAP) van de Westerschelde[10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> ], weergegeven per Macrocel. ....   | 521 |
| Figuur A-178: Maximale watervolume [Mm <sup>3</sup> ] dat geborgen kan worden in het intergetijdengebied (gedefinieerd tussen -2 m NAP en +3,5 m NAP) van de Westerschelde, weergegeven per Macrocel. ....   | 522 |
| Figuur A-179: Gemiddeld doorstroomoppervlak van de geulen (onder -2m NAP) op de Westerschelde, weergegeven per macrocel.....   | 522 |
| Figuur A-180: Gemiddelde waterdiepte in de geulen van iedere macrocel op de Westerschelde. De gemiddelde waterdiepte werd berekend onder het referentiepeil -2m NAP. Hierna werd er 2m aan toegevoegd zodanig een waterdiepte ten opzichte van het referentiepeil 0 m NAP te bekomen. .... | 523 |
| Figuur A-181: Wateroppervlak [Mm <sup>2</sup> ] bij 0 m TAW op de Zeeschelde, weergegeven per OMES-segment. ....   | 525 |
| Figuur A-182: Watervolume [Mm <sup>3</sup> ] bij 0 m TAW op de Zeeschelde, weergegeven per OMES-segment. ...   | 526 |
| Figuur A-183: Gemiddelde geuldiepte [m TAW] (hier gedefinieerd als onder 0 m TAW) van de Zeeschelde, weergegeven per OMES-segment. ....  | 527 |
| Figuur B-1: Datapunten van jaargemiddelde laagwaterstanden voor Euro Platform voor de periode 1983-2015 en een LOESS filter met spanwijdte van 6 jaar. ....  | 529 |
| Figuur B-2: Datapunten van jaargemiddelde laagwaterstanden voor Vlake van de Raan voor de periode 1996-2015 en een LOESS filter met spanwijdte van 6 jaar.....   | 529 |
| Figuur B-3: Resultaten trendanalyse jaargemiddelde laagwaterstanden Westkapelle met de trends t/m 2009 en 2015 voor de periode 1955-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen. ....   | 530 |
| Figuur B-4: Residuen trendanalyse T2009 met een forecast t/m 2015 en de nieuwe trend t/m 2015 voor Westkapelle. ....   | 530 |
| Figuur B-5: Resultaten trendanalyse jaargemiddelde laagwaterstanden Cadzand met de trends t/m 2009 en 2015 voor de periode 1966-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen. ....   | 531 |
| Figuur B-6: Residuen trendanalyse T2009 met een forecast t/m 2015 en de nieuwe trend t/m 2015 voor Cadzand. ....   | 531 |
| Figuur B-7: Resultaten trendanalyse jaargemiddelde laagwaterstanden Vlissingen met de trends t/m 2009 en 2015 voor de periode 1881-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen. Trendbreuk: jaar 1965. ....   | 532 |
| Figuur B-8: Residuen trendanalyse T2009 vanaf de trendbreuk in 1965 met een forecast t/m 2015 en de nieuwe trend t/m 2015 voor Vlissingen. ....  | 532 |
| Figuur B-9: Resultaten trendanalyse jaargemiddelde laagwaterstanden Hansweert met de trends t/m 2009 en 2015 voor de periode 1880-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen. Trendbreuk: jaar 1980. ....  | 533 |
| Figuur B-10: Residuen trendanalyse T2009 vanaf de trendbreuk in 1980 met een forecast t/m 2015 en de nieuwe trend t/m 2015 voor Hansweert. ....  | 533 |
| Figuur B-11: Datapunten van jaargemiddelde laagwaterstanden voor Breskens-Veerhaven voor de periode 1996-2015 en een LOESS filter met spanwijdte van 6 jaar.....   | 534 |
| Figuur B-12: Datapunten van jaargemiddelde laagwaterstanden voor Gat van Borsssele voor de periode 1996-2015 en een LOESS filter met spanwijdte van 6 jaar.....  | 534 |
| Figuur B-13: Resultaten trendanalyse jaargemiddelde laagwaterstanden Terneuzen met de trends t/m 2009 en 2015 voor de periode 1878-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen. Trendbreuk: jaar 1960. ....   | 535 |
| Figuur B-14: Residuen trendanalyse T2009 vanaf de trendbreuk in 1960 met een forecast t/m 2015 en de nieuwe trend t/m 2015 voor Terneuzen. ....  | 535 |
| Figuur B-15: Datapunten van jaargemiddelde laagwaterstanden voor Overloop van Hansweert voor de periode 1997-2015 en een LOESS filter met spanwijdte van 6 jaar. ....  | 536 |
| Figuur B-16: Datapunten van jaargemiddelde laagwaterstanden voor Walsoorden voor de periode 1996-2015 en een LOESS filter met spanwijdte van 6 jaar. ....  | 536 |

|              |   |     |
|--------------|---|-----|
| Figuur B-17: | Datapunten van jaargemiddelde laagwaterstanden voor Baal voor de periode 1996-2015 en een LOESS filter met spanwijdte van 6 jaar. ....  | 537 |
| Figuur B-18: | Datapunten van jaargemiddelde laagwaterstanden voor Schaar van de Noord voor de periode 1996-2015 en een LOESS filter met spanwijdte van 6 jaar.....  | 537 |
| Figuur B-19: | Datapunten van jaargemiddelde laagwaterstanden voor Bath voor de periode 1862-2015 en een LOESS filter met spanwijdte van 6 jaar. ....  | 538 |
| Figuur B-20: | Resultaten trendanalyse jaargemiddelde laagwaterstanden Bath voor de periode 1878-2009 (trend niet statistisch significant), extrapolatie van de T2009 trend t/m 2015 inclusief de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen en de realisaties in 2010-2015. Trendbreuk: jaar 1960..... | 538 |
| Figuur B-21: | Resultaten trendanalyse jaargemiddelde laagwaterstanden Prosperpolder met de trends t/m 2009 en 2015 voor de periode 1952-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen. ....  | 539 |
| Figuur B-22: | Residuen trendanalyse T2009 met een forecast t/m 2015 en de nieuwe trend t/m 2015 voor Prosperpolder.....   | 539 |
| Figuur B-23: | Resultaten trendanalyse jaargemiddelde laagwaterstanden Liefkenshoek met de trends t/m 2009 en 2015 voor de periode 1901-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen. Trendbreuk: jaar 1975.....   | 540 |
| Figuur B-24: | Residuen trendanalyse T2009 vanaf de trendbreuk in 1975 met een forecast t/m 2015 en de nieuwe trend t/m 2015 voor Liefkenshoek.....  | 540 |
| Figuur B-25: | Datapunten van jaargemiddelde laagwaterstanden voor Kallosluis voor de periode 1982-2015 en een LOESS filter met spanwijdte van 6 jaar. ....  | 541 |
| Figuur B-26: | Datapunten van jaargemiddelde laagwaterstanden voor Antwerpen voor de periode 1901-2015 en een LOESS filter met spanwijdte van 6 jaar. ....   | 542 |
| Figuur B-27: | Resultaten trendanalyse jaargemiddelde laagwaterstanden Antwerpen voor de periode 1901-2015, extrapolatie van de T2009 trend t/m 2015 inclusief de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen en de realisaties in 2010-2015. Trendbreuk: jaar 1975.....                                 | 542 |
| Figuur B-28: | Resultaten trendanalyse jaargemiddelde laagwaterstanden Hemiksem met de trends t/m 2009 en 2015 voor de periode 1981-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen. ....   | 543 |
| Figuur B-29: | Residuen trendanalyse T2009 met een forecast t/m 2015 en de nieuwe trend t/m 2015 voor Hemiksem.....  | 543 |
| Figuur B-30: | Datapunten van jaargemiddelde laagwaterstanden voor Schelle voor de periode 1901-2015 en een LOESS filter met spanwijdte van 6 jaar. ....   | 544 |
| Figuur B-31: | Datapunten van jaargemiddelde laagwaterstanden voor Boom voor de periode 1973-2015 en een LOESS filter met spanwijdte van 6 jaar. ....  | 544 |
| Figuur B-32: | Resultaten trendanalyse jaargemiddelde laagwaterstanden Walem met de trends t/m 2009 en 2015 voor de periode 1901-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen. Trendbreuk: jaar 1971.....  | 545 |
| Figuur B-33: | Residuen trendanalyse T2009 vanaf de trendbreuk in 1971 met een forecast t/m 2015 en de nieuwe trend t/m 2015 voor Walem.....   | 545 |
| Figuur B-34: | Resultaten trendanalyse jaargemiddelde laagwaterstanden Duffel-Sluis met de trends t/m 2009 en 2015 voor de periode 1963-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen. Trendbreuk: jaar 1970.....   | 546 |
| Figuur B-35: | Residuen trendanalyse T2009 vanaf de trendbreuk in 1970 met een forecast t/m 2015 en de nieuwe trend t/m 2015 voor Duffel-Sluis.....  | 546 |
| Figuur B-36: | Resultaten trendanalyse jaargemiddelde laagwaterstanden Mechelen-Benedensluis met de trends t/m 2009 en 2015 voor de periode 1981-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen. ....  | 547 |
| Figuur B-37: | Residuen trendanalyse T2009 met een forecast t/m 2015 en de nieuwe trend t/m 2015 voor Mechelen-Benedensluis.....   | 547 |

|              |   |     |
|--------------|---|-----|
| Figuur B-38: | Datapunten van jaargemiddelde laagwaterstanden voor Lier-Molbrug voor de periode 1981-2015 en een LOESS filter met spanwijdte van 6 jaar. ....  | 548 |
| Figuur B-39: | Datapunten van jaargemiddelde laagwaterstanden voor Lier-Maasfort voor de periode 1981-2015 en een LOESS filter met spanwijdte van 6 jaar. ....   | 548 |
| Figuur B-40: | Datapunten van jaargemiddelde laagwaterstanden voor Temse voor de periode 1901-2015 en een LOESS filter met spanwijdte van 6 jaar. ....   | 549 |
| Figuur B-41: | Resultaten trendanalyse jaargemiddelde laagwaterstanden Tielrode met de trends t/m 2009 en 2015 voor de periode 1901-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen. Trendbreuk: jaar 1970. ....  | 550 |
| Figuur B-42: | Residuen trendanalyse T2009 vanaf de trendbreuk in 1970 met een forecast t/m 2015 en de nieuwe trend t/m 2015 voor Tielrode. ....   | 550 |
| Figuur B-43: | Datapunten van jaargemiddelde laagwaterstanden voor Sint-Amands voor de periode 1951-2015 en een LOESS filter met spanwijdte van 6 jaar. ....   | 551 |
| Figuur B-44: | Resultaten trendanalyse jaargemiddelde laagwaterstanden Dendermonde met de trends t/m 2009 en 2015 voor de periode 1901-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen. Trendbreuk: jaar 1975. ....                                       | 552 |
| Figuur B-45: | Residuen trendanalyse T2009 vanaf de trendbreuk in 1975 met een forecast t/m 2015 en de nieuwe trend t/m 2015 voor Dendermonde. ....  | 552 |
| Figuur B-46: | Resultaten trendanalyse jaargemiddelde laagwaterstanden Schoonaarde met de trends t/m 2009 en 2015 voor de periode 1901-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen. Trendbreuk: jaar 1971. ....                                       | 553 |
| Figuur B-47: | Residuen trendanalyse T2009 vanaf de trendbreuk in 1971 met een forecast t/m 2015 en de nieuwe trend t/m 2015 voor Schoonaarde. ....  | 553 |
| Figuur B-48: | Datapunten van jaargemiddelde laagwaterstanden voor Wetteren voor de periode 1981-2015 en een LOESS filter met spanwijdte van 6 jaar. ....  | 554 |
| Figuur B-49: | Resultaten trendanalyse jaargemiddelde laagwaterstanden Melle met de trends t/m 2009 en 2015 voor de periode 1971-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen. Trendbreuk: jaar 1974. ....   | 555 |
| Figuur B-50: | Residuen trendanalyse T2009 vanaf de trendbreuk in 1974 met een forecast t/m 2015 en de nieuwe trend t/m 2015 voor Melle. ....  | 555 |
| Figuur B-51: | Ontwikkeling van de looptijd van het jaargemiddelde hoog- en laagwater tussen Vlissingen en de stations Terneuzen (1882-2015), Hansweert (1882-2015) en Bath (1957-2015) inclusief trendlijn en bijbehorende 95%-betrouwbaarheids- en predictie-intervallen. ....       | 557 |
| Figuur B-52: | Ontwikkeling van de looptijd van het jaargemiddelde hoog- en laagwater tussen Vlissingen en de stations Liefkenshoek (1981-2015), Antwerpen (1971-2015) en Schelle (1971-2015) inclusief trendlijn en bijbehorende 95%-betrouwbaarheids- en predictie-intervallen. .... | 558 |
| Figuur B-53: | Ontwikkeling van de looptijd van het jaargemiddelde hoog- en laagwater tussen Vlissingen en de stations Tielrode (1981-2015), Walem (1981-2015) en Duffel-Sluis (1981-2015) inclusief trendlijn en bijbehorende 95%-betrouwbaarheids- en predictie-intervallen. ....    | 559 |
| Figuur B-54: | Ontwikkeling van de looptijd van het jaargemiddelde hoog- en laagwater tussen Vlissingen en stations Dendermonde (1971-2015), Schoonaarde (1981-2015) en Melle (1971-2015) inclusief trendlijn en bijbehorende 95%-betrouwbaarheids- en predictie-intervallen. ....     | 560 |
| Figuur B-55: | Baggerlocaties op de Westerschelde met aanduiding van de ecotopen (Ecotopenkaart Westerschelde 2015). ....  | 562 |
| Figuur B-56: | Baggerlocaties op de Westerschelde met aanduiding van de ecotopen (Ecotopenkaart Westerschelde 2015). ....  | 563 |
| Figuur B-57: | Baggerlocaties op de Beneden-Zeeschelde met aanduiding van de fysiotopen (Ecotopenkaart Beneden-Zeeschelde 2014). ....  | 564 |

|              |  |     |
|--------------|--|-----|
| Figuur B-58: | Stortlocaties in de monding met aanduiding van de – 10 m NAP lijn (Bathymetrie 2014).  | 566 |
| Figuur B-59: | Stortlocaties op de Westerschelde met aanduiding van de ecotopen (Ecotopenkaart Westerschelde 2015).   | 567 |
| Figuur B-60: | Stortlocaties op de Westerschelde met aanduiding van de ecotopen (Ecotopenkaart Westerschelde 2015).   | 568 |
| Figuur B-61: | Stortlocaties op de Beneden-Zeeschelde met aanduiding van de ecotopen (Ecotopenkaart Beneden-Zeeschelde 2014).   | 569 |
| Figuur B-62: | Onderhoudsbaggervolumes [m <sup>3</sup> in situ] op de Westerschelde sinds start registratie in 1905 (Bron: Afdeling Maritieme Toegang, Vlaamse Overheid).                                     | 570 |
| Figuur B-63: | Onderhoudsbaggerwerken [m <sup>3</sup> in situ] op de Westerschelde gealloceerd naar de belangrijkste (in volume) baggerlocaties (Bron: Afdeling Maritieme Toegang, Vlaamse Overheid).         | 573 |
| Figuur B-64: | Onderhoudsbaggerwerken [m <sup>3</sup> in situ] op de Westerschelde gealloceerd naar de belangrijkste (in volume) stortlocaties (Bron: Afdeling Maritieme Toegang, Vlaamse Overheid).          | 576 |
| Figuur B-65: | Onderhoudsbaggervolumes [m <sup>3</sup> in situ] op de Zeeschelde sinds start registratie in 1895 (Bron: Afdeling Maritieme Toegang, Vlaamse Overheid).  | 577 |
| Figuur B-66: | Onderhoudsbaggervolumes slib [m <sup>3</sup> in situ] op de Zeeschelde gealloceerd naar de belangrijkste (in volume) baggerlocaties (Bron: Afdeling Maritieme Toegang, Vlaamse Overheid).      | 580 |
| Figuur B-67: | Onderhoudsbaggervolumes zand [m <sup>3</sup> in situ] op de Zeeschelde gealloceerd naar de belangrijkste (in volume) baggerlocaties (Bron: Afdeling Maritieme Toegang, Vlaamse Overheid).      | 582 |
| Figuur B-68: | Onderhoudsbaggervolumes slib [m <sup>3</sup> in situ] op de Zeeschelde gealloceerd naar de belangrijkste (in volume) stortlocaties (Bron: Afdeling Maritieme Toegang, Vlaamse Overheid).       | 584 |
| Figuur B-69: | Onderhoudsbaggervolumes zand [m <sup>3</sup> in situ] op de Zeeschelde gealloceerd naar de belangrijkste (in volume) stortlocaties (Bron: Afdeling Maritieme Toegang, Vlaamse Overheid).       | 586 |
| Figuur B-70: | Zandwinning [m <sup>3</sup> in situ] in de Westerschelde sinds 1956 (Bron: Rijkswaterstaat).   | 587 |
| Figuur B-71: | Zandwinning [m <sup>3</sup> in situ] in de Zeeschelde sinds 1990 (Bron: Afdeling Maritieme Toegang en Waterwegen & Zeekanaal, Vlaamse Overheid).   | 588 |
| Figuur B-73: | Locatie sedimentstaalnames in de monding met aanduiding van de -10 m NAP lijn (bathymetrie 2014).  | 592 |
| Figuur B-74: | Locatie sedimentstaalnames in de Westerschelde (westelijk deel) met aanduiding van de ecotopen (Ecotopenkaart Westerschelde 2015).   | 593 |
| Figuur B-75: | Locatie sedimentstaalnames in de Westerschelde (oostelijk deel) met aanduiding van de ecotopen (Ecotopenkaart Westerschelde 2015).   | 594 |
| Figuur B-76: | Locatie sedimentstaalnames in de Beneden-Zeeschelde (noordelijk deel) met aanduiding van de fysiotopen (Ecotopenkaart Beneden-Zeeschelde 2014) en OMES-segmenten.                              | 595 |
| Figuur B-77: | Locatie sedimentstaalnames in de Beneden- en Boven-Zeeschelde met aanduiding van de fysiotopen (Ecotopenkaart Beneden-Zeeschelde 2014; Ecotopenkaart Boven-Zeeschelde 2013) en OMES-segmenten. | 596 |
| Figuur B-78: | Sedimentologische evolutie m.b.v. staalnames uitgevoerd door het Waterbouwkundig laboratorium en geanalyseerd door het VMM. Bron: VMM.   | 617 |
| Figuur C-1:  | Hypsometrische curves per macrocel: Grootschalige verandering sinds 1955. De arealen zijn genormaliseerd door te delen door het totale oppervlak.  | 624 |
| Figuur C-2:  | Zandbalans voor MC1, 2 en MC3 (Bron: Sedimentbalans Rijkswaterstaat Zee en Delta, data ontvangen van M. Schrijver).  | 625 |
| Figuur C-3:  | Zandbalans voor MC4 en MC5 (Bron: Sedimentbalans Rijkswaterstaat Zee en Delta, data ontvangen van M. Schrijver).   | 626 |

|              |  |     |
|--------------|--|-----|
| Figuur C-4:  | Zandbalans voor MC6 en MC7 (Bron: Sedimentbalans Rijkswaterstaat Zee en Delta, data ontvangen van M. Schrijver). .....   | 627 |
| Figuur C-5:  | Lange termijn evolutie van het watervolume beneden 5m NAP in de hoofdgeulen op de Westerschelde. (Bron: Sedimentbalans Rijkswaterstaat Zee en Delta, data ontvangen van M. Schrijver). .....   | 629 |
| Figuur C-6:  | Lange termijn evolutie van het watervolume beneden 5m NAP in de nevengeulen op de Westerschelde. (Bron: Sedimentbalans Rijkswaterstaat Zee en Delta, data ontvangen van M. Schrijver). .....   | 629 |
| Figuur C-7:  | Verhouding van watervolumes die doorheen de hoofd- versus nevengeul stroomt tijdens eb (Boven), Vloed(Midden) en de totale getijcyclus (Onder). Bron: SCALWEST2000 model Rijkswaterstaat Zee en Delta, data ontvangen van M. Schrijver.....  | 631 |
| Figuur C-8:  | Evolutie in watervolume [m <sup>3</sup> ] van de geulen (onder NAP -5m) voor de hoofd- (Boven) en nevengeul (Onder) van Macrocel 1. De grafieken presenteren de waargenomen jaarlijkse verandering ( $\Delta V_{tot}$ ) en de netto jaarlijkse verandering ( $\Delta V_{tot}$ ) die verkregen wordt door $\Delta V_{tot}$ te verminderen met het netto volume van ingrepen (Bron: RWS ZD)..... | 633 |
| Figuur C-9:  | Evolutie in watervolume [m <sup>3</sup> ] van de geulen (onder NAP -5m) voor de hoofd- (Boven) en nevengeul (Onder) van Macrocel 3. De grafieken presenteren de waargenomen jaarlijkse verandering ( $\Delta V_{tot}$ ) en de netto jaarlijkse verandering ( $\Delta V_{tot}$ ) die verkregen wordt door $\Delta V_{tot}$ te verminderen met het netto volume van ingrepen.....                | 634 |
| Figuur C-10: | Evolutie in watervolume [m <sup>3</sup> ] van de geulen (onder NAP -5m) voor de hoofd- (Boven) en nevengeul (Onder) van Macrocel 4. De grafieken presenteren de waargenomen jaarlijkse verandering ( $\Delta V_{tot}$ ) en de netto jaarlijkse verandering ( $\Delta V_{tot}$ ) die verkregen wordt door $\Delta V_{tot}$ te verminderen met het netto volume van ingrepen.....                | 635 |
| Figuur C-11: | Evolutie in watervolume [m <sup>3</sup> ] van de geulen (onder NAP -5m) voor de hoofd- (Boven) en nevengeul (Onder) van Macrocel 5. De grafieken presenteren de waargenomen jaarlijkse verandering ( $\Delta V_{tot}$ ) en de netto jaarlijkse verandering ( $\Delta V_{tot}$ ) die verkregen wordt door $\Delta V_{tot}$ te verminderen met het netto volume van ingrepen.....                | 636 |
| Figuur C-12: | Evolutie in watervolume [m <sup>3</sup> ] van de geulen (onder NAP -5m) voor de hoofd- (Boven) en nevengeul (Onder) van Macrocel 6. De grafieken presenteren de waargenomen jaarlijkse verandering ( $\Delta V_{tot}$ ) en de netto jaarlijkse verandering ( $\Delta V_{tot}$ ) die verkregen wordt door $\Delta V_{tot}$ te verminderen met het netto volume van ingrepen.....                | 637 |
| Figuur C-13: | Evolutie in watervolume [m <sup>3</sup> ] van de geulen (onder NAP -5m) voor de hoofd- (Boven) en nevengeul (Onder) van Macrocel 7. De grafieken presenteren de waargenomen jaarlijkse verandering ( $\Delta V_{tot}$ ) en de netto jaarlijkse verandering ( $\Delta V_{tot}$ ) die verkregen wordt door $\Delta V_{tot}$ te verminderen met het netto volume van ingrepen.....                | 638 |
| Figuur C-14: | Verschilkaart droogvalduur van de Westerschelde (west) voor de periode 2015-2012.....  | 639 |
| Figuur C-15: | Verschilkaart droogvalduur van de Westerschelde (oost) voor de periode 2015-2012. ....   | 640 |
| Figuur C-16: | Verschilkaart droogvalduur van de Westerschelde (west) voor de periode 2012-2008.....  | 641 |
| Figuur C-17: | Verschilkaart droogvalduur van de Westerschelde (oost) voor de periode 2012-2008. ....   | 642 |
| Figuur C-18: | Verschilkaart droogvalduur van de Westerschelde (west) voor de periode 2008-2004.....  | 643 |
| Figuur C-19: | Verschilkaart droogvalduur van de Westerschelde (oost) voor de periode 2008-2004. ....   | 644 |
| Figuur C-20: | Verschilkaart droogvalduur van de Westerschelde (west) voor de periode 2004-2001.....  | 645 |
| Figuur C-21: | Verschilkaart droogvalduur van de Westerschelde (oost) voor de periode 2004-2001. ....   | 646 |
| Figuur C-22: | Verschilkaart droogvalduur van de Westerschelde (west) voor de periode 2001-1996.....  | 647 |
| Figuur C-23: | Verschilkaart droogvalduur van de Westerschelde (oost) voor de periode 2001-1996. ....   | 648 |
| Figuur C-24: | Erosie-sedimentatiekaart voor de periode 2010-2015 van de Beneden-Zeeschelde (OMES7-10) met aanduiding van de OMES-segmenten. ....   | 649 |
| Figuur C-25: | Erosie-sedimentatiekaart voor de periode 2010-2015 van de Beneden-Zeeschelde (OMES11-12) met aanduiding van de OMES-segmenten. ....  | 650 |
| Figuur C-26: | Erosie-sedimentatiekaart voor de periode 2010-2015 van de Zeeschelde (OMES13-14) met aanduiding van de OMES-segmenten. ....  | 651 |

|              |   |     |
|--------------|---|-----|
| Figuur C-27: | Erosie-sedimentatiekaart voor de periode 2010-2015 van de Boven-Zeeschelde (OMES16-15) met aanduiding van de OMES-segmenten. ....                           | 652 |
| Figuur C-28: | Erosie-sedimentatiekaart voor de periode 2010-2015 van de Boven-Zeeschelde (OMES17) met aanduiding van de OMES-segmenten. ....                              | 653 |
| Figuur C-29: | Erosie-sedimentatiekaart voor de periode 2010-2015 van de Boven-Zeeschelde (OMES18) met aanduiding van de OMES-segmenten. ....                              | 654 |
| Figuur C-30: | Erosie-sedimentatiekaart voor de periode 2010-2015 van de Boven-Zeeschelde (opgemeten deel van OMES19) met aanduiding van de OMES-segmenten. ....           | 655 |
| Figuur D-1:  | Regressieanalyse Vlissingen. ....   | 678 |
| Figuur D-2:  | Regressieanalyse Terneuzen. ....  | 678 |
| Figuur D-3:  | Regressieanalyse Hoedekenskerke. ....   | 679 |
| Figuur D-4:  | Regressieanalyse Hansweert Geul. ....   | 679 |
| Figuur D-5:  | Jaargemiddelde Zwevende stof in het oppervlaktewater [mg/l] in Vlissingen. ....   | 680 |
| Figuur D-6:  | Jaargemiddelde Zwevende stof in het oppervlaktewater [mg/l] in Terneuzen. ....  | 681 |
| Figuur D-7:  | Jaargemiddelde Zwevende stof in het oppervlaktewater [mg/l] in Hansweert. ....  | 681 |
| Figuur D-8:  | Jaargemiddelde Zwevende stof in het oppervlaktewater [mg/l] in Schaar van den Ouden Doel. ....  | 682 |
| Figuur D-9:  | Jaargemiddelde Zwevende stof in het oppervlaktewater [mg/l] in Antwerpen. ....  | 682 |
| Figuur D-10: | Jaargemiddelde Zwevende stof in het oppervlaktewater [mg/l] in Kruike. ....   | 683 |
| Figuur D-11: | Jaargemiddelde Zwevende stof in het oppervlaktewater [mg/l] in Dendermonde. ....  | 683 |
| Figuur D-12: | Jaargemiddelde Zwevende stof in het oppervlaktewater [mg/l] in Melle. ....  | 684 |
| Figuur D-13: | Seizoensgemiddelde Zwevende stof in het oppervlaktewater [mg/l] in Vlissingen inclusief het 95% betrouwbaarheidsinterval voor de trend. ....                | 684 |
| Figuur D-14: | Seizoensgemiddelde Zwevende stof in het oppervlaktewater [mg/l] in Terneuzen inclusief het 95% betrouwbaarheidsinterval voor de trend. ....                 | 685 |
| Figuur D-15: | Seizoensgemiddelde Zwevende stof in het oppervlaktewater [mg/l] in Hansweert inclusief het 95% betrouwbaarheidsinterval voor de trend. ....                 | 685 |
| Figuur D-16: | Seizoensgemiddelde Zwevende stof in het oppervlaktewater [mg/l] in Schaar van den Ouden Doel inclusief het 95% betrouwbaarheidsinterval voor de trend. .... | 686 |
| Figuur D-17: | Seizoensgemiddelde Zwevende stof in het oppervlaktewater [mg/l] in Antwerpen inclusief het 95% betrouwbaarheidsinterval voor de trend. ....                 | 686 |
| Figuur D-18: | Seizoensgemiddelde Zwevende stof in het oppervlaktewater [mg/l] in Kruike inclusief het 95% betrouwbaarheidsinterval voor de trend. ....                    | 687 |
| Figuur D-19: | Seizoensgemiddelde Zwevende stof in het oppervlaktewater [mg/l] in Dendermonde inclusief het 95% betrouwbaarheidsinterval voor de trend. ....               | 687 |
| Figuur D-20: | Seizoensgemiddelde Zwevende stof in het oppervlaktewater [mg/l] in Melle inclusief het 95% betrouwbaarheidsinterval voor de trend. ....                     | 688 |
| Figuur E-1:  | Ontwikkeling van de oppervlakte hoogdynamisch (boven) en laagdynamisch sublitoraal per compartiment in de Westerschelde. ....                               | 695 |
| Figuur E-2:  | Ontwikkeling van de oppervlakte diep (boven) en ondiep water (beneden) per compartiment in de Zeeschelde. ....  | 696 |
| Figuur E-3:  | Ontwikkeling van de oppervlakte hoog- en laagdynamisch litoraal per compartiment in de Westerschelde. ....  | 697 |
| Figuur E-4:  | Ontwikkeling van de oppervlakte litoraal per compartiment in de Zeeschelde. ....  | 697 |
| Figuur E-5:  | Ontwikkeling van het aandeel pionierschor ten opzichte van de totale oppervlakte schor op de slikken per compartiment in de Westerschelde. ....             | 698 |
| Figuur E-6:  | Ontwikkeling van de oppervlakte schorvegetatie in de verschillende compartimenten van de Westerschelde. ....  | 698 |
| Figuur E-7:  | Ontwikkeling van de oppervlakte schor (schor+pioniervegatie) per compartiment in de Zeeschelde. ....  | 699 |
| Figuur E-8:  | Verschilkaart van de helling op de Westerschelde (west): 2015-2008. ....  | 707 |
| Figuur E-9:  | Verschilkaart van de helling op de Westerschelde (oost): 2015-2008. ....  | 708 |
| Figuur E-10: | Verschilkaart van de helling op de Westerschelde (west): 2008-2004. ....  | 709 |

|              |  |     |
|--------------|--|-----|
| Figuur E-11: | Verschilkaart van de helling op de Westerschelde (oost): 2008-2004. ....   | 710 |
| Figuur E-12: | Verschilkaart van de helling op de Beneden-Zeeschelde (Stroomafwaarts): 2014-2010. ....  | 711 |
| Figuur E-13: | Verschilkaart van de helling op de Beneden-Zeeschelde (Antwerpen): 2014-2010.....  | 712 |
| Figuur E-14: | Verschilkaart van de helling op de Beneden-Zeeschelde (stroomopwaarts): 2014-<br>2010. ....  | 713 |
| Figuur E-15: | Verschilkaart van de helling op de Beneden-Zeeschelde (Stroomafwaarts): 2010-2001. ....  | 714 |
| Figuur E-16: | Verschilkaart van de helling op de Beneden-Zeeschelde (Antwerpen): 2010-2001.....  | 715 |
| Figuur E-17: | Verschilkaart van de helling op de Beneden-Zeeschelde (stroomopwaarts): 2010-<br>2001. ....  | 716 |
| Figuur E-18: | Verschilkaart van de helling op de Boven-Zeeschelde (Stroomafwaarts): 2014-2010.....   | 717 |
| Figuur E-19: | Verschilkaart van de helling op de Boven-Zeeschelde (Centraal): 2014-2010. ....  | 718 |
| Figuur E-20: | Verschilkaart van de helling op de Boven-Zeeschelde (Stroomopwaarts): 2014-2010. ....  | 719 |
| Figuur E-21: | Verschilkaart van de helling op de Boven-Zeeschelde (Stroomafwaarts): 2010-2001.....   | 720 |
| Figuur E-22: | Verschilkaart van de helling op de Boven-Zeeschelde (Centraal): 2010-2001. ....  | 721 |
| Figuur E-23: | Verschilkaart van de helling op de Boven-Zeeschelde (Stroomopwaarts): 2010-2001. ....  | 722 |
| Figuur F-1:  | Ontwikkeling van zeven kustbroedvogelsoorten in de Westerschelde met een<br>instandhoudingsdoel. ....  | 735 |
| Figuur F-2:  | Ontwikkeling van de broedvogelsoorten in de Zeeschelde met een<br>instandhoudingsdoel. ....  | 736 |
| Figuur F-3:  | Ontwikkeling van het seizoengemiddelde van niet-broedvogelsoorten in de<br>Westerschelde met een instandhoudingsdoel. De horizontale streep geeft het<br>instandhoudingsdoel aan. .... | 738 |
| Figuur F-4:  | Overschrijding van niet-broedvogelsoorten in de Westerschelde van de 1%-norm.....  | 741 |
| Figuur F-5:  | Trend van de overschrijdingen van de 1% norm door niet-broedvogels in de<br>Zeeschelde. De horizontale lijn geeft de 1%-norm aan. ....   | 743 |
| Figuur F-6:  | Aantalsontwikkeling van verschillende exotische watervogels in de Westerschelde. ....  | 744 |
| Figuur F-7:  | Aantalsontwikkeling van verschillende exotische watervogels in de Zeeschelde.....  | 745 |
| Figuur F-8:  | Vissen: voorkomen sleutelsoorten in de Sterk polyhalie zone van de Westerschelde. ....   | 751 |
| Figuur F-9:  | Vissen: voorkomen sleutelsoorten in de Zwak polyhalie zone van de Westerschelde. ....  | 754 |
| Figuur F-10: | Vissen: voorkomen sleutelsoorten in de Mmesohaliele zone van de Westerschelde.....   | 757 |
| Figuur F-11: | Vissen: voorkomen sleutelsoorten in de de zone sterke Saliniteitsgradiënt van de<br>Zeeschelde.....  | 760 |
| Figuur F-12: | Vissen: Voorkomen sleutelsoorten in de Oligohaliele zone van de Zeeschelde. ....   | 764 |
| Figuur F-13: | Vissen: voorkomen sleutelsoorten in de zone Zoet Lange verblijftijd van de<br>Zeeschelde.....  | 768 |
| Figuur F-14: | Vissen: voorkomen sleutelsoorten in de zone Zoet korte verblijftijd van de<br>Zeeschelde.....  | 772 |
| Figuur F-15: | Vissen: voorkomen sleutelsoorten in de zone Rupel van de Zeeschelde. ....  | 775 |
| Figuur F-16: | Vissen: voorkomen sleutelsoorten in de zone Durme van de Zeeschelde.....   | 779 |
| Figuur F-17: | Vegetatie: ontwikkeling schorzones in de zone Sterk polyhalien van de Westerschelde. ....  | 783 |
| Figuur F-18: | Vegetatie: ontwikkeling schorzones in de zone Zwak polyhalien van de Westerschelde. ....   | 784 |
| Figuur F-19: | Vegetatie: ontwikkeling schorzones in de zone Mesohalien van de Westerschelde. ....  | 785 |
| Figuur F-20: | Vegetatie: ontwikkeling formaties/vegetatietypen in de zone Saliniteitsgradiënt van de<br>Zeeschelde.....  | 786 |
| Figuur F-21: | Vegetatie: ontwikkeling formaties/vegetatietypen in de zone Oligohalien van de<br>Zeeschelde.....  | 787 |
| Figuur F-22: | Vegetatie: ontwikkeling formaties/vegetatietypen in de zone Zoet Lange Verblijftijd<br>van de Zeeschelde. ....   | 788 |
| Figuur F-23: | Vegetatie: ontwikkeling formaties/vegetatietypen in de zone Zoet Korte Verblijftijd van<br>de Zeeschelde. ....   | 789 |
| Figuur F-24: | Vegetatie: ontwikkeling formaties/vegetatietypen in de zone Rupel van de Zeeschelde.....   | 790 |
| Figuur F-25: | Vegetatie: ontwikkeling formaties/vegetatietypen in de zone Durme van de<br>Zeeschelde.....  | 791 |



|              |   |     |
|--------------|---|-----|
| Figuur F-26: | Ontwikkeling van plantensoorten, die op een oppervlakte van 1 ha of meer voorkomen in de Westerschelde. ....  | 792 |
| Figuur F-27: | Ontwikkeling van plantensoorten in pq's langs de Zeeschelde. Alleen soorten die in de tekst worden besproken, zijn opgenomen. ....  | 799 |
| Figuur G-1:  | De gemiddelde fytobenthische biomassa in gram C/m <sup>2</sup> in de verschillende zones van het laagdynamisch litoraal van de Westerschelde. ....  | 807 |
| Figuur G-2:  | Ontwikkeling van de biomassa van het macrozoöbenthos in de Westerschelde als gram asvrijdrooggewicht/m <sup>2</sup> . ....  | 807 |
| Figuur G-3:  | Ontwikkeling van de totale biomassa van macrobenthos in ton versgewicht per zone in de Zeeschelde. ....   | 808 |
| Figuur G-4:  | Ontwikkeling van de totale biomassa van zoöplankton als ton versgewicht in de verschillende zones van de Zeeschelde. ....   | 808 |
| Figuur G-5:  | Ontwikkeling van de totale biomassa van benthos, zoöplankton en hyperbenthos als ton versgewicht in de Westerschelde. ....  | 809 |
| Figuur G-6:  | Ontwikkeling van de totale biomassa van benthos, zoöplankton en hyperbenthos als ton versgewicht in de Zeeschelde en zijrivieren. ....  | 809 |
| Figuur G-7:  | Gemiddelde biomassa van omnivore en benthivore vogels in de Westerschelde per zone. ....  | 811 |
| Figuur G-8:  | Gemiddelde biomassa van omnivore en benthivore vogels in de Zeeschelde per zone. ....   | 811 |
| Figuur G-9:  | De biomassa van krabben als ton versgewicht in de verschillende zones van de Westerschelde. ....  | 812 |
| Figuur G-10: | De biomassa van krabben als ton versgewicht in de verschillende zones van de Zeeschelde. ....   | 812 |
| Figuur G-11: | De biomassa van secundaire consumenten als ton versgewicht in de Westerschelde. ....  | 813 |
| Figuur G-12: | De biomassa van secundaire consumenten als ton versgewicht in de de Zeeschelde en zijrivieren. ....   | 813 |
| Figuur H-1:  | Overzicht ingrepen Westerschelde 1970 – 2015 (tijdlijn). ....   | 817 |
| Figuur H-2:  | Overzicht selectie van ingrepen in de Westerschelde 1970 – 2015 (kaart). N.B. Nummering verwijst naar eerste kolom Tabel H-1. ....  | 818 |
| Figuur H-3:  | Overzicht van de locaties van de ondiepe gedeeltes in de vaargeul Westerschelde (voor de derde verruiming). Bron: Verruiming vaargeul Westerschelde Aanvraag vergunning Ontgrondingenwet.<br><a href="http://www.vnsc.eu/uploads/2011/01/ogwaanvraagverruimingvaargeulwesterschelde.pdf">http://www.vnsc.eu/uploads/2011/01/ogwaanvraagverruimingvaargeulwesterschelde.pdf</a> . .... | 818 |
| Figuur H-4:  | Overzicht ingrepen Zeeschelde 1970 – 2015 (tijdlijn). ....  | 821 |
| Figuur H-5:  | Overzicht ingrepen Zeeschelde 1970 – 2015 (kaart). N.B. Nummering verwijst naar kolom 1 Tabel H-2. ....   | 821 |



# 1 Inleiding

## 1.1 Context

Het project "T2015-rapportage Schelde-estuarium" heeft als doel om het functioneren van het Schelde-estuarium te evalueren. In het project worden verschillende producten ontwikkeld:

- nota 'Dataverwerking en databehoeft';
- Analyserapport;
- Evaluatierapport;
- Samenvatting;
- nota 'Evaluatie van de Evaluatiemethodiek'.

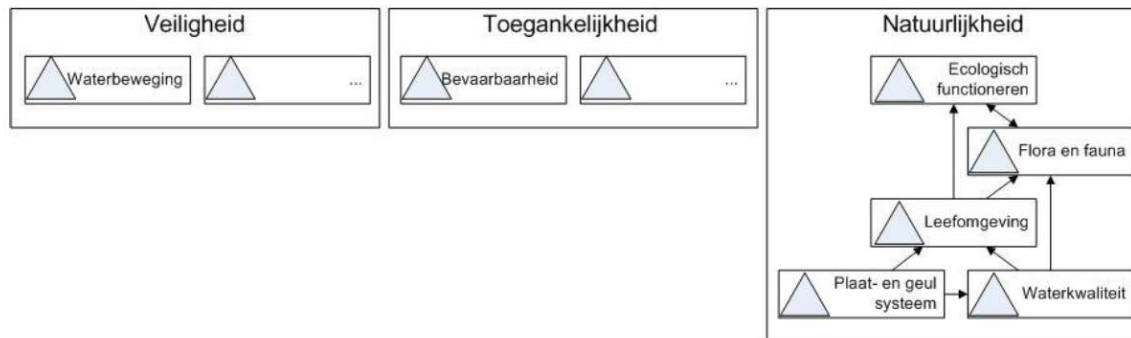
De nota 'Dataverwerking en databehoeft' (Barneveld et al., 2016) bevat een beschrijving van de beschikbare gegevens en de controle op de bruikbaarheid van de gegevens.

Het voorliggende document is het analyserapport, een technisch (achtergrond)rapport met de uitkomsten van trendanalyses van alle reken-, toets- en verklarende parameters die relevant zijn voor het functioneren van het systeem. De resultaten van de analyses zijn rechtstreeks bruikbaar voor het evaluatierapport.

## 1.2 Achtergrond

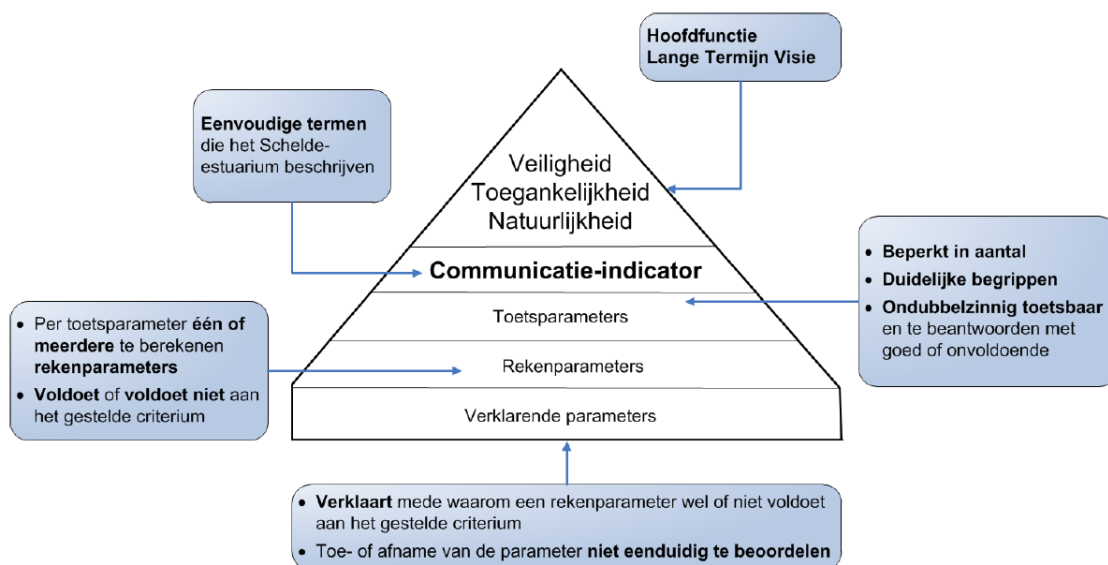
Om het functioneren van het Schelde-estuarium en de activiteiten die in het estuarium plaatsvinden te beoordelen, hebben Vlaanderen en Nederland besloten gezamenlijk een evaluatiemethodiek te ontwikkelen. Deze evaluatiemethodiek is opgesteld in opdracht van de werkgroep Onderzoek en Monitoring van de Vlaams-Nederlandse Scheldec commissie (VNSC). Om te kunnen evalueren, moet de uitgangssituatie op een eenduidige en op een voor beide landen acceptabele wijze worden vastgelegd. In 2014 is het T2009-rapport van het Schelde-Estuarium opgeleverd (Depreiter et al., 2014). Hierin is het systeem van het Schelde-Estuarium in de uitgangssituatie vastgelegd en zijn de trendmatige ontwikkelingen uit het verleden tot 2009 volgens de toen vigerende evaluatiemethodiek beschreven.

De evaluatie voor het jaar 2015 gebeurt aan de hand van de update van de evaluatiemethodiek Schelde-estuarium (Maris et al., 2014) toegepast op gegevens in de periode 2010 tot en met 2015. Deze methodiek is opgebouwd rond de hoofdfuncties Veiligheid, Toegankelijkheid en Natuurlijkheid. Vanuit deze functies is een beperkte set eenduidige en eenvoudig te interpreteren communicatie-indicatoren ontwikkeld: Dynamiek Waterbeweging, Bevaarbaarheid, Plaat- en geulsysteem, Waterkwaliteit, Leefomgeving, Flora & Fauna en Ecologisch Functioneren (zie Figuur 1-1).



Figuur 1-1: Schematische weergave van de communicatie-indicatoren (piramides) per hoofdfunctie van de langetermijnvisie. Bron: Figuur 1.1 Evaluatiemethodiek (Maris et al., 2014).

Voor iedere communicatie-indicator volgt de beoordeling een getrapte aanpak: de piramide-aanpak (zie Figuur 1-2). Bovenaan de piramide staat de hoofdfunctie van de langetermijnvisie en direct daaronder de communicatie-indicator. De communicatie-indicator wordt beoordeeld door de onderliggende niveaus te doorlopen. De toepassing van de evaluatiemethodiek vereist de analyse van een grote verzameling gegevens over diverse variabelen, opgesplitst in toets-, reken-, en verklarende parameters (zie kader). In Barneveld et al. (2016) is een overzicht gegeven van de gegevens die de opdrachtgevers beschikbaar hebben gesteld om de (trend)analyses te kunnen uitvoeren.



Figuur 1-2: Schematische weergave 'piramide-aanpak'. Bron: Figuur 1.2 Maris et al. (2014).

#### Evaluatiemethodiek over niveaus in piramide

**Niveau 1:** Rechtstreeks onder de communicatie-indicator staan de toetsparameters: een beperkte maar toch volledige set parameters waarmee ondubbelzinnig de toestand of trend van de communicatie-indicator beoordeeld kan worden.

**Niveau 2:** Elke toetsparameter is opgebouwd uit één of meerdere rekenparameters. Voor elke rekenparameter is een duidelijk toetsingscriterium opgesteld. Alle rekenparameters samen bepalen of de ontwikkelingen van een toetsparameter gunstig of ongunstig zijn voor het functioneren van het systeem.

**Niveau 3:** Onderaan de piramide staat een set verklarende parameters. Verklarende parameters dragen vooral bij aan het begrijpen van de waargenomen ontwikkelingen en minder aan het beoordelen van de ontwikkeling. De verklarende parameters zelf zijn immers niet onafhankelijk te beoordelen.

Dit analyserapport is het resultaat van (trend)analyses op de gegevens. Het is een technisch rapport met een uitwerking van alle relevante parameters uit de evaluatiemethodiek. Het doel van dit analyserapport is het uitvoeren van trendanalyses op basis van de beschikbare gegevens tot en met het jaar 2015, het interpreteren van de trends en vervolgens het vergelijken met de resultaten van T2009. Per communicatie-indicator zijn de verwerkte gegevens zodanig gepresenteerd dat deze direct bruikbaar zijn voor de evaluatie en het (beknopte) T2015 evaluatierapport. Het evaluatierapport gaat in op de oorzaken voor wijzigingen in trends en beschouwt de resultaten van de trendanalyses in meer samenhang.

### **1.3 Aannames en uitgangspunten**

Bij de analyse is verondersteld dat:

- de toegeleverde data volledig en correct zijn;
- de analyseresultaten van de T2009-studie correct zijn.

Als niet aan deze voorwaarden is voldaan, is dit vermeld in dit rapport.

Het voornaamste uitgangspunt in dit rapport is dat de analyses zoveel mogelijk aansluiten op de T2009-analyse en in lijn zijn met de evaluatiemethodiek. In de huidige analyse van de gegevens is alleen afgeweken van de T2009 werkwijze en de evaluatiemethodiek, indien dit een substantieel beter resultaat oplevert. Waar in de huidige analyse is afgeweken, is dit expliciet vermeld in dit rapport.

### **1.4 Leeswijzer**

Hoofdstuk 2 beschrijft de opzet van de analyses. Hoofdstuk 3 tot en met hoofdstuk 9 bevatten de resultaten van de trendanalyses van de parameters voor ieder van de 7 communicatie-indicatoren. Ieder hoofdstuk is op dezelfde wijze opgebouwd en bevat aandachtspunten voor de evaluatie van het Schelde-estuarium.



## 2 Opzet analyses

### 2.1 Algemeen

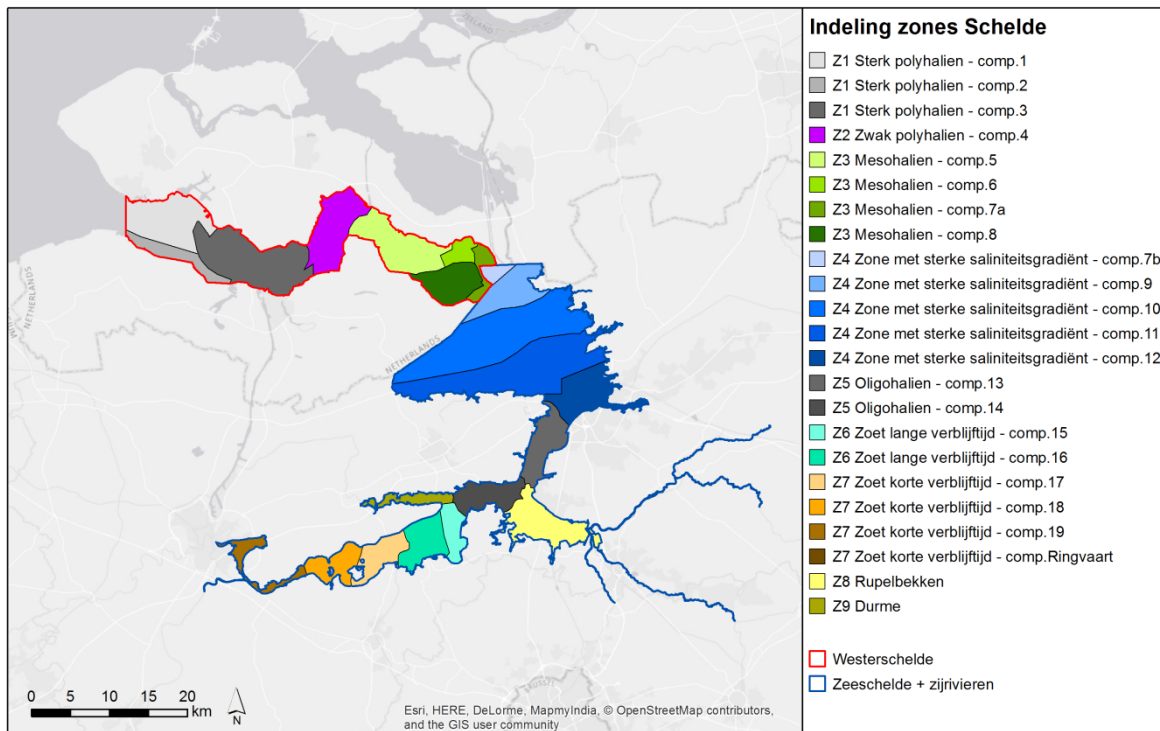
De opzet van de analyses in dit rapport volgt de opzet in het T2009-rapport en in de update van de evaluatiemethodiek. De focus van de T2015-studie ligt vooral op het analyseren van de metingen na 2009 in relatie tot de eerdere waarnemingen en op de eventueel geconstateerde trends hierin.

Op hoofdlijnen zijn de volgende stappen gezet:

- aanvullen van dataset T2009 met data 2010-2015 (dataset T2015);
- reproductie van de T2009 resultaten met de dataset T2009 inclusief voorspellingen van de parameters voor de periode 2010-2015;
- vergelijking waarnemingen 2010-2015 met voorspellingen uit het T2009-model en evaluatieparameters (conform de evaluatiemethodiek);
- analyse op basis van de T2015 dataset ('nieuwe trends').

### 2.2 Studiegebied en indelingen

De ruimtelijke indeling van het Schelde estuarium is gebaseerd op de OMES-compartimenten (Onderzoek Milieu effecten van het Schelde estuarium). Binnen het kader van de langetermijnvisie is het systeem van bochtengroepen verder geschematiseerd als een ketting van macrocellen en mesocellen (Figuur 2-1, Tabel 2-1). De macrocellen worden gevormd door de grote gekromde ebgeulen en rechte vloedgeulen (Figuur 2-2). In Tabel 2-2 zijn de geulen benoemd en aangeduid welke de hoofdgeul is. Doorheen dit rapport worden verschillende elementen bij naam genoemd. Deze worden gesitueerd in Figuur 2-3 tot Figuur 2-7.



Figuur 2-1: Studiegebied: indeling in zones. Voor de definitie van de zones zie Tabel 2-1.

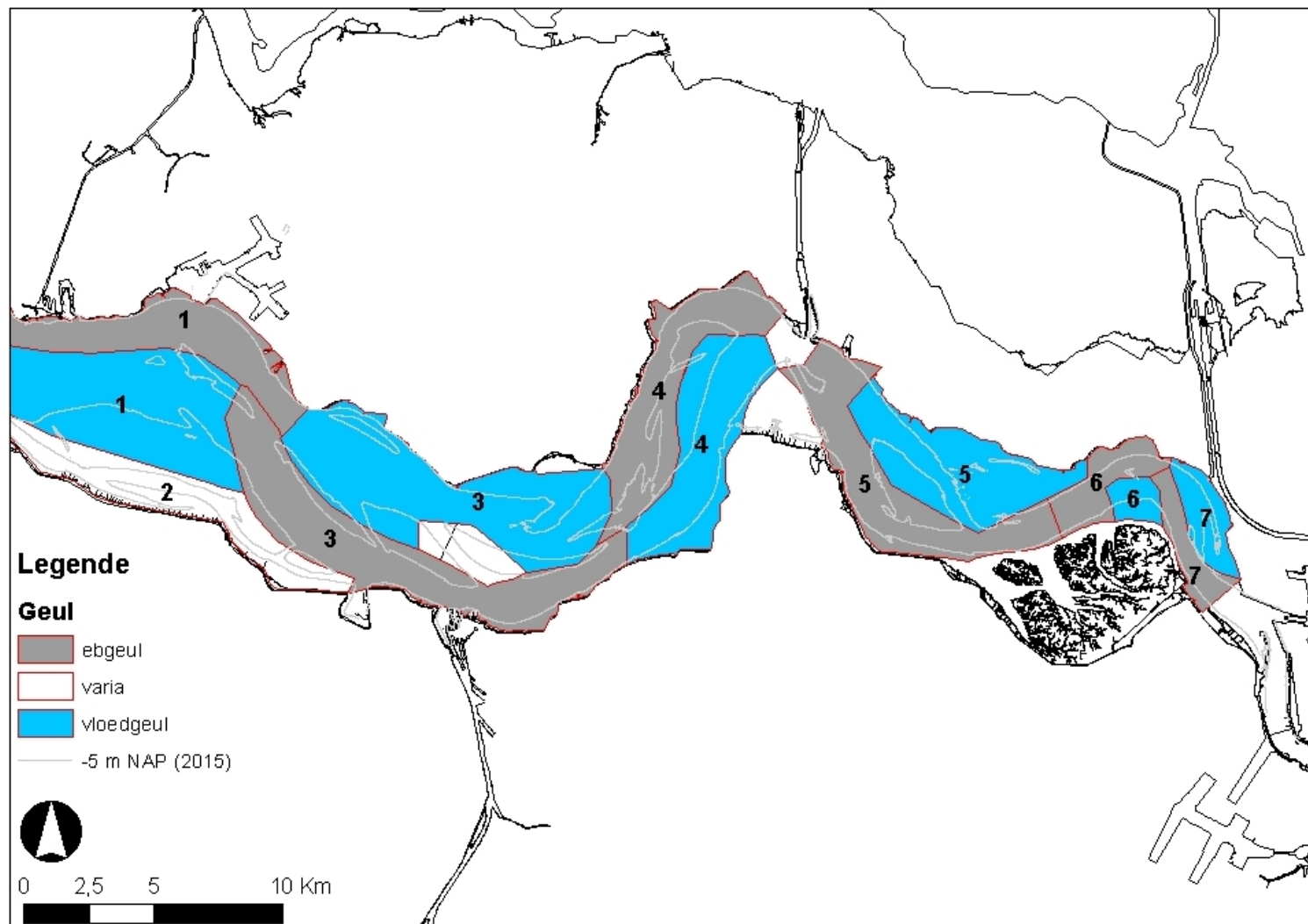
| Niveau 1          | Niveau 2      | Niveau 3                          |  |   | Niveau 4   |                     |                     |
|-------------------|---------------|-----------------------------------|--|---|--|---------------------|---------------------|
|                   |               | nr                                | Schelde zone                           | zoutgehalte   | Schelde compartiment   | omschrijving        |                     |
| Schelde-estuarium | Westerschelde | Z1                                | Sterk Polyhaliene zone                 | jaarrond CI 10-17 g/l                               | comp. 1  | macrocel 1          |                     |
|                   |               |                                   |  |   | comp. 2  | mesocel 2           |                     |
|                   |               |                                   |  |   | comp. 3  | macrocel 3          |                     |
|                   |               | Z2                                | Zwak Polyhaliene zone                  | zomer CI 10-17 g/l, minder bij hoog debiet          | comp. 4  | macrocel 4          |                     |
|                   |               |                                   |  |   | comp. 5  | macrocel 5          |                     |
|                   |               |                                   |  |   | comp. 6  | macrocel 6          |                     |
|                   |               |                                   |  |   | comp. 7a   | macrocel 7, deel NL |                     |
|                   |               |                                   |  |   | comp. 8  | Saeftinghe          |                     |
|                   |               | Zeeschelde                        | Z4                                     | Zone met sterke saliniteitsgradiënt                 | gemiddeld Beta-mesohalien (CI 3,5-5,5 g/l)<br>bij lage debieten A-mesohalien<br>bij hoge debieten oligohalien tot zoet | comp. 7b            | macrocel 7, deel VL |
|                   |               |                                   |  |   | comp. 9  | mesocel 9           |                     |
|                   |               |                                   |  |   | comp. 10   | OMES 10             |                     |
|                   |               |                                   |  |   | comp. 11   | OMES 11             |                     |
|                   |               |                                   |  |   | comp. 12   | OMES 12             |                     |
|                   | Z5            |                                   | Oligohaliene zone                      | Oligohalien: CI 0,3-3 g/l<br>bij hoge debieten zoet | comp. 13   | OMES 13             |                     |
|                   |               |                                   |  |   | comp. 14   | OMES 14             |                     |
|                   | Z6            | Zoete zone met lange verblijftijd | Zoet; CI < 0,3 g/l; lange verblijftijd | comp. 15  | OMES 15  |                     |                     |
|                   |               |                                   |  | comp. 16  | OMES 16  |                     |                     |
|                   |               | zijrivieren                       | Z7                                     | Zoete zone met korte verblijftijd                   | Zoet; CI < 0,3 g/l; korte verblijftijd   | comp. 17            | OMES 17             |
|                   |               |                                   |  |   | comp. 18   | OMES 18             |                     |
|                   |               |                                   |  | comp. 19  | OMES 19  |                     |                     |
|                   |               |                                   |  |   | comp. 19trGM   |                     |                     |
| Z8                | Rupelbekken   |                                   | Oligohalien (CI 0,3-3 g/l) tot zoet    | Rupel   |  |                     |                     |
|                   |               | zoet                              | Dijle                                  |   |  |                     |                     |
|                   |               |                                   | Zenne                                  |   |  |                     |                     |
|                   |               |                                   | Grote Nete                             |   |  |                     |                     |
|                   |               |                                   | Kleine Nete                            |   |  |                     |                     |
|                   |               | Z9                                | Durme                                  |   |  |                     |                     |

Tabel 2-1: Indeling studiegebied. Voor de ligging van de zones en de compartimenten zie Figuur 2-1.

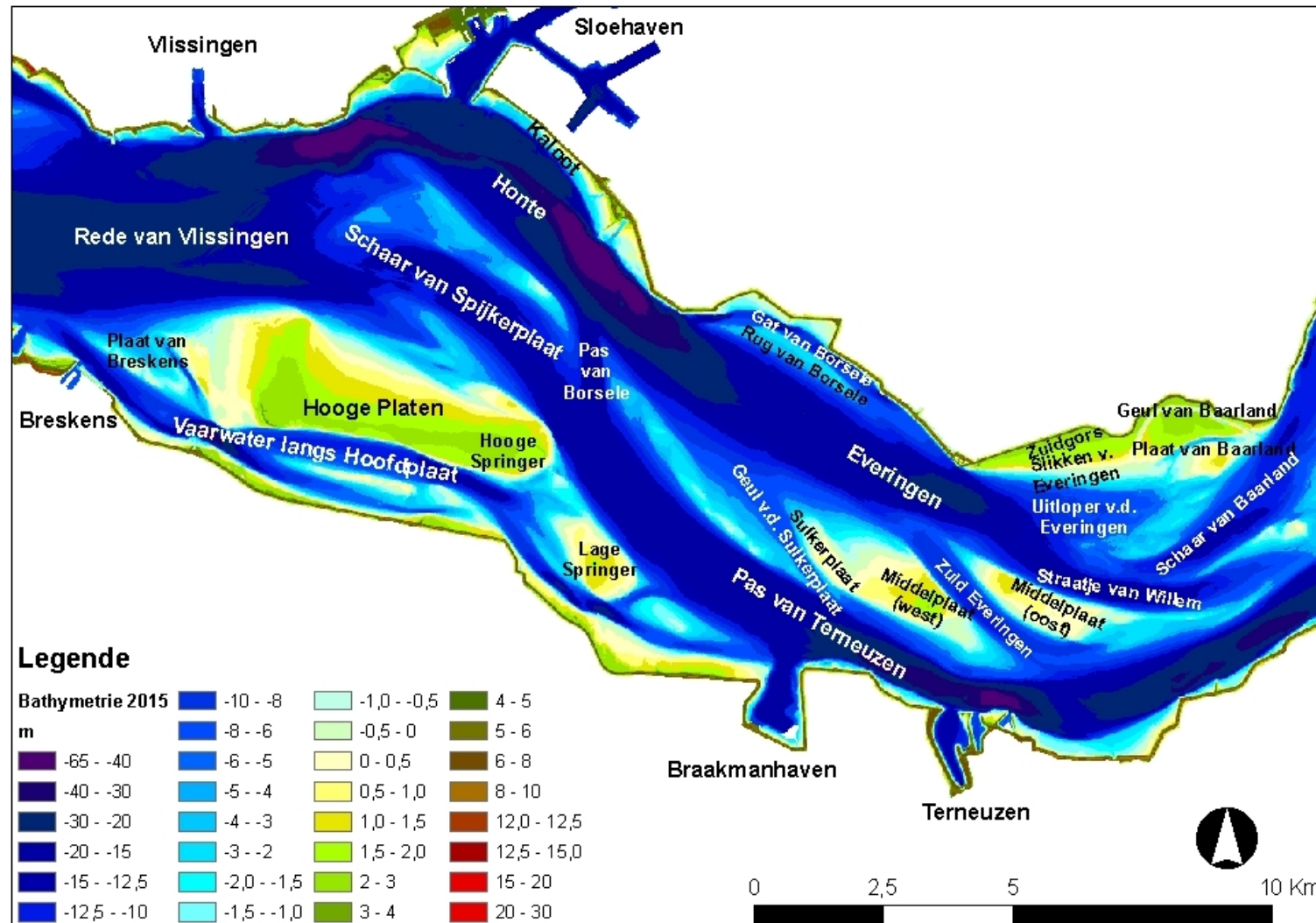


| Macrocel | Vloedgeul                                   | Ebgeul                              |
|----------|---|-------------------------------------|
| MC1      | Schaar van Spijkerplaat                     | Honte                               |
| MC3      | Everingen                                   | Pas van Terneuzen                   |
| MC4      | Gat van Ossenissee & Overloop van Hansweert | Middelgat                           |
| MC5      | Schaar van Waarde & Schaar van Valkenisse   | Zuidergat & Overloop van Valkenisse |
| MC6      | Schaar van de Noord                         | Nauw van Bath                       |
| MC7      | Appelzak                                    | Pas van Rilland                     |

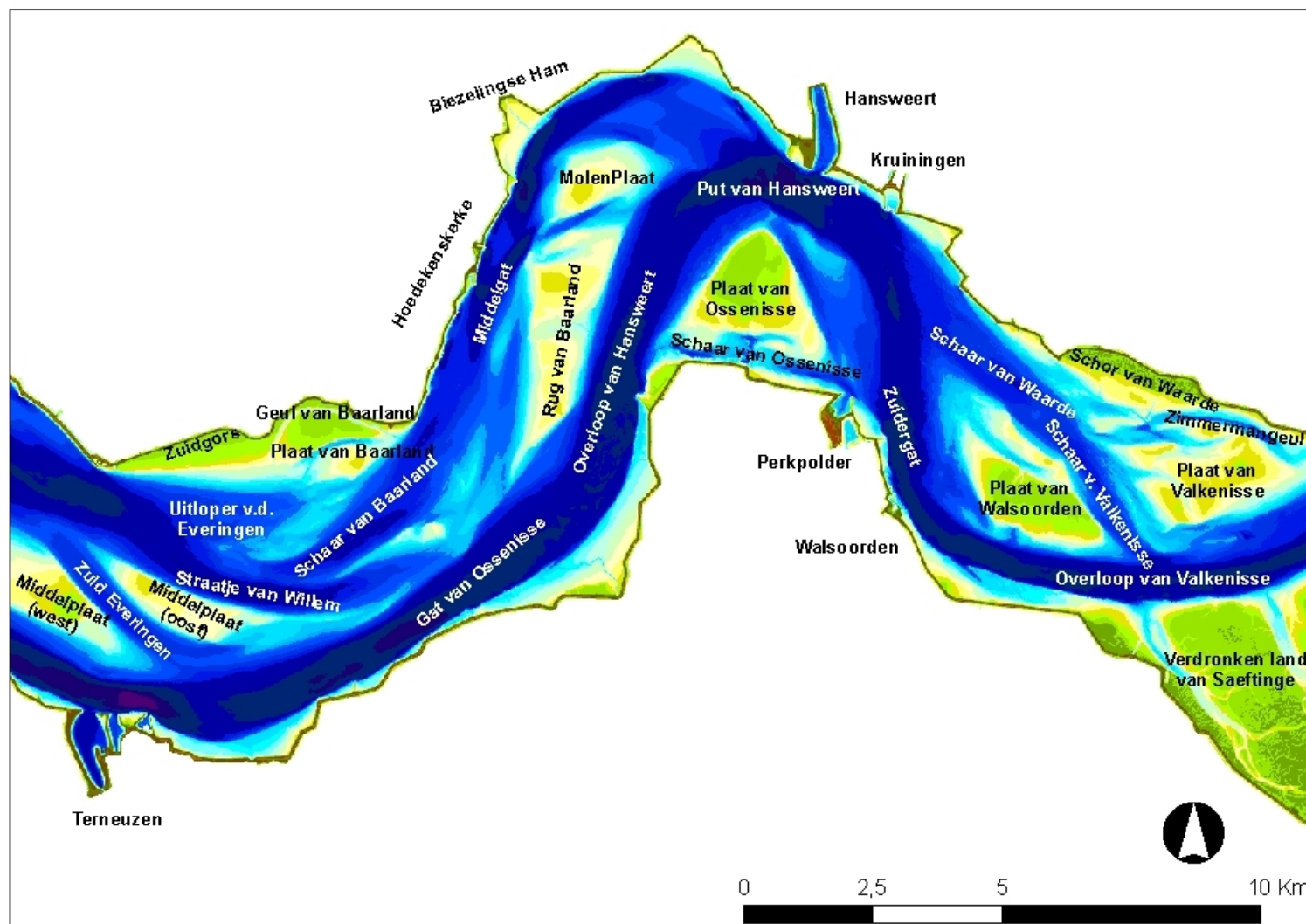
Tabel 2-2: Benaming vloed- en ebgeul per macrocel met aanduiding van de hoofdvaargeul (groen).



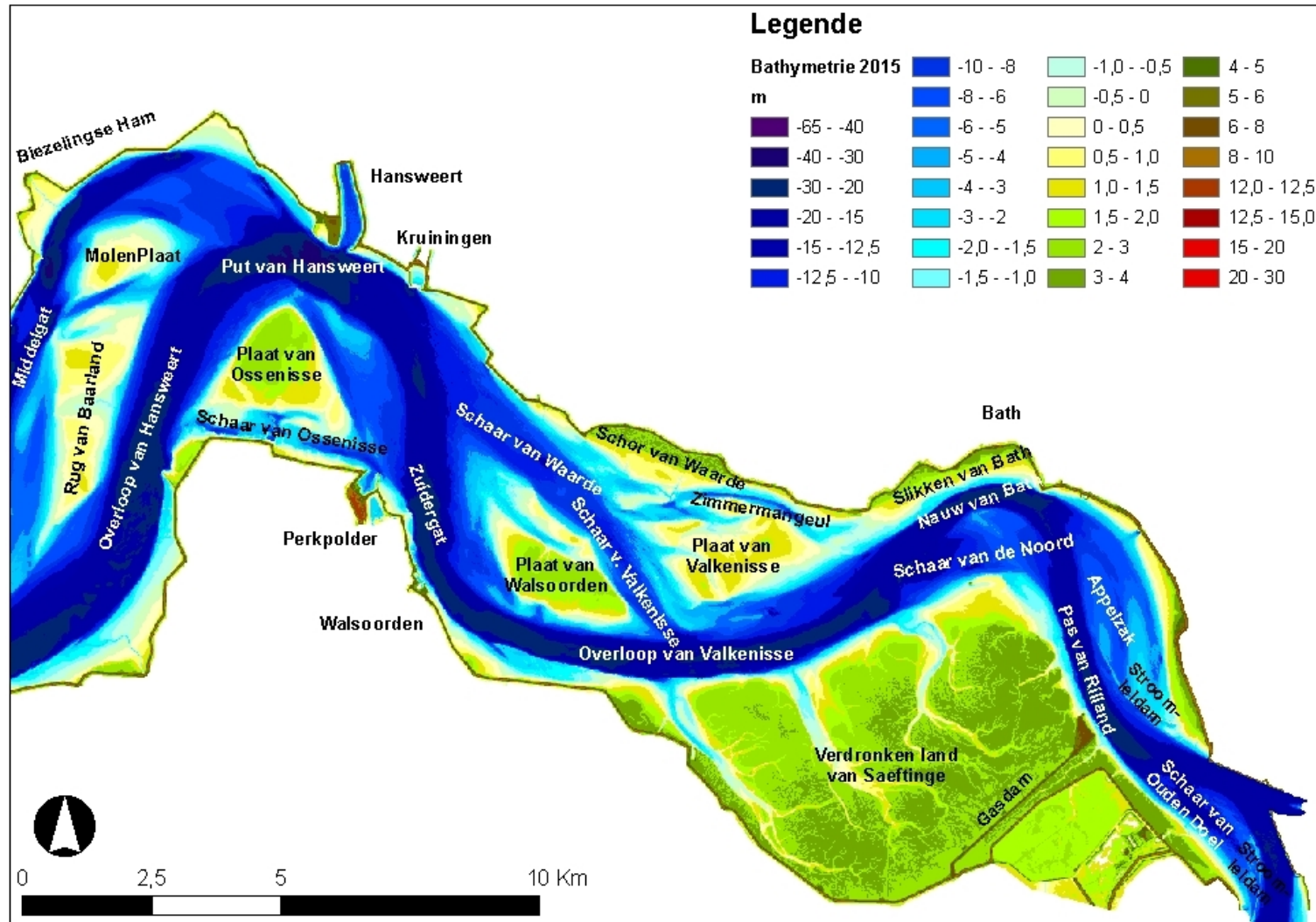
Figuur 2-2: Eb-(grijs) en vloedgeulen (blauw) op de Westerschelde met aanduiding tot welke macrocel deze behoren. Op de achtergrond ook de -5 m NAP isohypse (bathymetrie 2015).



Figuur 2-3: Kaart van de Westerschelde (west).

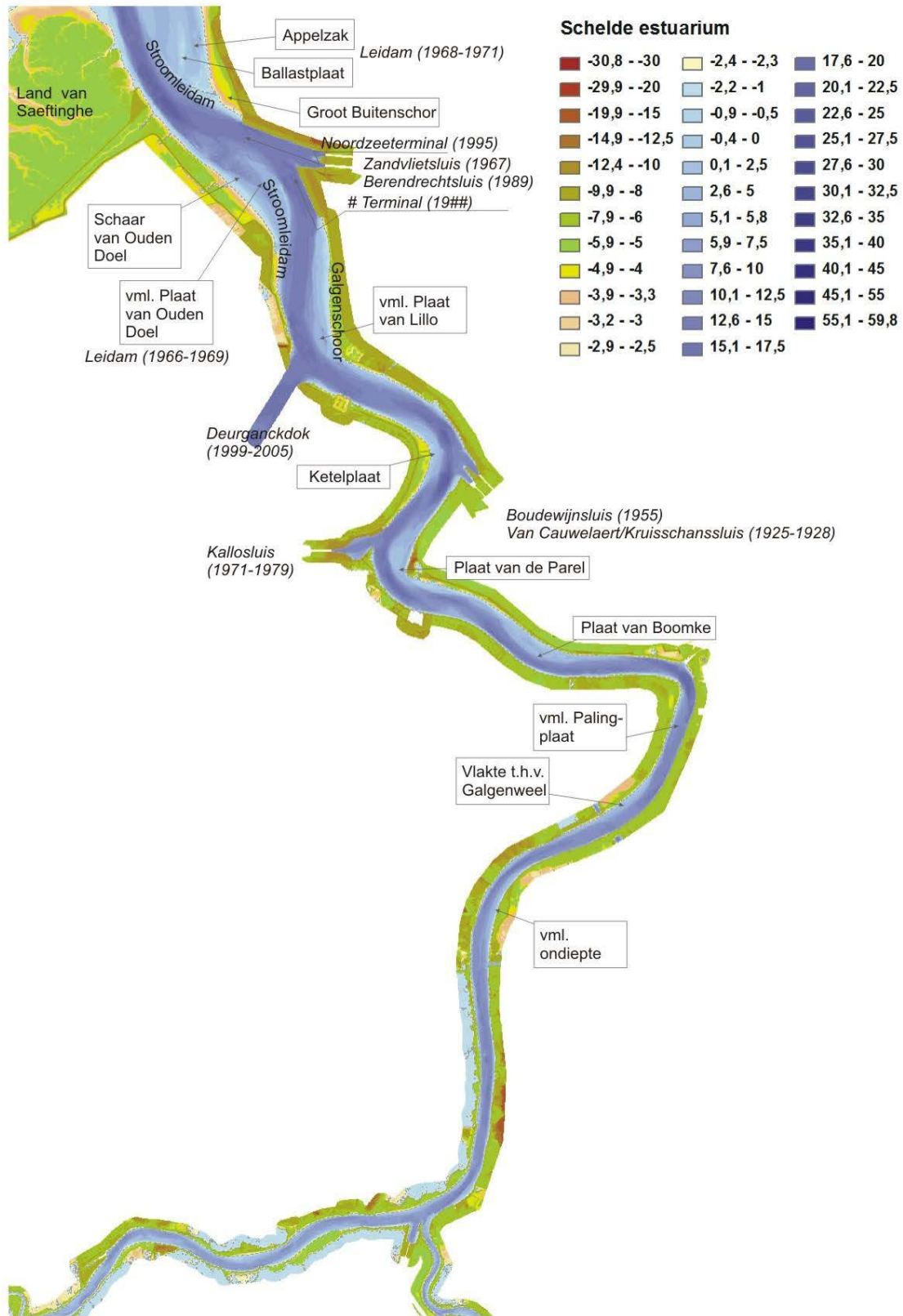


Figuur 2-4: Kaart van de Westerschelde (centraal).

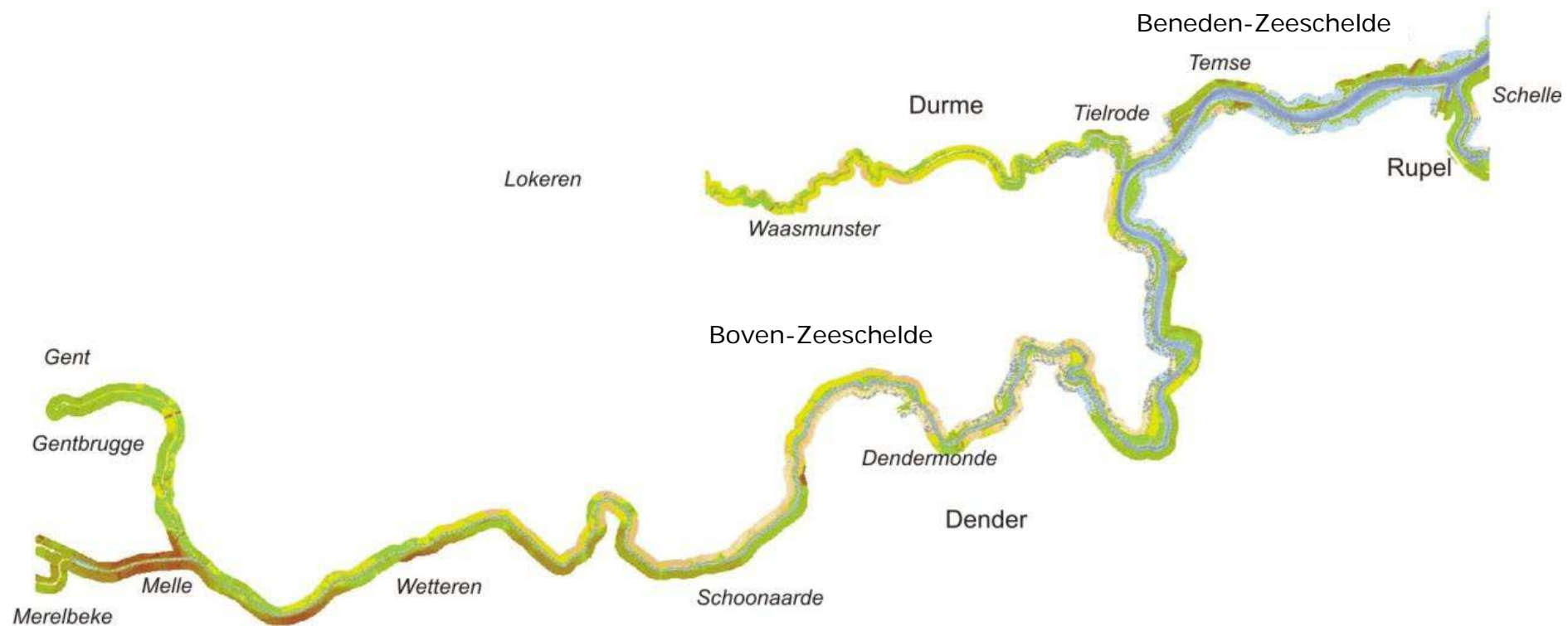


Figuur 2-5: Kaart van de Westerschelde (Oost).





Figuur 2-6: Kaart van de Beneden-Zeeschelde.



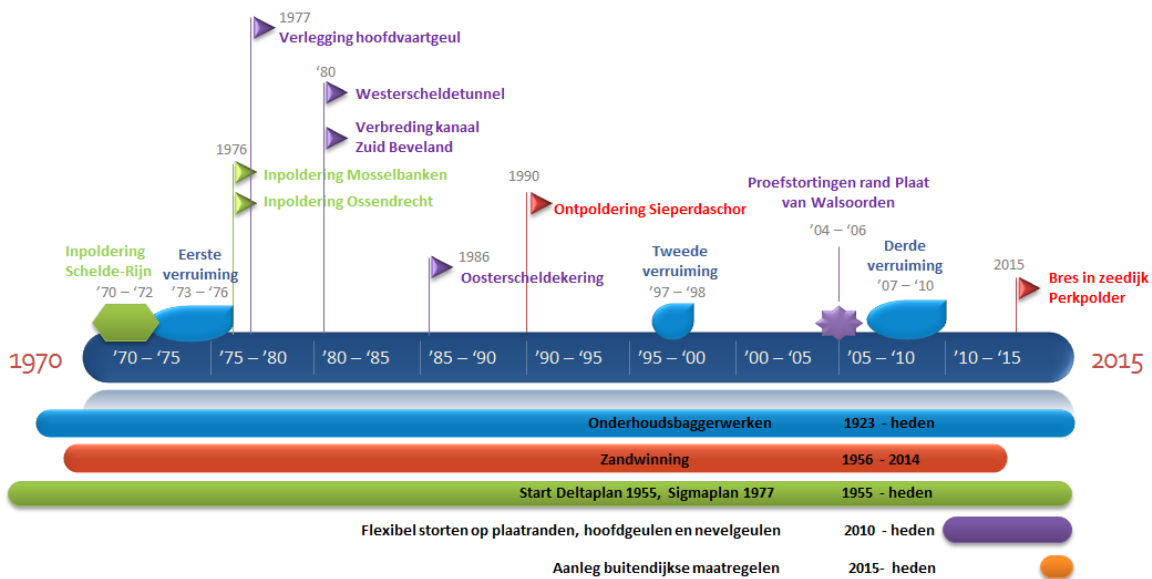
Figuur 2-7: Kaart van de Boven-Zeeschelde.

## 2.3 Menselijke ingrepen

In T2009 is een overzicht opgesteld van de menselijke ingrepen in het systeem. Hierbij is onderscheid gemaakt tussen horizontale en verticale ingrepen. Ten behoeve van de T2015 evaluatie is het overzicht geactualiseerd. Niet alleen met de ingrepen na 2009, maar ook met na 2009 gepubliceerde informatie over effecten van verruiming en verdiepingen.

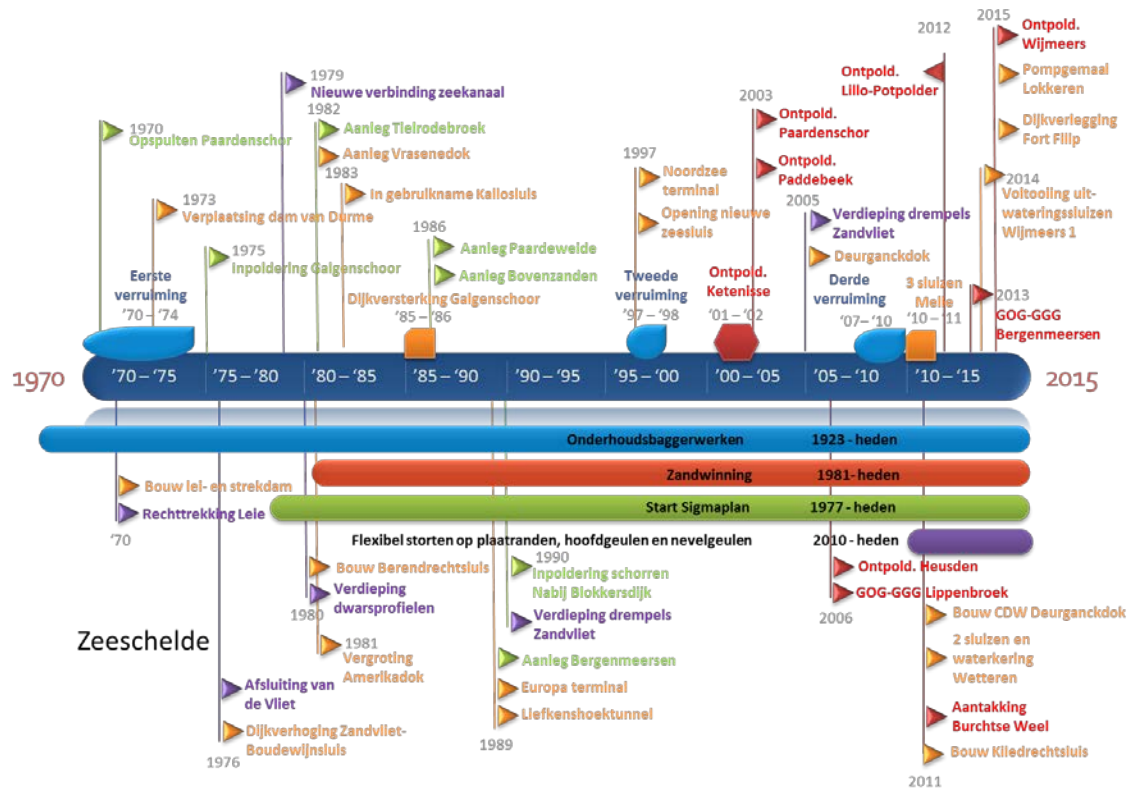
Gekozen is om het overzicht te laten beginnen in het jaar 1970. Deze keuze is weliswaar arbitrair, maar na 1970 zijn veel trendbreuken gedetecteerd in de hydrodynamische parameters. Figuur 2-8 en Figuur 2-9 tonen de ingrepen vanaf 1970 in de Westerschelde en in de Zeeschelde (+ Rupel en Durme).

In Bijlage H zijn de ingrepen ook in de vorm van kaarten en tabellen getoond.



Figuur 2-8: Overzicht ingrepen Westerschelde 1970 – 2015 (tijdlijn).





Figuur 2-9: Overzicht ingrepen Zeeschelde (+ Rupel en Durme) 1970 – 2015 (tijdlijn).

Na 2009 (het referentiejaar) zijn in de Westerschelde enkele nieuwe ingrepen gedaan. Vanaf 12 februari 2010 is de derde verdieping/verruiming uitgevoerd.<sup>2</sup> De activiteiten zijn in 2010 afgerond en in 2011 is de onderhoudsfase ingegaan. Ook is de stortstrategie sinds 2010 gewijzigd in 'flexibel storten' en is de zandwinning sinds 2014 gestopt. De natuurontwikkeling Margarethapolder (2006) is in 2010 uitgebreid en het project Waterdunen loopt nog. Langs de Zeeschelde zijn in het kader van het Sigmaphan uiteenlopende ingrepen gedaan zoals de bouw van sluisen, ontpoldering, dijkversterking en de aanleg van gecontroleerde overstromingsgebieden (GOG) en gecontroleerd gereduceerd getijgebieden (GGG).

Diverse bronnen zijn gebruikt om het overzicht uit het T2009 rapport te controleren en aan te vullen (zie o.a. Van Braeckel et al., 2006, 2009, 2012; Van Ryckegem et al., 2015, 2016 en Vroom en Schrijvershof, 2015). Het geactualiseerde overzicht maakt geen onderscheid tussen de grote en kleine ingrepen. Hieronder zijn de belangrijkste verdiepingen en verruiming toegeelicht.

Volgens Van Braeckel et al. (2012) hebben enkele ingrepen in het verleden een zeer grote invloed gehad op de evolutie van zowel het hoog- als het laagwater in de Zeeschelde. De normalisaties en rechtstrekkingen in de Schelde tussen 1978 en 2004 hebben een effect van meer dan 25 centimeter verschil op het hoog- en op het laagwater bij Melle. De rechtstrekkingen bij Durme tussen 1931 en 1937 hebben een effect van 10 tot 25 centimeter op het hoog- en laagwater bij Waasmunster. Ingrepen rond 1970 die een noemenswaardig effect hebben zijn de baggerwerken tussen Waasmunster en Hamme (> 25 cm), de aanleg van de Ringvaart Gent en het sluiten van de schutsluis te Gentbrugge (10 tot 25 cm) en de eerste verruiming (10 tot

<sup>2</sup> In Nederland is de vaargeul verdiept. In Vlaanderen is de rivier verbreed. In 2010 zijn drempels bij Bath, Valkenisse, Walsoorden, Hansweert en Vlissingen verlaagd. Een en ander volgt uit persoonlijke communicatie met Marco Schrijver van Rijkswaterstaat. De Vlaams Nederlandse Scheldec commissie schrijft op haar website dat de derde verruiming als project tussen 2007 en 2010 is uitgevoerd.

25 cm). De tweede verruiming heeft een effect gehad van 5 tot 10 centimeter op de laagwaterstand bij Bath.

Onderstaande ingrepen hebben voor 1970 plaatsgevonden, maar hebben nog steeds een (groot) *morfologisch* effect op de ontwikkeling in de Schelde:

- Inpoldering Quarlespolder (1949);
- Inpoldering Braakman (1952);
- Inpoldering Zuid Sloe (1965);
- Inpoldering schorren Bath, noordelijk deel (1960);
- Inpoldering schor Zuidgors, noordelijk deel (1960);
- Inpoldering schor Knuitershoek (1962);
- Inpoldering Selenapolder (1966).

Deze ingrepen voor 1970 hebben slechts een gering effect op de hoog- en laagwaterstand (van 1 tot 5 centimeter) in de oostelijke Westerschelde en de Zeeschelde.

We merken tot slot op, dat vanaf 1950 de zoetwaterlozingen op de Westerschelde langzamerhand zijn veranderd. De aanleg van het spuikanaal en de Bathse spuisluis (klaar in 1986) is een plotselinge grote verandering.

## 2.4 Technieken

De methode om de gegevens te analyseren bestaat uit verschillende (statistische) technieken, die in T2009 ook zijn toegepast om trends in de rekenparameters te bepalen. De belangrijkste technieken zijn, in volgorde van toepassing op de data:

1. beschrijvende statistiek (indien relevant);
2. correlaties tussen variabelen;
3. trendanalyse (regressiemodellen schatten met vaste trendbreuken);
4. modelvalidatie (statistische toetsen), residuenanalyse en indien van toepassing een nadere analyse van trendbreuken;
5. LOESS smoothing<sup>3</sup> (indien geen significante trend in data);
6. visualisatie ruimtelijke samenhang trends (GIS).

De technieken zijn geïmplementeerd in R scripts<sup>4</sup> en toegepast op de beschikbare reeksen ter reproductie van de T2009-resultaten. Voor een beschrijving van de technieken zie ook de digitale bijlage 3 van de T2009-rapportage.

Met betrekking tot punt 3 dient te worden opgemerkt dat voor veel rekenparameters in de piramides “Dynamiek waterbeweging” en “Bevaarbaarheid” (zie hoofdstukken 3 en 4) de trendanalyse bestaat uit het toepassen van een regressiemodel op de meetgegevens, rekening houdend met de mogelijke aanwezigheid van trendbreuken. Het regressiemodel heeft in eerste instantie betrekking op de periode voorafgaand aan 2009. Met dit model worden voorspellingen voor de periode 2010-2015 gemaakt. De waarnemingen in deze periode worden vergeleken met de gereproduceerde voorspellingen uit de T2009 regressiemodellen. De evaluatiemethodiek schrijft namelijk een bepaalde statistische vergelijking van de waarnemingen in de periode

<sup>3</sup> LOESS of LOWESS (locally weighted scatterplot smoothing) is een niet-parametrische regressiemethode waarmee via toepassing van meerdere regressiemodellen een gladde (smooth) functie aan een dataset kan worden gefit.

<sup>4</sup> R is an open source programming language and software environment for statistical computing and graphics that is supported by the R Foundation for Statistical Computing. The R language is widely used among statisticians and data miners for developing statistical software and data analysis.

2010-2015 met de T2009 voorspellingen voor, ter evaluatie van een rekenparameter. In Hoofdstuk 3 volgt een nadere toelichting op de regressiemodellen, de bijbehorende voorspellingen (predictie-intervallen) en de wijze van evaluatie.

## 2.5 Trendbreuken

In de T2009-studie zijn trendanalyses uitgevoerd, waarbij op basis van residuenanalyses (CUMSUM plots) trendbreuken zijn bepaald. Het bepalen van trendbreuken is vooral gedaan als onderdeel van de trendanalyses van de hydrodynamische gegevens. Het effect van de eerste verruiming (tussen 1973 en 1976<sup>5</sup>) is hierin duidelijk aanwezig. Voor laagwater en getijslag zijn in de T2009-rapportage aanwijzingen gevonden voor trendbreuken rond de periode van de tweede verruiming (1997-1998). Deze kunnen niet zonder meer worden toegewezen aan deze tweede verruiming. Veranderingen in de afvoer kunnen ook hebben bijgedragen aan de trendwijzigingen.

Voor de analyses in dit rapport zijn de trendbreuken uit de T2009-studie opgelegd. Dit is een essentieel uitgangspunt en noodzakelijk om de T2009 trends te reproduceren. De jaartallen waarin de trendbreuken optreden kunnen variëren tussen parameters en stations. Bij de beschrijving van de uitgevoerde analyses in de volgende hoofdstukken is vermeld om welke trendbreuken het gaat.

Ter validatie van het regressiemodel zijn de trendschattingen en residuen geanalyseerd voor de periode tot en met 2009 en de periode tot en met 2015. Dit geeft inzicht in de aanwezigheid van trendbreuken in de laatste 20 jaar (mogelijk als gevolg van de tweede en/of derde verruiming, 1998 resp. 2007-2010<sup>6</sup>).

## 2.6 Rapportage

De rapportage per communicatie-indicator splitst zich uit naar toets-, reken- en verklarende parameters. Onder iedere toetsparameter vallen over het algemeen meerdere rekenparameters. Verklarende parameters zijn op het niveau van communicatie-indicatoren (piramiden) gedefinieerd en kunnen trends in verschillende toets- en rekenparameters in de betreffende piramide verklaren.

De beschrijving van de uitgevoerde analyses is voor de toets- en rekenparameters als volgt opgezet:

- Definitie van de parameter: naam, betekenis, berekeningswijze;
- Beschrijving van de gebruikte data: de verwerking van de ruwe gegevens tot de parameterwaarden;
- Analyse van de beschikbare bewerkte gegevens (zie paragraaf 2.4);
- Interpretatie van de resultaten: ruimtelijke samenhang, toe- of afname trend ten opzichte van de in T2009 vastgestelde trend.

Voor de verklarende parameters is over het algemeen een soortgelijke indeling gehanteerd, maar zonder kopteksten.

<sup>5</sup> Er is enige discussie over het begin van de eerste verruiming. Sommige bronnen spreken van een start aan het eind van de jaren '60. In de T2009-rapportage wordt 1973-1976 genoemd.

<sup>6</sup> Bron: VNSC. <http://www.vnsc.eu/projecten/derde-verruiming-van-de-schelde/>

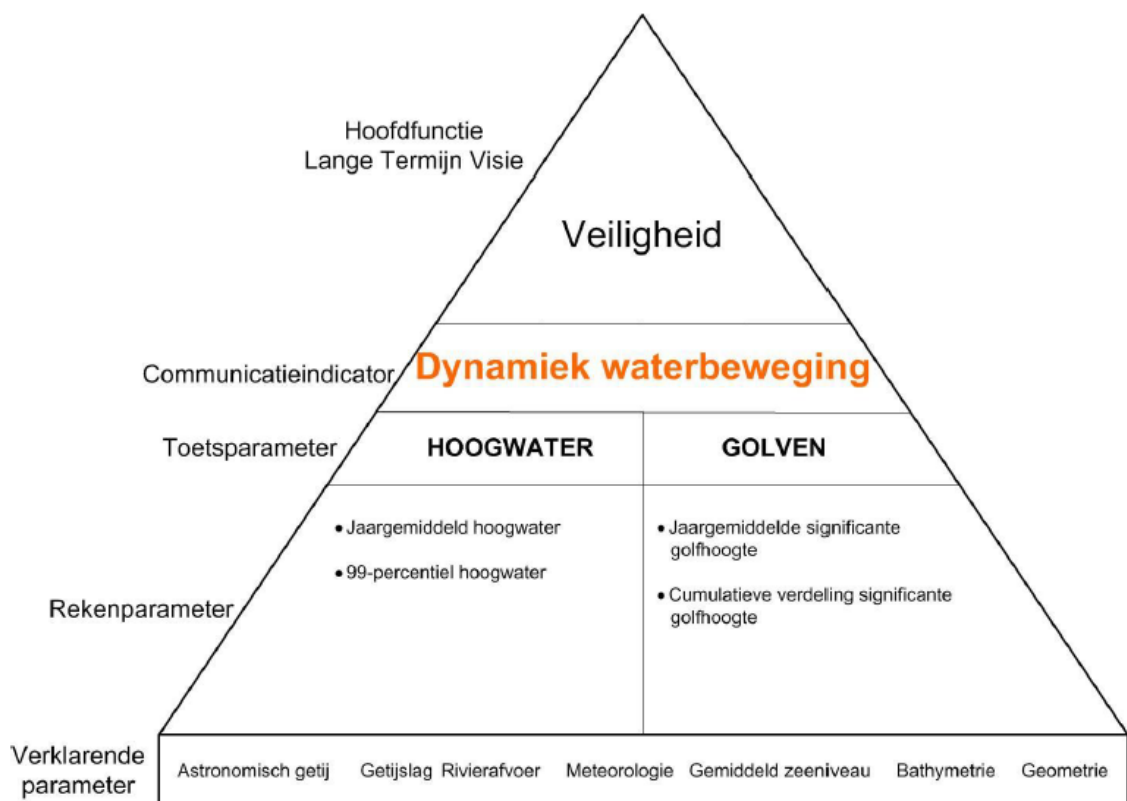


## 3 Dynamiek waterbeweging

### 3.1 Inleiding

De communicatie-indicator Dynamiek waterbeweging heeft tot doel inzicht te verkrijgen in de horizontale en verticale beweging van het water in het Schelde-estuarium. De communicatie-indicator is gekoppeld aan de hoofdfunctie 'Veiligheid' uit de Lange Termijn Visie (2001), maar is ook van belang voor de hoofdfuncties 'Toegankelijkheid', in het kader van de communicatie-indicator Bevaarbaarheid (zie Hoofdstuk 4), en voor 'Natuurlijkheid', in het kader van de communicatie-indicator Leefomgeving (zie Hoofdstuk 7).

De verschillende onderdelen van de communicatie-indicator Dynamiek waterbeweging zijn in Figuur 3-1 geïllustreerd. In dit hoofdstuk zijn de twee toetsparameters uitgewerkt: 'Hoogwater' (§3.2) en 'Golven' (§3.3). Voor beide toetsparameters zijn rekenparameters gedefinieerd waarvoor de trendontwikkeling wordt bepaald via statistische analyses. De evaluatiemethodiek beschrijft of een toe- of afname van een trend vanuit het systeem gezien een positieve of negatieve ontwikkeling is. De referentie voor een toe- of afname van de trend is hierbij de trend bepaald in T2009. In dit hoofdstuk worden de trends daarom vergeleken met de T2009 trends.



Figuur 3-1: Visuele weergave van de communicatie-indicator Dynamiek waterbeweging, met de onderliggende toets-, reken- en verklarende parameters.

Daarnaast zijn de verklarende parameters uit de piramide in Figuur 3-1 uitgewerkt (zie §3.4). Deze dragen bij tot het begrijpen van de waargenomen ontwikkelingen in de waterbeweging in het estuarium en geven hiervoor een onderliggende systeemverklaring.

## 3.2 Toetsparameter Hoogwater

De T2009-rapportage beschrijft de trend in de rekenparameters jaargemiddeld hoogwater en het 99<sup>e</sup> percentiel hoogwater tot en met het jaar 2009. Voor beide rekenparameters is de trend stijgend voor de beschouwde meetstations. Dit hoofdstuk bevat de analyse van de trends met de gegevens tot en met 2015. De resultaten worden conform de evaluatiemethodiek vergeleken met de T2009-analyse.

### 3.2.1 Rekenparameter jaargemiddeld hoogwater

#### Definitie

Het jaargemiddeld hoogwater wordt bepaald als het rekenkundig gemiddelde van de getijhoogwaterstanden over de periode van een kalenderjaar. Het jaargemiddelde hoogwater wordt bepaald door het astronomische getij, de middenstand en de opzet. In de evaluatiemethodiek die de basis vormt van dit rapport (Maris et al., 2014), wordt als maat voor de evaluatie van de hoofdfunctie Veiligheid vanuit de waterbeweging voornamelijk naar de evolutie van het jaargemiddeld hoogwater gekeken.

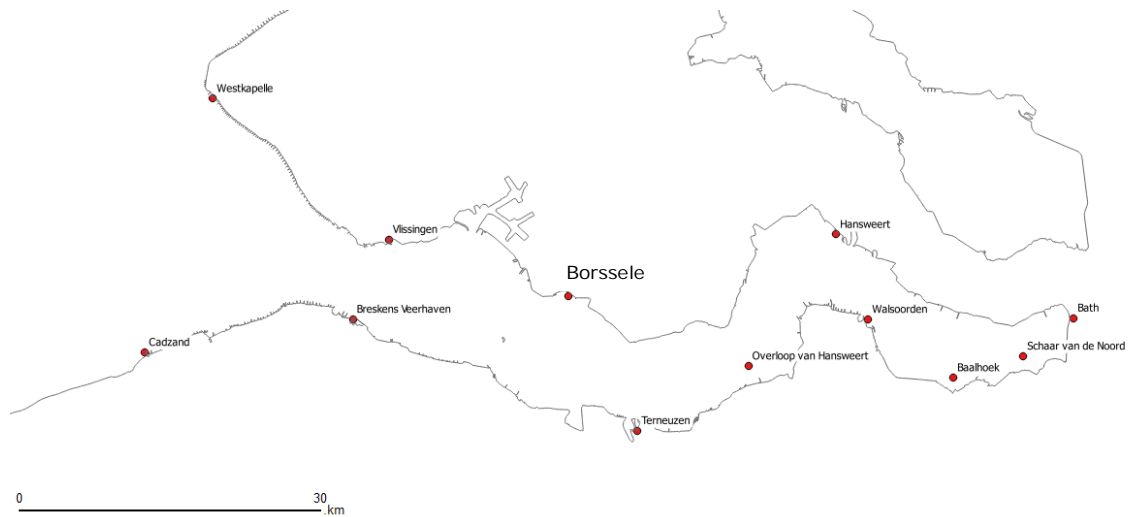
#### Data

Voor de trendanalyse van de rekenparameter Jaargemiddeld hoogwater zijn de hoogwaterstanden (afgeleid uit continue meetgegevens) in de periode 2010 tot en met 2015 beschikbaar voor 14 stations in Nederland (Westerschelde, bron Rijkswaterstaat) en 19 stations in Vlaanderen (Zeeschelde en haar zijrivieren, bron Waterbouwkundig Laboratorium). Voor een uitgebreide toelichting op de data, zie Barneveld et al. (2016). In T2009 zijn de data van 14 Nederlandse en 37 Vlaamse stations geanalyseerd. De stations waarvoor nu gevalideerde meetreeksen van 2010-2015 beschikbaar zijn overlappen met de T2009-stations. Figuur 3-2 en Figuur 3-3 geven een geografisch overzicht van de nu gebruikte stations. De ruimtelijke dekking van de stations in de Zeeschelde is nog steeds ruim voldoende.<sup>7</sup>

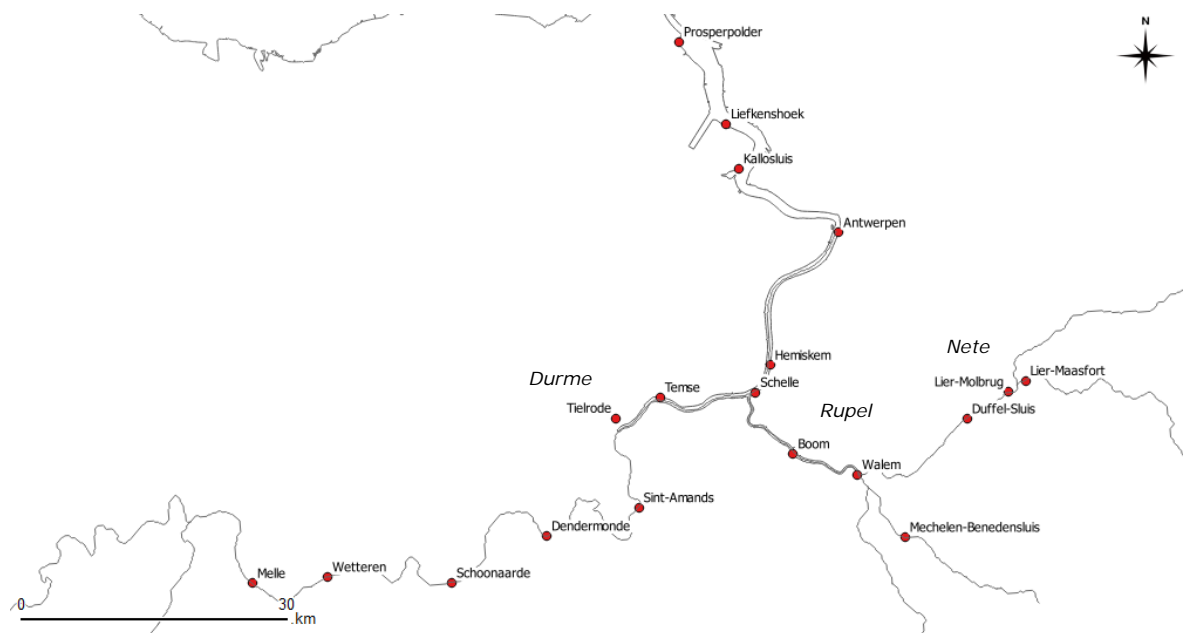
Als gevolg van onderhoud / verzanding en storing zijn er hiaten in de data van het Nederlandse station SVDN (Schaar van de Noord) in de jaren 2013 (deels), 2014 en 2015. Voor station BORS (Borssele) zijn geen metingen beschikbaar voor de periode september tot en met december 2014. Voor het station EURO (Europlatform) ontbreken alle metingen in het jaar 2011. De data voor de andere stations zijn compleet.

De jaargemiddelde hoogwaterstanden voor de periode 2010-2015 zijn conform de bovenstaande definitie bepaald. Alle jaargemiddelde hoogwaters zijn uitgedrukt in cm+TAW voor Vlaamse stations en in cm+NAP voor Nederlandse stations. Vanuit het oogpunt van betrouwbaarheid is enkel indien 75% of meer waarden in de tijdreeks van een jaar beschikbaar zijn, dat jaar beschouwd in de analyse van jaargemiddelde waarden (conform T2009).

<sup>7</sup> In 2013 heeft het Waterbouwkundig Laboratorium (WL) aan de hand van telemetrische gegevens geconstateerd dat de peilschalen van een groot aantal getijstations in de Zeeschelde verticaal zijn verschoven. Het gaat om verschillen tot 7 cm. De verticale positie van de peilschalen is veranderd tussen de laatste opmeting van de peilschalen (jaren '80 van de vorige eeuw) en 2013. Het is niet met zekerheid te zeggen wanneer (of in welke periode) de verschuivingen precies zijn opgetreden. Na constatering heeft het WL de meetgegevens *vanaf* het jaar 2011 gecorrigeerd. Hierdoor zijn de langjarige meetreeksen niet homogeen. Merk op dat in de T2015-rapportage de gecorrigeerde meetreeksen zijn gebruikt.



Figuur 3-2: Getijstations in de Westerschelde. N.B. Stations buiten het estuarium (Europlatform en Vlakte van de Raan) niet weergegeven.



Figuur 3-3: Getijstations in de Zeeschelde en haar zijrivieren Nete, Rupel en Durme.

Voor de getijstations in Figuur 3-2 en Figuur 3-3 zijn ook laagwaterstanden (zie paragraaf 4.2.2) en de getijslag (paragraaf 3.4.1) beschikbaar en geanalyseerd. De jaargemiddelde waarden van deze parameters zijn samen met de jaargemiddelde hoogwaters en het 99<sup>e</sup> percentiel hoogwater (zie paragraaf 3.2.2) toegevoegd aan de T2009 gegevens en opgeslagen in een tekstbestand (zie Figuur 3-4). Dit tekstbestand is in R ingelezen en als R bestand opgeslagen.

Het Waterbouwkundig Laboratorium heeft in een later stadium additionele gegevens aangeleverd voor 4 getijstations in Vlaanderen. Het betreft Hemiksem, Liefkenshoek, Lier-Maasfort en Mechelen-Benedensluis. De gegevens van deze stations zijn ook in de T2009-rapportage geanalyseerd. De gegevens van hoogwater, laagwater en getijslag zijn op dezelfde wijze bewerkt en toegevoegd aan de bestaande datasets voor deze getijstations. De tijdreeksen voor station Hemiksem beginnen eerder dan de in de T2009-rapportage gebruikte reeksen. De reeksen zijn voor dit station dus aan de voor- en achterkant verlengd.

```

Jaargemiddeld laag- en hoogwater en getijslag, vanaf 1881 te VLISSINGEN
EXCEPTION      -9999
DATEFORMAT     yyyy
TIMEUNIT       year
LOCATION        VLISSINGEN
#####
YEAR  LW      HW      Getijslag      P99HW
[-]   [cm NAP] [cm NAP] [cm] [cm NAP]
1881 -9999.00   -9999.00   -9999.00   -9999.00   -9999.00
1882 -192.64 183.11 375.75 277.25
1883 -193.62 182.81 376.42 295.90
1884 -193.16 181.03 374.19 273.43
1885 -194.95 179.12 374.07 260.00
1886 -197.11 178.85 375.96 259.00
1887 -202.87 170.49 373.35 245.45
1888 -207.86 167.99 375.84 256.00
1889 -202.14 171.14 373.28 283.15
1890 -197.18 171.04 368.22 273.35
1891 -198.67 166.78 365.46 252.00
1892 -198.10 166.99 365.09 257.68
1893 -195.35 167.45 362.80 256.00
1894 -189.91 174.61 364.52 270.45
1895 -193.21 173.38 366.59 277.80

```

Figuur 3-4: Screenshot van een invoerbestand met jaargemiddeld laag- en hoogwater, getijslag en het jaarlijkse 99<sup>e</sup> percentiel hoogwater (P99HW) te Vlissingen vanaf 1881. N.B. De gegevens zijn door 'tabs' gescheiden.

In Tabel 3-1 en Tabel 3-2 is de lengte van de beschikbare reeksen samengevat.

| Station                 | Afkorting | Data T2009 | Data T2015      |
|-------------------------|-----------|------------|-----------------|
| Baalhoek                | BAAL      | 1996-2009  | 2010-2015       |
| Bath                    | BATH      | 1862-2009  | 2010-2015       |
| Borssele                | BORS      | 1996-2009  | 2010-2015       |
| Breskens Veerhaven      | BRES      | 1966-2009  | 2010-2015       |
| Cadzand                 | CADZ      | 1880-2009  | 2010-2015       |
| Hansweert               | HANS      | 1881-2009  | 2010-2015       |
| Overloop van Hansweert  | OVLH/OVHA | 1996-2009  | 2010-2015       |
| Vlakte van de Raan      | RAAN/VR   | 1996-2009  | 2010-2015       |
| Schaar van de Noord     | SVDN      | 1996-2009  | 2010-2013       |
| Terneuzen               | TERN      | 1878-2009  | 2010-2015       |
| Vlissingen              | VLIS      | 1881-2009  | 2010-2015       |
| Walsoorden              | WALS      | 1996-2009  | 2010-2015       |
| Westkapelle             | WKAP      | 1954-2009  | 2010-2015       |
| Europlatform (Noordzee) | EURO      | 1983-2009  | 2010, 2012-2015 |

Tabel 3-1: Databeschikbaarheid hoog- en laagwaterstand van de (Nederlandse) getijstations in de Westerschelde waarvoor trendanalyses zijn uitgevoerd.



| Station                | Afkorting | Codes                          | Bekken                           | Data T2009              | Data T2015 |
|------------------------|-----------|--------------------------------|----------------------------------|-------------------------|------------|
| Antwerpen-Loodsgebouw  | ANTL      | zes21a-100a-40v<br>zes21a-1066 | Benedenschede-<br>bekken         | 1901-2009               | 2010-2015  |
| Boom                   | BOOM      | rup01a-100a-40v<br>rup02a-1066 | Benedenschede-<br>bekken (Rupel) | 1971-2009               | 2010-2015  |
| Dendermonde            | DEND      | zes48a-100a-40v<br>zes47a-1066 | Benedenschede-<br>bekken         | 1901-2009               | 2010-2015  |
| Duffel-Sluis           | DUSL      | bnt03a-100a-40v<br>bnt03a-1074 | Netebekken                       | 1963-2009               | 2010-2015  |
| Kallosluis             | KALL      | zes14a-100a-40v<br>zes14a-1066 | Benedenschede-<br>bekken         | 1982-2009               | 2010-2015  |
| Lier-Molbrug           | LIMO      | bnt07a-100a-40v<br>bnt07a-1066 | Netebekken                       | 1981-2009               | 2010-2015  |
| Melle                  | MELL      | zes58a-100a-40v<br>zes57a-1074 | Benedenschede-<br>bekken         | 1901-1940,<br>1971-2009 | 2010-2015  |
| Prosperpolder          | PROS      | zes01a-100a-40v<br>zes01a-1066 | Benedenschede-<br>bekken         | 1952-2009               | 2010-2015  |
| Schelle                | SCHE      | zes29a-100a-40v<br>zes29a-1066 | Benedenschede-<br>bekken         | 1901-2009               | 2010-2015  |
| Schoonaarde            | SCHO      | zes50a-100a-40v<br>zes49a-1066 | Benedenschede-<br>bekken         | 1901-2009               | 2010-2015  |
| Sint-Amands            | SIAM      | zes43a-100a-40v<br>zes42a-1066 | Benedenschede-<br>bekken         | 1951-2009               | 2010-2015  |
| Temse                  | TEMS      | zes36a-100a-40v<br>zes36a-1066 | Benedenschede-<br>bekken         | 1901-2009               | 2010-2015  |
| Tielrode               | TIEL      | dur01a-100a-40v<br>dur01a-1066 | Benedenschede-<br>bekken (Durme) | 1901-2009               | 2010-2015  |
| Walem                  | WALE      | rup03a-100a-40v<br>rup03a-1066 | Benedenschede-<br>bekken (Nete)  | 1901-2009               | 2010-2015  |
| Wetteren               | WETT      | zes56a-100a-40v<br>zes55a-1066 | Benedenschede-<br>bekken         | 1981-2009               | 2010-2015  |
| Hemiksem*              | HEMI      | zes28a-100a-40v<br>zes10a-1066 | Benedenschede-<br>bekken         | 1981-2007               | 1941-2015* |
| Liefkenshoek*          | LIEF      | zes10a-100a-40v<br>zes28a-1066 | Benedenschede-<br>bekken         | 1901-2009               | 1947-2015* |
| Lier-Maasfort*         | LIMA      | gnt01a-100a-40v<br>gnt01a-1066 | Netebekken                       | 1981-2009               | 1981-2015* |
| Mechelen-Benedensluis* | MECH      | dij06a-100a-40v<br>dij06a-1066 | Dijle- en<br>Zennebekken         | 1980-2009               | 1981-2015  |

Tabel 3-2: Databeschikbaarheid hoog- en laagwaterstand van de Vlaamse getijstations in de Zeeschelde waarvoor analyses zijn uitgevoerd. \* Door Watlab extra aangeleverde gegevens. De reeks van Hemiksem begint eerder dan de reeks die in de T2009 studie is gebruikt.

## Analyse

De evaluatiemethodiek schrijft een statistische analyse van de jaargemiddelde hoogwaters voor waarin rekening wordt gehouden met een lineaire trend en het nodale getij met een cyclus van 18,613 jaar<sup>8</sup>. In formulevorm is het regressiemodel voor de hoogwaters (HW) als volgt:

<sup>8</sup> De 18,6-jarige nodale cyclus is een gevolg van de variërende positie van de maanbaan ten opzichte van het eclipticavlak. Dit is een externe, bekende oorzaak, die een effect heeft op de waterstanden van alle meetstations.

$$HW(t) = b_{HW} + m_{HW}t + C \cos(2\pi ft - \phi) + \epsilon_{HW}(t) \quad (3-1)$$

In de formule is  $HW(t)$  het jaargemiddelde hoogwater in jaar  $t$ ,  $b_{HW}$  een constante,  $m_{HW}$  de lineaire regressiecoëfficiënt (trendparameter),  $C$  de amplitude van het nodale getij,  $f$  de frequentie van het nodale getij ( $1/f = 18,613$  jaar),  $\phi$  de faseverschuiving van het nodale getij en  $\epsilon_{HW}(t)$  het normaal verdeelde residu op tijdstip  $t$ .

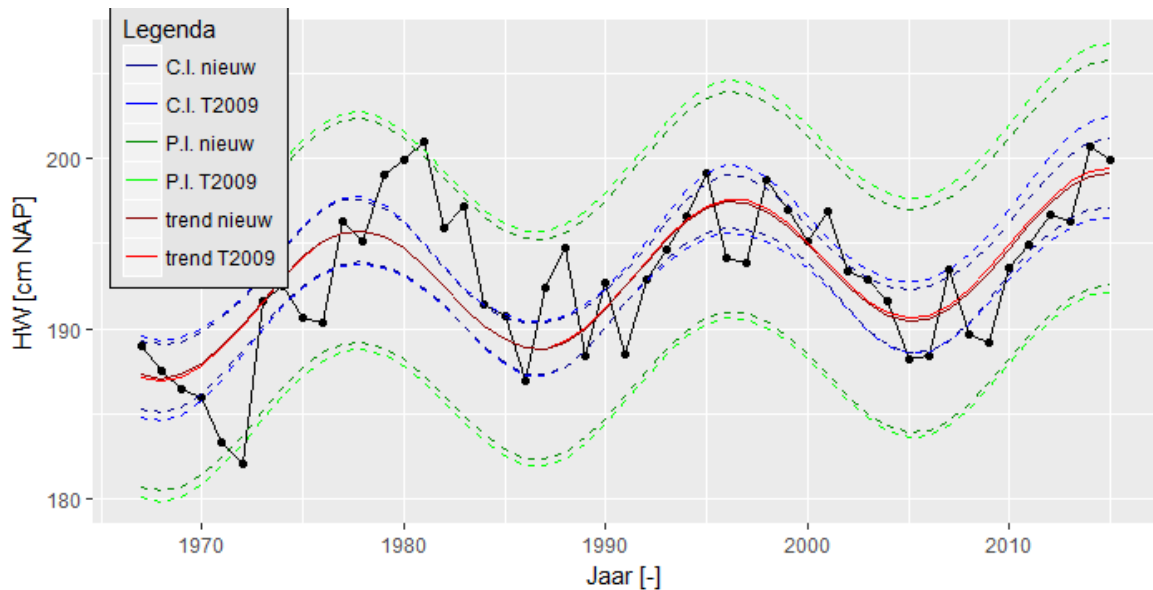
De amplitude van het nodale getij volgt net als in T2009 voor ieder station uit de regressie. De faseverschuiving van het nodale getij  $\phi$  is in de T2009-analyse bepaald als  $\phi = 95,7792$  graden ten opzichte van het jaar 0 van de christelijke jaartelling. Deze faseverschuiving is op alle stations toegepast. Deze werkwijze is tijdens de analyse voor T2015 opnieuw toegepast.

De trends, betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen (zie kader) voor de data tot en met 2009 zijn gereproduceerd, waarbij de trendbreuken uit T2009 zijn opgelegd. Vervolgens zijn de reeksen uitgebreid met de data voor de periode 2010-2015 en is het model opnieuw gekalibreerd. Telkens is eerst nagegaan – voor beide datasets – of het regressiemodel de data adequaat beschrijft. Hiertoe zijn onder andere een F-toets uitgevoerd op de gezamenlijke significantie van de parameters en een Jarque-Bera toets op de normaliteit van de residuen (beide toetsen bij een significantieniveau van 5%). Indien het model inderdaad de data adequaat beschrijft, is getoetst of de trend statistisch gezien afwijkt van 0 (wederom bij een significantieniveau van 5%). Indien dat het geval is, dan is de trend opgenomen in het uiteindelijke regressiemodel. In het geval dat de trendparameter niet-significant is, dan is de conclusie dat er geen lineaire trend in de data kan worden aangetoond.

#### **Predictie-interval en betrouwbaarheidsinterval**

Een T2009 95%-predictie-interval (Engels: prediction interval, P.I.) definieert de grenzen van de waarden waartussen observaties na 2009 met een kans van 95% liggen, gegeven wat tot en met 2009 is waargenomen. Een predictie-interval mag niet worden verward met een betrouwbaarheidsinterval (Engels: confidence interval, C.I.). Een betrouwbaarheidsinterval is nauwer / smaller dan een predictie-interval. In regressie-analyse zegt het betrouwbaarheidsinterval juist iets over de betrouwbaarheid waarmee de verwachtingswaarde van de te verklaren variabele (hier: rekenparameter) is geschat op basis van de gegevens. Ten behoeve van dit analyserapport zijn de intervallen op de gebruikelijk wijze bepaald met de R functie "predict" waarbij als optie interval = "confidence" (C.I.) danwel interval = "predict" (P.I.) is toegevoegd.

Voor alle stations zijn grafieken gemaakt van de hoogwaters op basis van het regressiemodel met (i) data tot en met 2009, waarbij de trend is doorgetrokken tot en met 2015 (voorspelling) en (ii) data tot en met 2015. De grafieken laten naast de jaargemiddelde waarden (punten), een trendlijn en 95%-betrouwbaarheids- en predictie-intervallen (aangeduid met C.I. respectievelijk P.I.) rondom de trend zien (indien het model en de trendparameter significant zijn). Figuur 3-5 toont een voorbeeld van een grafiek. Ook zijn grafieken van de residuen gemaakt ter validatie van het regressiemodel. De rol van de intervallen in de evaluatie is in het kader hieronder toegelicht.



Figuur 3-5: Resultaten trendanalyse jaargemiddelde hoogwaterstanden Cadzand met de trends tot en met 2009 (rood) en 2015 (paars) en de bijbehorende 95%-betrouwbaarheidsintervallen (blauwe stippellijnen) en 95%-predictie-intervallen (groene stippellijnen) voor de periode 1966-2015.

#### Evaluatie

In de evaluatiemethodiek staat dat het jaargemiddelde hoogwater vergeleken dient te worden met de voorspelling op basis van het regressiemodel uit T2009. Door de gemeten jaargemiddelde hoogwaterstanden van de periode vanaf 2010 te vergelijken met de voorspelde trend, wordt getoetst of een trendafwijking is opgetreden:

- Negatieve ontwikkeling ten opzichte van T2009: meer dan 5% van het aantal punten ligt boven het predictie-interval van de verwachte jaargemiddelde hoogwaterstand.
- Positieve ontwikkeling ten opzichte van T2009: meer dan 5% van het aantal punten ligt onder het predictie-interval van de verwachte jaargemiddelde hoogwaterstand.
- Neutrale ontwikkeling ten opzichte van T2009: alle punten liggen binnen de grenzen van het predictie-interval.

Het aantal toegevoegde punten is 6 (voor elk jaar 1). Dit betekent dat 1 punt boven (onder) het predictie-interval resulteert in de kwalificatie negatieve (positieve) ontwikkeling ten opzichte van de trend in T2009.

Hieronder volgt de analyse voor alle stations, te beginnen bij de stations buiten het estuarium en in de monding. Dan volgen de stations in de Westerschelde en in de Zeeschelde. Hier zijn alleen de belangrijkste resultaten beschreven en in grafieken weergegeven. Bijlage A.1 bevat alle grafieken voor alle stations.

#### Buiten het estuarium en in de monding

De trends in de jaargemiddelde hoogwaterstanden buiten het estuarium en in de monding kunnen als verklarende parameter worden beschouwd voor waargenomen wijzigingen in het jaargemiddelde hoogwater van meetstations in het estuarium. Net als in T2009 zijn de volgende meetstations beschouwd: Europlatform, Vlake van de Raan, Westkapelle en Cadzand. Voor de buiten het estuarium gelegen stations Europlatform en Vlake van de Raan zijn te weinig gegevens beschikbaar om een zinvolle trendanalyse uit te voeren. De reeksen van deze stations zijn korter dan 2 cycli van 18,6 jaar. In de bijlage zijn voor deze stations conform T2009 figuren

van de data en een LOESS filter met een spanwijdte van 6 jaar opgenomen<sup>9</sup>. Het LOESS filter wordt gebruikt als het regressiemodel de data niet adequaat beschrijft en laat het gemiddelde verloop van de waarden over de tijd zien.

Uit Figuur A-1 volgt dat de jaargemiddelde waarden bij Europlatform de laatste 30 jaar tussen de 0,9 en 1,0 m+NAP schommelen, zonder duidelijke richting. De jaargemiddelde waarden bij de Vlakte van de Raan variëren tussen 1996 en 2013 tussen 1,68 en 1,76 m+NAP, maar in 2014 en 2015 zijn de waarden 1,82 m+NAP (zie Figuur A-2).<sup>10</sup>

De reeksen van de stations te Cadzand en Westkapelle zijn lang genoeg voor een volwaardige trendanalyse. De lineaire (stijgende) trends zijn statistisch significant: 9 cm/eeuw resp. 19 cm/eeuw. In T2009 werden respectievelijk de waarden 10 en 20 cm/eeuw gevonden. De toevoeging van de gegevens na 2009 leidt dus nauwelijks tot een verandering ten opzichte van de T2009-rapportage. In Figuur 3-5 is dit duidelijk te zien voor Cadzand. De jaargemiddelde waarden van 2010 tot en met 2015 liggen ruim binnen het 95%-predictie-interval van de T2009 trend.

#### *Westerschelde*

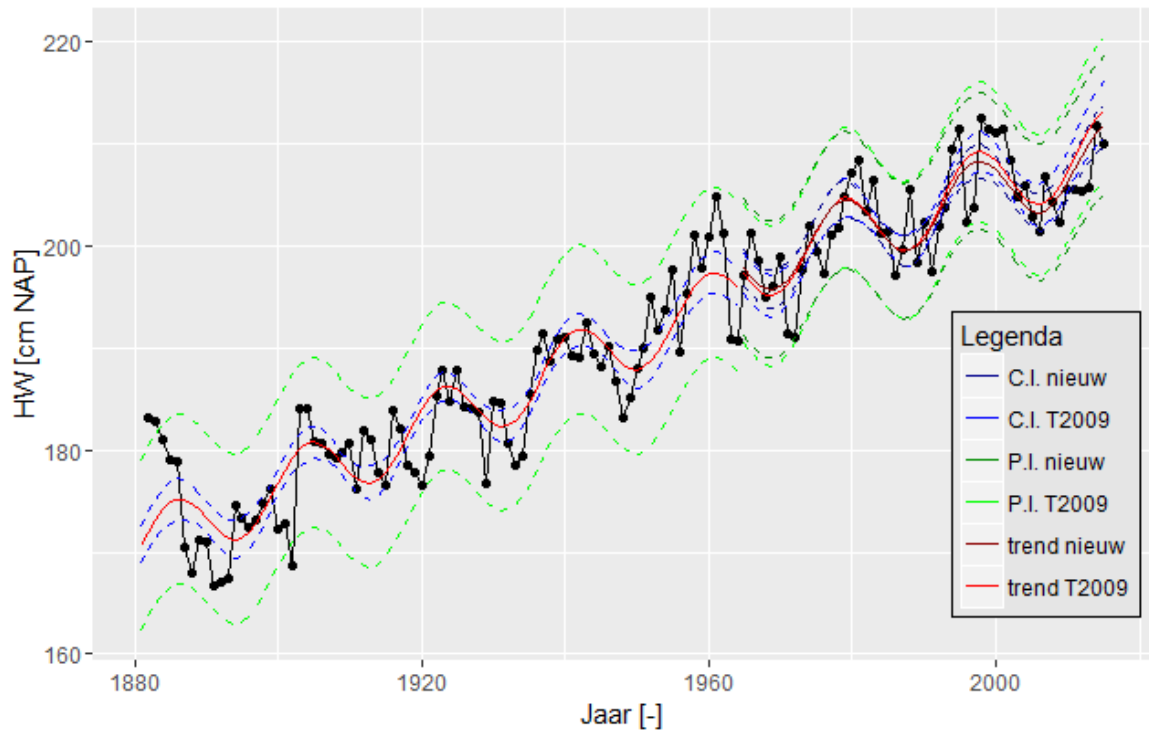
De belangrijkste meetstations in de Westerschelde zijn Vlissingen, Terneuzen, Hansweert en Bath, want voor deze stations zijn de meetreeksen het langst. De andere stations zijn sinds 1996 ingezet en hebben dus net 1 cyclus van het nodale getij doorlopen. De analyse in dit hoofdstuk beperkt zich tot de 4 stations met de langste meetreeksen. In Bijlage A.1 staan voor alle stations grafieken van de tijdreeksen met hun trendlijn en residuen van de regressies. De residuen geven geen aanleiding om andere trendbreuken dan die in T2009 te kiezen of te introduceren.

In de jaargemiddelde hoogwaterstanden van de 4 belangrijkste stations is de 18,6-jarige cyclus en een positief lineaire trend aanwezig, net als in de T2009-analyse. De datapunten 2010-2015 liggen onder de T2009 trend, maar vallen binnen de 95%-predictie-intervallen. Voor de stations Vlissingen en Bath is dit getoond in Figuur 3-6 en Figuur 3-7. De verschillen tussen de geschatte waarden van de trendparameters nu en in T2009 zijn klein: de T2015 trendwaarden zijn enkele centimeters/eeuw lager. Voor Vlissingen is dit verschil met 4 cm/eeuw het grootst (van 24 naar 20 cm/eeuw). De trendparameter van de jaargemiddelde hoogwaterstand neemt net als in T2009 toe naarmate het station dieper in het estuarium ligt: bij Vlissingen 20 cm/eeuw, bij Bath 36 cm/eeuw.

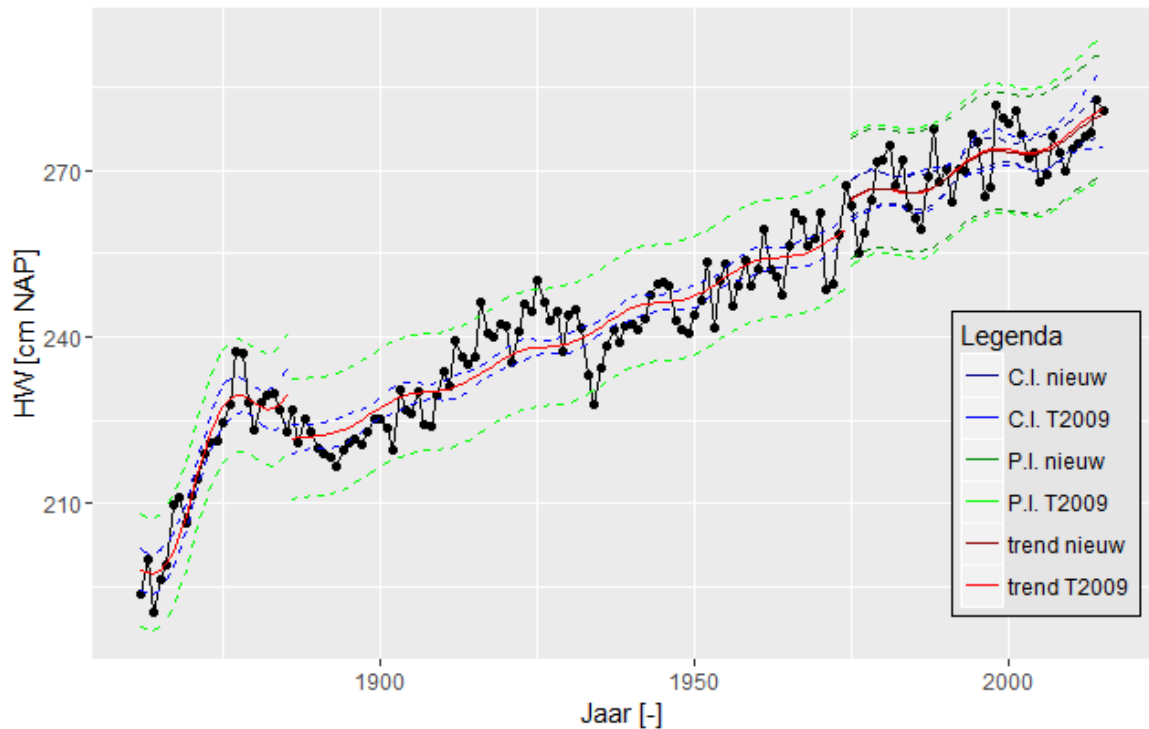
Uit de analyse voor de stations in de Westerschelde volgt dat de ontwikkeling van de trends neutraal is ten opzichte van T2009. De trends in jaargemiddelde hoogwaterstanden vlakken iets af, maar blijven statistisch significant stijgend.

<sup>9</sup> Een LOESS filter met een span van 6 jaar kent in de lokale polynomiale regressiemodellen alleen gewicht toe aan observaties in een tijdspanne van 6 jaar om iedere observatie. De gewichtsfunctie is  $w(x) = (1 - |x|^3)^3$ , waarbij  $x$  de afstand is tussen observatie en het punt op de te fitten curve (geschaald op het interval  $[0,1]$ ).

<sup>10</sup> Het regressiemodel en de geschatte trend zijn opvallend genoeg wel significant voor Vlakke van de Raan, maar de uitkomsten zijn onbetrouwbaar, want sterk beïnvloed door de lengte van de reeks (1996-1999 & 2001-2015) en de twee uitschieters in 2014 en 2015.



Figuur 3-6: Resultaten trendanalyse jaargemiddelde hoogwaterstanden Vlissingen met de trends tot en met 2009 en 2015 voor de periode 1881-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen. Trendbreuk: jaar 1965.



Figuur 3-7: Resultaten trendanalyse jaargemiddelde hoogwaterstanden Bath met de trends tot en met 2009 en 2015 voor de periode 1982-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen. Trendbreuk: jaar 1975.

### Zeeschelde

Diverse stations in de Zeeschelde zijn al sinds 1901 in gebruik. Voor alle stations zijn de analyses uit T2009 met de toen gekozen startjaren en opgelegde trendbreuken herhaald, en

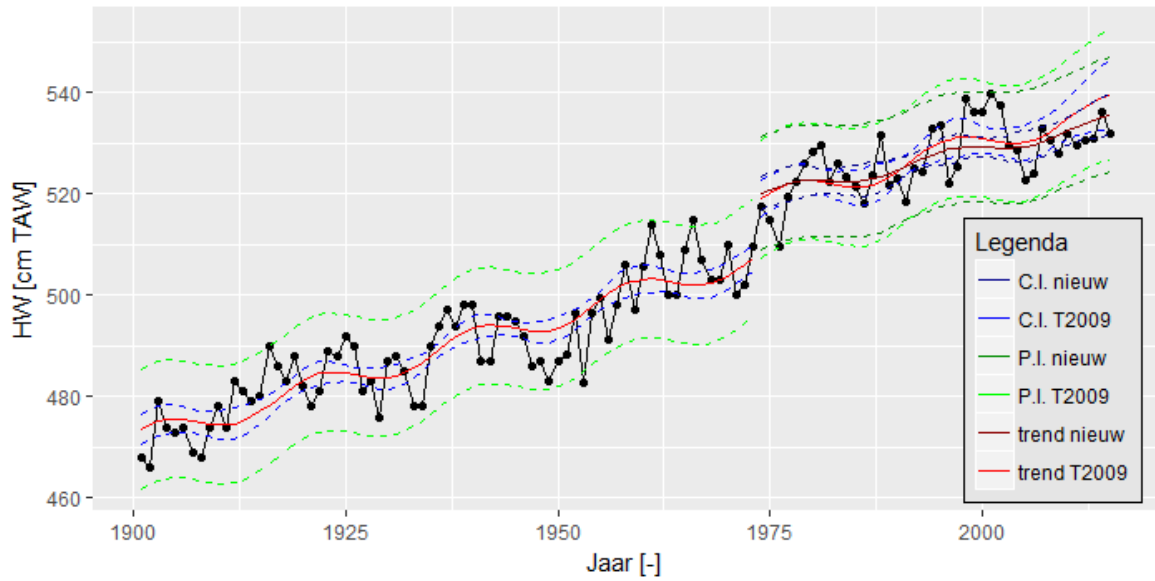
vervolgens uitgebreid met de data tot en met 2015. Voor de vergelijking met de T2009 trends worden hier alleen de resultaten van de in de hoofdtekst van de T2009-rapportage belangrijkste geachte stations besproken. Dit zijn de stations met de langste meetreeksen: Liefkenshoek, Antwerpen, Schelle, Walem, Duffel-Sluis, Temse, Tielrode, Dendermonde, Schoonaarde en Melle. Deze meetstations geven een compleet beeld voor de Zeeschelde. Voor het station Waasmunsterbrug (in de Durme) zijn geen gegevens voor de periode 2010-2015 beschikbaar en is de vergelijking met T2009 niet mogelijk. Dit heeft geen gevolgen voor de ruimtelijke dekking van de analyse in de Zeeschelde zelf. De trends voor de overige stations komen terug in een overzicht van de stijging per station. De tijdreeksen met de jaargemiddelde hoogwaterstanden voor alle in Tabel 3-2 genoemde stations en de geschatte trendlijnen staan in de figuren in Bijlage A.1.

In de tijdreeksen van de jaargemiddelde hoogwaterstanden is de 18,6-jarige cyclus opnieuw aanwezig. De hoogwaterstanden hebben een positief lineaire trend, die groter is naarmate het station dieper in het estuarium ligt. Door het toevoegen van de nieuwe gegevens nemen de trends in waarde af. De jaargemiddelde waarden van 2010-2015 liggen voor alle bovengenoemde stations duidelijk onder de T2009 trend, maar vallen met uitzondering van Tielrode ruim binnen de 95% predictie-intervallen (zie Figuur 3-8 – Antwerpen, Figuur 3-9 – Dendermonde; Figuur 3-10 – Tielrode; in Bijlage A.1 staan de figuren van alle stations).

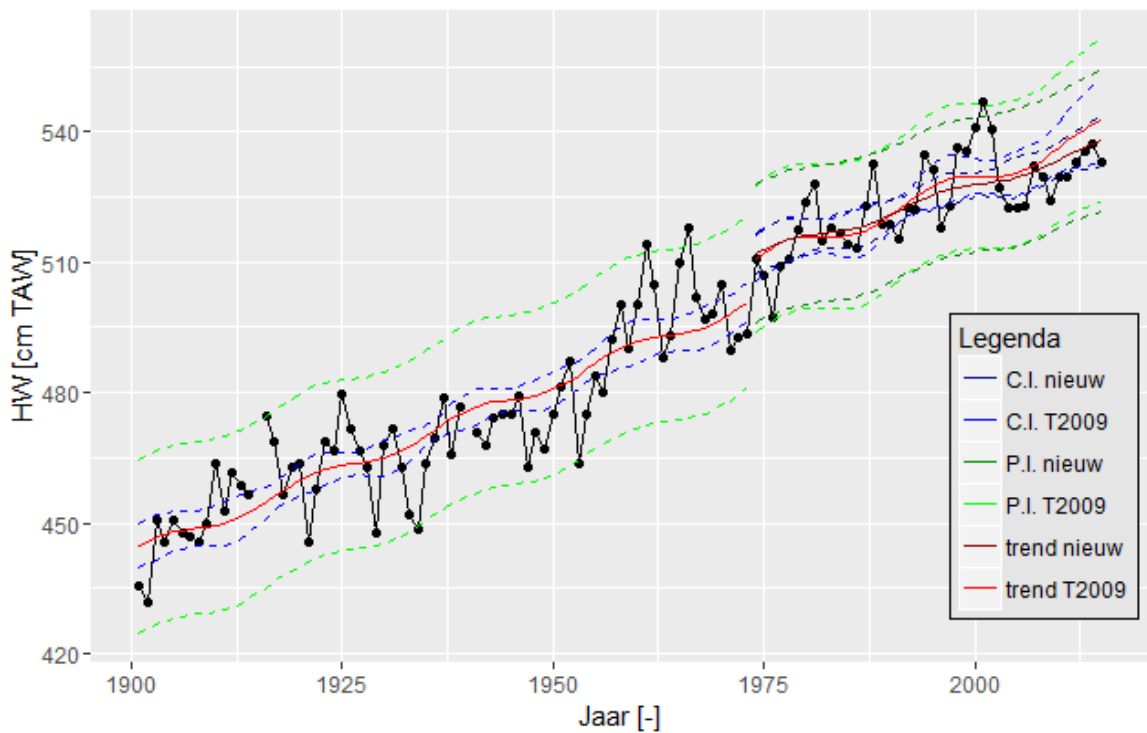
Tot aan Dendermonde zijn de nieuwe lineaire trends 8 tot 16 cm/eeuw kleiner dan de T2009 trends. Dieper het estuarium in bij Schoonaarde en Melle daalt de trend met ongeveer 25 cm/eeuw. In de Rupel en Nete (Walem, Duffel-Sluis) stijgt de jaargemiddelde hoogwaterstanden met 50-60 cm/eeuw (10 cm/eeuw minder dan in T2009). In de Durme daalt de trend ter hoogte van Tielrode van 99 naar 95 cm/eeuw. Deze in absolute zin kleine wijziging voor Tielrode is statistisch significant, omdat de standaardafwijking van de trendparameter gelijk is aan 2 cm. Dit is relatief zeer klein ten opzichte van andere stations (zie Figuur 3-11). De verklaring voor de kleine standaardafwijking voor Tielrode is de lengte van de gebruikte meetreeks: 115 jaar zonder trendbreuk. Voor de andere stations is de meetreeks ongeveer 40 jaar lang (trendbreuk in de jaren '70). Bovendien wordt een groot deel van de variatie in het hoogwater verklaard door de afvoer, een parameter die ontbreekt in het regressiemodel.

In de laatste 10 jaar vallen de jaarlijks gemiddelde hoogwaters te Tielrode lager uit dan verwacht. De waarden in 2012, 2013 en 2015 vallen onder de benedengrens van de 95%-predictie-intervallen van de T2009 regressie (zie Figuur 3-10). Dit betekent een positieve ontwikkeling van de trend ten opzichte van T2009.

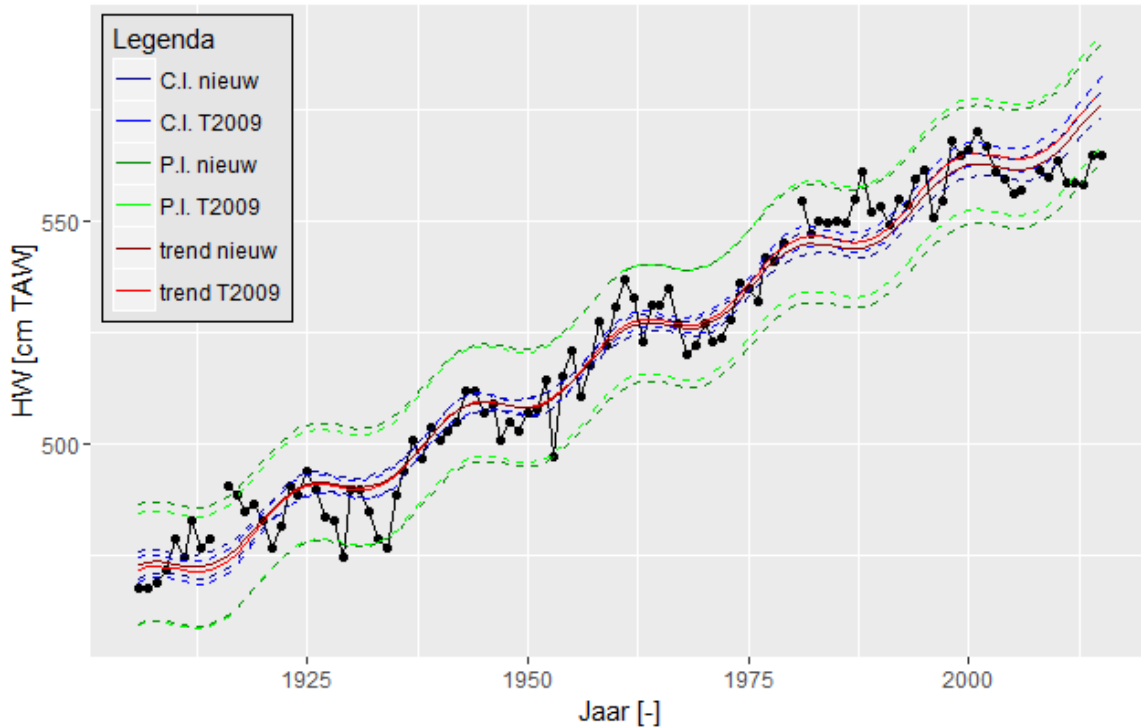
N.B. De grafieken in Figuur 3-11 laten zien dat de standaardafwijking van de geschatte lineaire trend dieper in het estuarium toeneemt. Dit is gerelateerd aan het feit dat het regressiemodel dieper in het estuarium een minder groot deel van de variatie in de hoogwaterstanden verklaart dan meer benedenstrooms. De reden hiervoor is dat de afvoer, die niet in het regressiemodel is opgenomen, dieper in het estuarium een groter deel van de variatie in de hoogwaterstanden verklaart dan de zeespiegel, die juist bij de monding en in de Westerschelde dominant is.



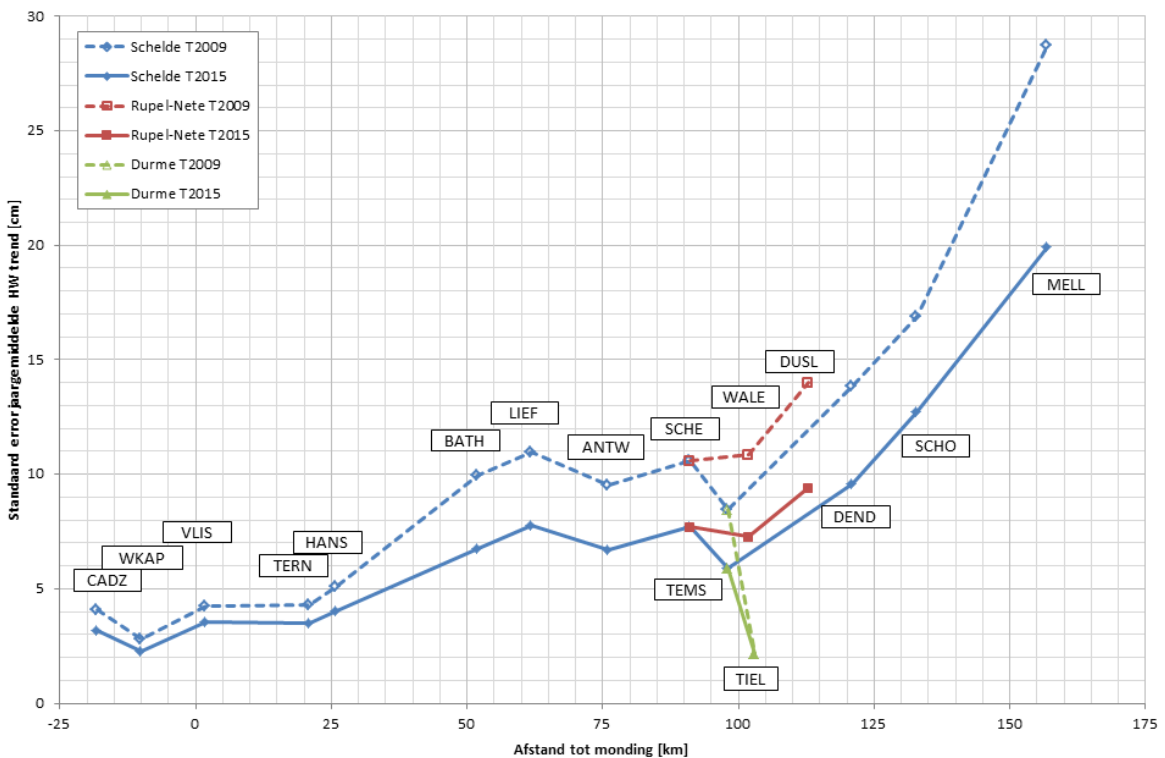
Figuur 3-8: Resultaten trendanalyse jaargemiddelde hoogwaterstanden Antwerpen met de trends tot en met 2009 en 2015 voor de periode 1901-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen. Trendbreuk: jaar 1974.



Figuur 3-9: Resultaten trendanalyse jaargemiddelde hoogwaterstanden Dendermonde met de trends tot en met 2009 en 2015 voor de periode 1901-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen. Trendbreuk: jaar 1974.



Figuur 3-10: Resultaten trendanalyse jaargemiddelde hoogwaterstanden Tielrode met de trends tot en met 2009 en 2015 voor de periode 1901-2015 (geen trendbreuk in T2009) en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen.



Figuur 3-11: Standaardafwijking trendparameter jaargemiddelde hoogwater trend (T2009 en T2015) voor de jaargemiddelde hoogwaters in de belangrijkste meetstations in het Schelde-estuarium. N.B. Stations Schelle en Temse op de Zeeschelde ter illustratie toegevoegd aan de stations op de zijrivieren Rupa & Nete resp. Durme.



## Interpretatie

### *Overzicht trends T2015 versus T2009 (ruimtelijk beeld trendwijzigingen)*

In Tabel 3-3 en Figuur 3-12 zijn de T2009 en T2015 trends van de belangrijkste stations in het estuarium overzichtelijk samengevat. Figuur 3-13 toont de geschatte standaardafwijking van de residuen (verschil tussen meetwaarde en modelschatting) van deze stations als functie van de afstand tot de monding. Tabel 3-4 bevat de trendwaarden voor de overige stations. Op basis van de analyseresultaten in deze tabellen en figuren concluderen we:

- Op de Noordzee en in de monding van de Westerschelde wijzigt de positieve lineaire trend in de jaargemiddelde hoogwaterstand niet.
- De trend in de hoogwaterstanden in de Westerschelde is stijgend en de waarde is enkele centimeters per eeuw kleiner dan in T2009. De jaargemiddelde hoogwaterstand ligt de laatste jaren onder het gemiddelde, waardoor de trendlijn wat afzwakt. De T2015 trendparameter in de Westerschelde neemt toe het estuarium in: van 19 cm/eeuw bij Westkapelle tot 36 cm/eeuw bij Bath.
- Ook op de Zeeschelde zijn de jaargemiddelde hoogwaters in de periode 2010-2015 lager dan de hoogwaters in de jaren daarvoor. De trends zijn daardoor in de T2015 analyse 10 tot 25 cm/eeuw lager dan de T2009 trends. Deze daling moet in het perspectief van de absolute waarde van de trendparameter en de standaardafwijkingen van de residuen worden gezien. De trendparameter in de Zeeschelde loopt op van 36 cm/eeuw (was 48 cm/eeuw in T2009) bij Antwerpen tot 122 cm/eeuw (was 148 cm/eeuw in T2009) bij Melle (zie Figuur 3-12). Dieper in het estuarium bij de stations Schoonaarde en Melle zijn de standaardafwijkingen van de residuen net als de trendparameters twee tot drie keer hoger dan bij Antwerpen (zie Figuur 3-13). Voor deze stations wordt een kleiner deel van de variatie in de hoogwaterstanden bepaald door de trend en het nodaal getij. De rivierafvoer, die niet in het regressiemodel is opgenomen, levert dieper in het estuarium een grotere bijdrage aan de variatie in de hoogwaterstanden dan de zeespiegel, die juist in de Westerschelde de bepalende factor is.

De standaardafwijkingen van de residuen voor station Dendermonde zijn kleiner dan in T2009, omdat de jaargemiddelde waarden tussen 2010 en 2015 nagenoeg samenvallen met de modeluitkomsten.

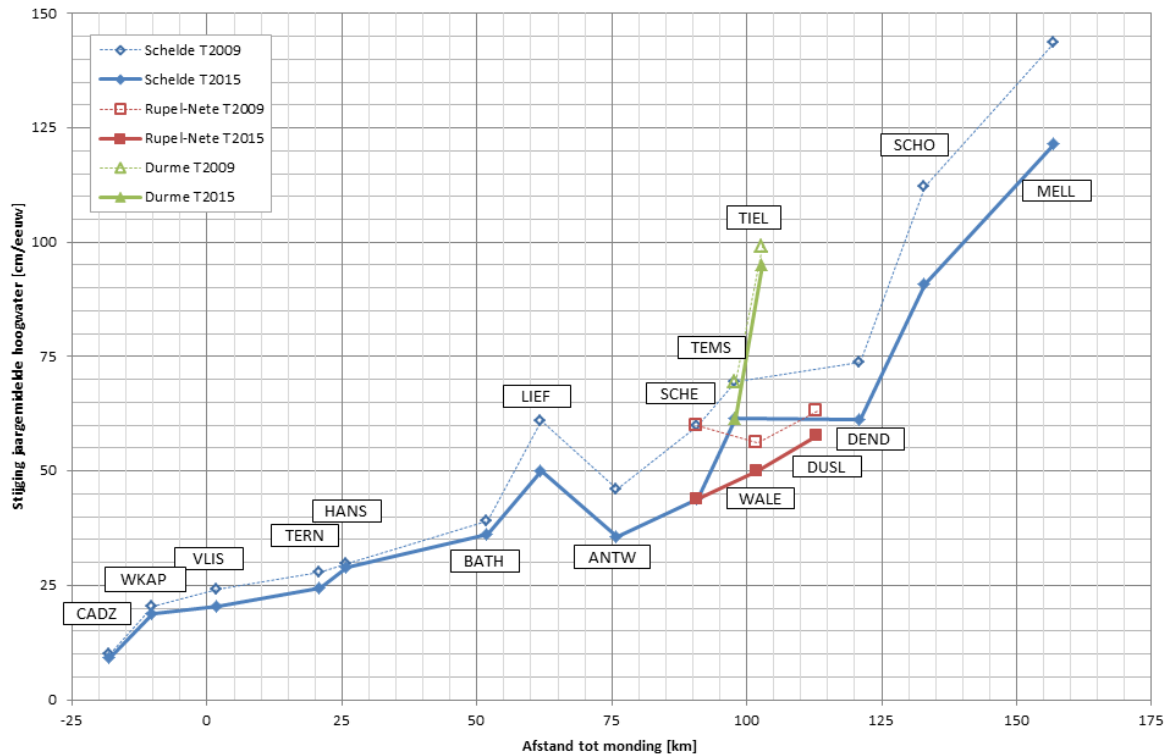
- Over het algemeen neemt de lineair stijgende trend in jaargemiddelde hoogwaterstanden dus iets af. De jaargemiddelde waarden in de jaren 2010-2015 liggen onder de T2009 trend, maar op een enkele uitzondering na, niet buiten de 95%-predictie-intervallen. De ontwikkeling ten opzichte van T2009 is daarom voor de belangrijkste stations neutraal. Merk op dat stijgende trends negatief zijn voor de veiligheid van het estuarium, maar dat uit de resultaten van de T2015 analyse ten opzichte van de T2009 analyse valt op te maken dat de stijging niet verder toeneemt (eerder afvlakt). Het is op basis van de beschikbare gegevens nog niet mogelijk om definitief een trendbreuk te herkennen in de reeksen. Gegevens in de volgende evaluatie zouden moeten bevestigen of een trendbreuk rond bijvoorbeeld het jaar 2005 of 2010 aannemelijk is.

| Bekken         | Naam meetstation | Afkorting | Periode vanaf laatste trendbreuk | HW stijging T2009 | HW stijging T2015 |
|----------------|------------------|-----------|----------------------------------|-------------------|-------------------|
| [-]            | [-]              | [-]       | [jaar]                           | [cm/eeuw]         | [cm/eeuw]         |
| Monding        | Cadzand          | CADZ      | 1966 - 2015                      | 10                | 9                 |
|                | Westkapelle      | WKAP      | 1954 - 2015                      | 21                | 19                |
| Wester-schelde | Vlissingen       | VLIS      | 1965 - 2015                      | 24                | 20                |
|                | Terneuzen        | TERN      | 1960 - 2015                      | 28                | 25                |
|                | Hansweert        | HANS      | 1960 - 2015                      | 30                | 29                |
|                | Bath             | BATH      | 1975 - 2015                      | 40                | 36                |
| Zeeschelde     | Liefkenshoek     | LIEF      | 1975 - 2015                      | 64                | 50                |
|                | Antwerpen        | ANTW      | 1974 - 2015                      | 48                | 36                |
|                | Schelle          | SCHE      | 1975 - 2015                      | 61                | 44                |
|                | Temse            | TEMS      | 1974 - 2015                      | 71                | 61                |
|                | Dendermonde      | DEND      | 1974 - 2015                      | 76                | 61                |
|                | Schoonaarde      | SCHO      | 1971 - 2015                      | 114               | 91                |
|                | Melle            | MELL      | 1974 - 2015                      | 148               | 122               |
|                | Rupel-Nete       | Walem     | WALE                             | 1975 - 2015       | 58                |
| Rupel-Nete     | Duffel-Sluis     | DUSL      | 1975 - 2015                      | 66                | 58                |
|                | Durme            | Tielrode  | TIEL                             | 1901 - 2015       | 99                |

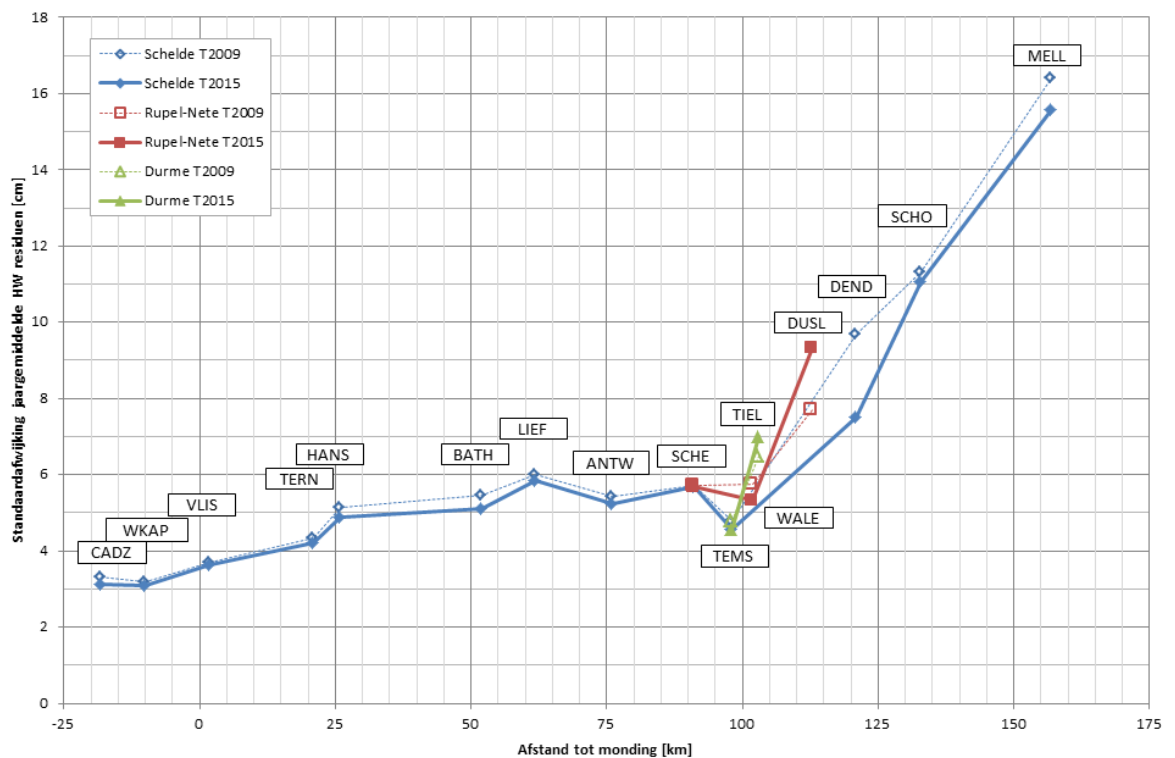
Tabel 3-3: De stijging van het jaargemiddelde hoogwater in de belangrijkste meetstations in het Schelde-Estuarium van de monding naar de randen van het tijgebied.

| Waterloop     | Station                | Periode vanaf laatste trendbreuk | HW stijging T2009 | HW stijging T2015 |
|---------------|------------------------|----------------------------------|-------------------|-------------------|
| [-]           | [-]                    | [jaartal]                        | [cm/eeuw]         | [cm/eeuw]         |
| Westerschelde | Vlakte van de Raan     | 1996 - 2015                      | n.s.              | n.s.*             |
| Westerschelde | Europlatform           | 1983 - 2015                      | n.s.              | n.s.              |
| Westerschelde | Baalhoek               | 1996 - 2015                      | n.s.              | n.s.              |
| Westerschelde | Gat van Borssele       | 1996 - 2015                      | n.s.              | n.s.              |
| Westerschelde | Breskens Veerhaven     | 1996 - 2015                      | n.s.              | n.s.              |
| Westerschelde | Overloop van Hansweert | 1996 - 2015                      | n.s.              | n.s.*             |
| Westerschelde | Schaar van de Noord    | 1996 - 2015                      | n.s.              | n.s.              |
| Westerschelde | Walsoorden             | 1996 - 2015                      | n.s.              | n.s.              |
| Rupel         | Boom                   | 1981 - 2015                      | 70                | 59                |
| Zeeschelde    | Hemiksem               | 1981 - 2015                      | 51                | 26                |
| Zeeschelde    | Kallosluis             | 1982 - 2015                      | 59                | 42                |
| Grote Nete    | Lier-Maasfort          | 1981 - 2015                      | n.s.              | n.s.              |
| Benedennete   | Lier-Molbrug           | 1981 - 2015                      | 50                | 35                |
| Dijle         | Mechelen-Benedensluis  | 1981 - 2015                      | 37                | 36                |
| Zeeschelde    | Prosperpolder          | 1974** - 2015                    | 37                | 31                |
| Zeeschelde    | Sint-Amands            | 1974** - 2015                    | 76                | 61                |
| Zeeschelde    | Wetteren               | 1981 - 2015                      | 84                | 59                |

Tabel 3-4: De stijging van het jaargemiddelde hoogwater in de overige meetstations (n.s. = niet significant). \* Voor Vlakte van de Raan en Overloop van Hansweert worden significante trends berekend, maar het regressiemodel geeft geen adequate beschrijving van deze korte reeksen met ontbrekende waarden en/of uitschieters. \*\* T2009 resultaten aangepast. Het beginjaar voor de Prosperpolder en Sint-Amands is gewijzigd in 1974 wegens trendbreuk.



Figuur 3-12: T2015 trendlijn voor de jaargemiddelde hoogwaters in de belangrijkste meetstations in het Schelde-estuarium, vergeleken met de T2009 trends.  
 N.B. Stations Schelle en Temse op de Zeeschelde ter illustratie toegevoegd aan de stations op de zijrivieren Rupel & Nete resp. Durme



Figuur 3-13: Standaardafwijking residuen van de geschatte regressiemodellen (T2009 en T2015) voor de jaargemiddelde hoogwaters in de belangrijkste meetstations in het Schelde-estuarium.  
 N.B. Stations Schelle en Temse op de Zeeschelde ter illustratie toegevoegd aan de stations op de zijrivieren Rupel & Nete resp. Durme.

*Uitsplitsing trend jaargemiddeld hoogwater in trend jaargemiddelde waterstand en trend astronomisch hoogwater*

De trend in het jaargemiddelde hoogwater kan enerzijds een gevolg zijn van zeespiegelstijging. Anderzijds kan het gerelateerd zijn aan veranderingen in de getijslag ofwel het astronomisch hoogwater. In T2009 is de trend in het jaargemiddelde hoogwater daarom uitgesplitst in (i) de trend in de jaargemiddelde waterstand (als indicator voor de zeespiegelstijging) en (ii) de trend in het astronomisch hoogwater (als indicator voor de toename in de getijslag). Tabel 3-5 en Figuur 3-14 tonen de resultaten van deze uitsplitsing voor 6 stations in de monding en in de Westerschelde.

De trends in de getijslag, het astronomisch hoogwater en de zeespiegelstijging worden in detail besproken in paragrafen 3.4.1, 3.4.2 en 3.4.3.

De resultaten bevestigen het beeld in T2009. De trend in de jaarlijks gemiddelde waterstand is voor de meeste stations ongeveer gelijk aan de trend in de jaarlijks gemiddelde hoogwaterstand. In het astronomisch hoogwater is geen significante trend merkbaar. In T2009 wordt geconcludeerd dat *“Er kan dus gesteld worden dat de trend op de stijging van de hoogwaters van de monding tot Hansweert voor een groot deel verklaard kan worden door de trend in de zeespiegelstijging.”*.

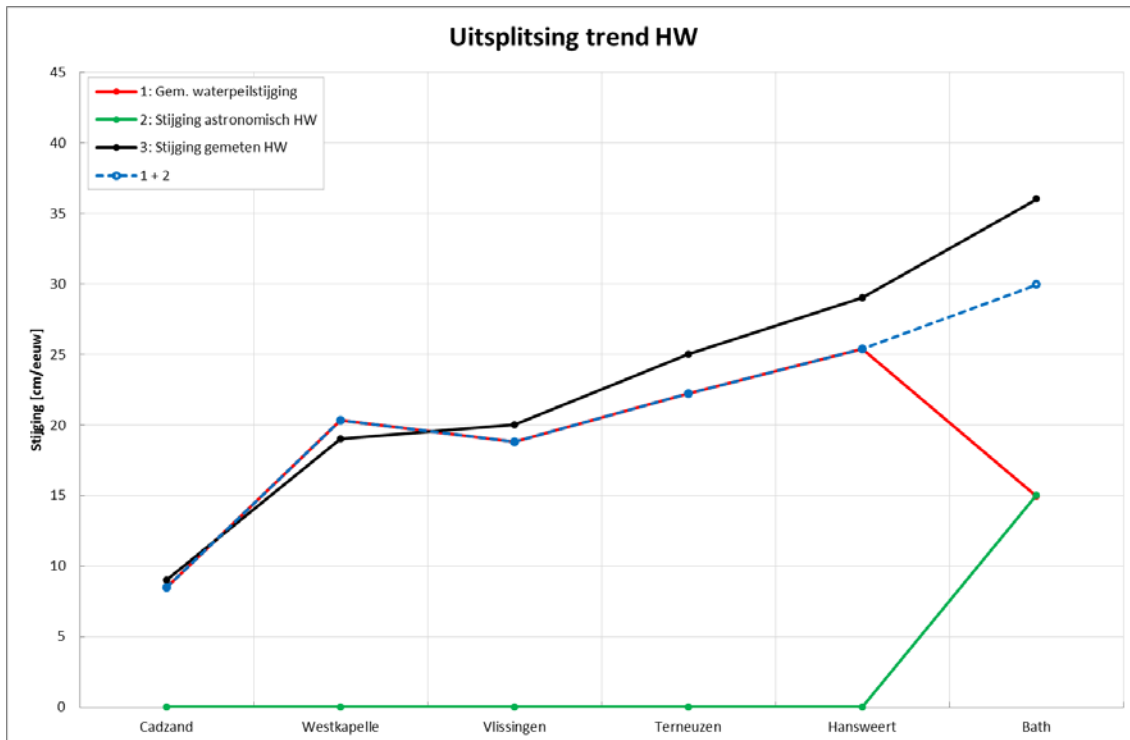
Alleen bij Bath draagt ook de trend in het astronomisch hoogwater, een indicator voor de getijslag, bij aan de trend in jaargemiddeld hoogwater. De som van de trend in astronomisch hoogwater en de trend in gemiddelde waterstand is ongeveer gelijk aan de stijging van het hoogwater. T2009 stelt dat *“De toename van de getijslag is voor Bath dus een even belangrijke verklaring als de zeespiegelstijging voor de toename van de hoogwaterstanden.”*. Vervolgens wordt in T2009 de toename in getijslag verklaard door de toename van de getijslag buiten het estuarium en door morfologische veranderingen in het estuarium.

Een heel duidelijke reden voor het verschil tussen zwarte lijn en blauwe stippellijn is (nog) niet gevonden. Meteorologische invloeden zijn een mogelijke verklaring. Het verschil in uitkomsten voor de stations tot Hansweert en station Bath zijn niet geheel aan één oorzaak toe te wijzen.

Voor de Vlaamse stations kunnen we de uitsplitsing niet maken, omdat de gegevens van de harmonische componenten niet beschikbaar zijn.

| Naam meetstation | T2015                          |                          |                      | T2009                          |                          |                      |
|------------------|--------------------------------|--------------------------|----------------------|--------------------------------|--------------------------|----------------------|
|                  | Stijging gemiddelde waterstand | Stijging astronomisch HW | HW stijging (meting) | Stijging gemiddelde waterstand | Stijging astronomisch HW | HW stijging (meting) |
| [ - ]            | [cm/eeuw]                      | [cm/eeuw]                | [cm/eeuw]            | [cm/eeuw]                      | [cm/eeuw]                | [cm/eeuw]            |
| Cadzand          | 8                              | n.s.                     | 9                    | 10                             | n.s.                     | 10                   |
| Westkapelle      | 20                             | n.s.                     | 19                   | 24                             | n.s.                     | 21                   |
| Vlissingen       | 19                             | n.s.                     | 20                   | 19                             | n.s.                     | 24                   |
| Terneuzen        | 22                             | n.s.                     | 25                   | 23                             | n.s.                     | 28                   |
| Hansweert        | 25                             | n.s.                     | 29                   | 26                             | n.s.                     | 30                   |
| Bath             | 15                             | 15                       | 36                   | 17                             | 18                       | 40                   |

*Tabel 3-5: Vergelijking stijging jaargemiddelde waterstand, astronomisch jaargemiddeld hoogwater en gemeten jaargemiddeld hoogwater (n.s. = trend niet-significant).*



Figuur 3-14: Vergelijking tussen de trends op het gemiddeld waterpeil (rood), astronomisch jaargemiddeld hoogwater (groen) en gemeten jaargemiddeld hoogwater (zwart). De blauwe curve is de som van trends op het gemiddeld waterpeil en het astronomisch hoogwater (rode en groene curve).

### 3.2.2 Rekenparameter 99<sup>e</sup> percentiel hoogwater

#### Definitie

Het 99<sup>e</sup> percentiel hoogwater gedurende het kalenderjaar is een 'proxy' voor de maximale waterstand (de hoogste in een kalenderjaar) en is vooral het gevolg van windopzet in combinatie met springtij. De rekenparameter is gedefinieerd als de waarde die jaarlijks door 1% ofwel ongeveer 7 van de hoogwaters wordt overschreden. Deze parameter wordt minder door de meteorologische variabiliteit beïnvloed dan de maximale waterstand, dat is, de hoogste hoogwaterstand per jaar. Het is daarom een geschiktere rekenparameter voor de Toetsparameter Hoogwater dan de jaarlijkse maximale waterstand. Logischerwijs is de parameter wel gevoeliger voor weersinvloeden dan de jaargemiddelde hoogwaterstand. In paragraaf 3.4.5 wordt verder ingegaan op weersinvloeden.

#### Data

De tijdreeksen van de gemeten hoogwaters zoals beschreven in paragraaf 3.2.1 vormen de basis voor het bepalen van het 99<sup>e</sup> percentiel hoogwater. In T2009 is dit gedaan voor de reeksen tot en met het jaar 2009. De reeksen zijn uitgebreid met de waarden voor de jaren 2010-2015. Hierbij is het 99<sup>e</sup> percentiel hoogwater voor een jaar bepaald als het 99<sup>e</sup> percentiel van alle hoogwaters van dat jaar.<sup>11</sup> Enkel indien 75% of meer van de tijdreeks waarden beschikbaar zijn in een jaar is dat jaar beschouwd in de analyse. Alle jaarlijkse 99<sup>e</sup> percentiel hoogwaters zijn uitgedrukt in cm+TAW voor Vlaamse stations en in cm+NAP voor Nederlandse stations.

<sup>11</sup> Het 99<sup>e</sup> percentiel hoogwater is voor ieder jaar met de R functie 'quantile', optie 'type = 5', bepaald uit de getijhoogwaterstanden. Met deze optie levert de R functie dezelfde waarden als in de T2009-studie, waarin MATLAB is toegepast.

Voor de belangrijkste stations (zie paragraaf 3.2.1) is de beschikbare reeks 99<sup>e</sup> percentiel hoogwater even lang als de reeks jaargemiddelde hoogwaterstanden. Het station Dendermonde vormt hierop een uitzondering. Voor dat station zijn de jaargemiddelde hoogwaterstanden in T2009 bepaald voor de periode 1901-2009 (zie Tabel 3-2), terwijl de hoogwaterstanden enkel bepaald zijn voor de periode 1970-2009. Dit beïnvloedt de trendanalyse niet.

### Analyse

De trendanalyse van de jaarlijkse 99<sup>e</sup> percentiel hoogwaters gebeurt conform T2009 op basis van het onderstaande regressiemodel:

$$P99HW(t) = b_{P99HW} + m_{P99HW}t + \epsilon_{P99HW}(t) \quad (3-2)$$

In deze formule is  $P99HW(t)$  het 99<sup>ste</sup> percentiel hoogwater in jaartal  $t$ ,  $b_{P99HW}$  een constante,  $m_{P99HW}$  de lineaire stijging van het 99<sup>ste</sup> percentiel hoogwater en  $\epsilon_{P99HW}(t)$  het normaal verdeelde residu op tijdstip  $t$ . De nodale cyclus is niet te onderscheiden in de 99<sup>e</sup> percentiel hoogwaters en komt niet terug in het regressiemodel. Dezelfde statistische toetsen zijn uitgevoerd als voor de parameter Jaargemiddeld Hoogwater (zie paragraaf 3.2.1).

Voor alle stations zijn de analyses uitgevoerd met de data tot en met het jaar 2009 (ter controle van T2009) en met de data tot en met het jaar 2015. De manier van visualisatie is net als voor het jaargemiddeld hoogwater afhankelijk van de significantie van de regressiemodellen. Het T2009 rapport presenteert de resultaten van een LOESS filter met een spanwijdte van 6 jaar toegepast op de gegevens, indien het model de gegevens niet adequaat beschrijft en/of statistisch niet significant is. In die gevallen is de grafiek van de LOESS filter uitgebreid met de beschikbare data tot en met het jaar 2015, ongeacht de significantie van het regressiemodel. Een eventuele significante trend wordt hieronder vermeld. N.B. Als het model in T2009 niet significant is, dan zijn er geen predictie-intervallen om de datapunten mee te vergelijken. De evaluatie van de trend ten opzichte van T2009 is dan niet van toepassing.

Indien in T2009 wel een significante trend is gevonden, dan hangt de wijze van rapporteren en visualiseren af van de regressie met de data tot en met het jaar 2015. Indien het model de data tot en met 2015 adequaat beschrijft en een trendparameter wordt gevonden, dan zijn de resultaten van beide regressies getoond en worden ook de trendwaarden vergeleken. In het geval het model de data tot en met 2015 niet adequaat beschrijft, dan zijn de data voor de jaren 2010-2015 toegevoegd aan de T2009 resultaten. In beide gevallen wordt nagegaan of de datapunten binnen de predictie-intervallen liggen.

#### *Buiten het estuarium en monding*

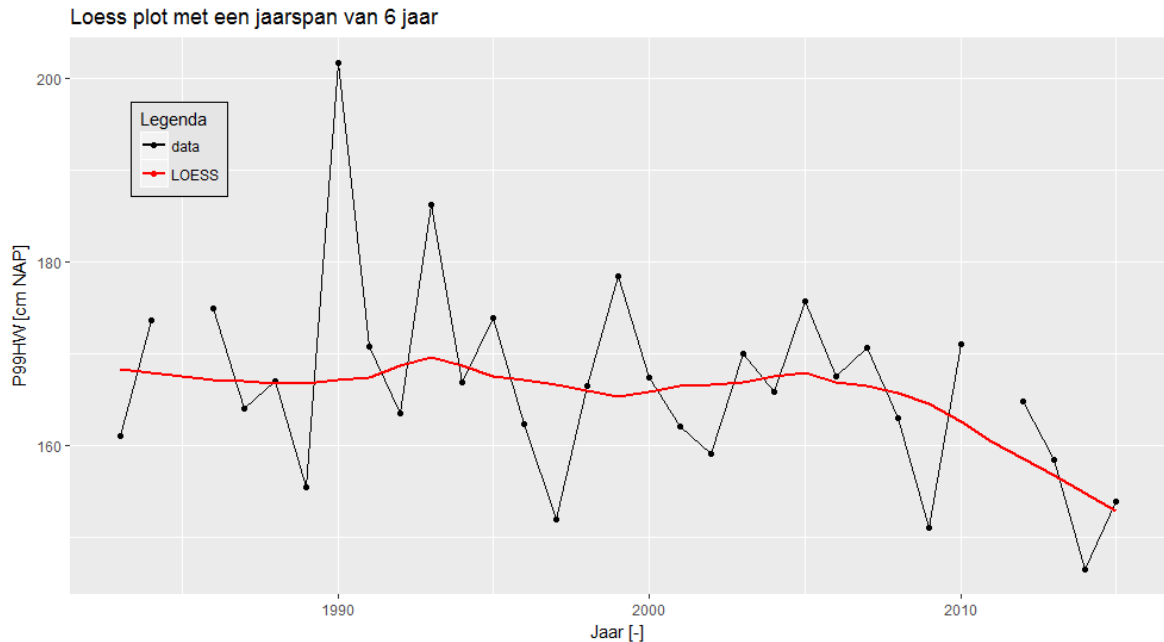
Beschouwd zijn de stations Europlatform, Vlakte van de Raan, Westkapelle en Cadzand. Uit de T2009 analyse volgde dat de 99<sup>e</sup> percentiel hoogwaterstanden bij Europlatform en de stations in de monding tussen de jaren 2007 en 2009 daalden tot de laagste waarde sinds 1971. Het beeld na 2009 varieert, maar de daling zet zich niet door in 2010 (zie Figuur A-64 tot en met Figuur A-67).

Het LOESS filter voor Europlatform in Figuur 3-15 laat een lichte daling van het gemiddelde niveau van het 99<sup>e</sup> percentiel hoogwater zien ten opzichte van eerdere jaren. Het regressiemodel met de data tot en met 2015 is significant<sup>12</sup> en de (negatieve) trend verschilt significant van nul<sup>13</sup> (beide bij een significantieniveau van 5%). Het model verklaart echter

<sup>12</sup> p-waarde = 0,04

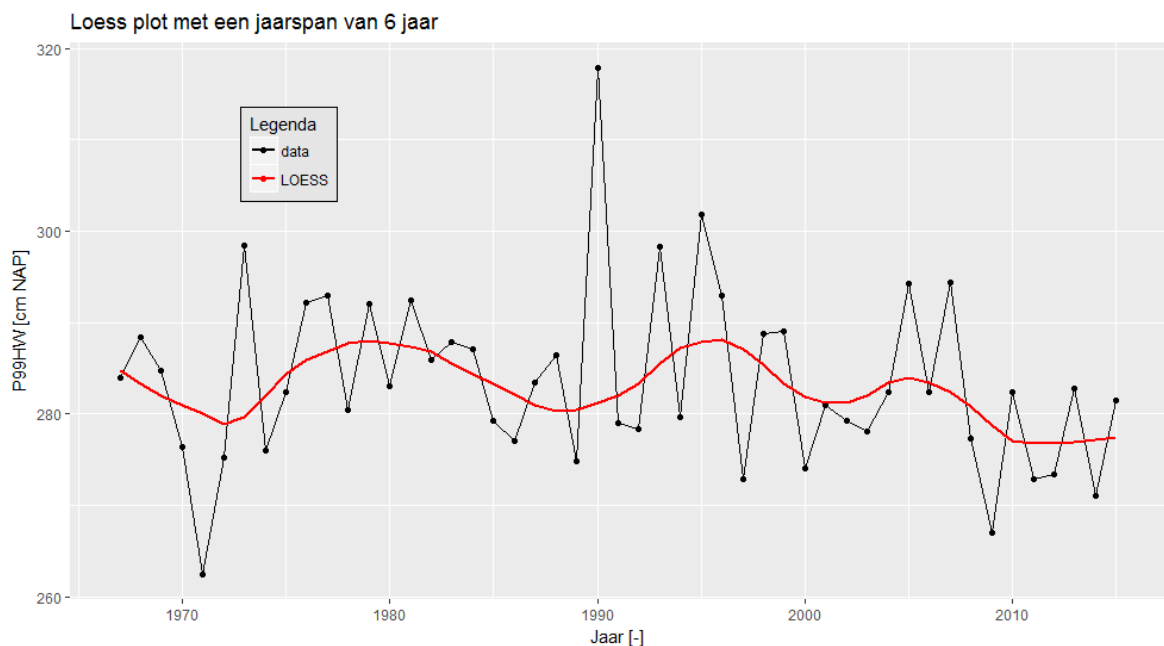
<sup>13</sup> 0,01 < p-waarde < 0,05

slechts 14% van de variatie in het 99<sup>e</sup> percentiel hoogwater en de trend wordt door de lage waarden in 2009, 2014 en 2015 sterk naar beneden getrokken. Het regressiemodel kan niet als adequate beschrijving van de gegevens worden gezien. Voor de Vlakte van de Raan, ook buiten het estuarium gelegen, is de dataset 19 jaar lang (13+6 jaar) en is de regressie niet significant.



Figuur 3-15: Datapunten van de 99<sup>e</sup> percentiel hoogwaterstanden voor Europlatform voor de periode 1983-2015 en een LOESS filter met spanwijdte van 6 jaar.

Voor de stations in de monding, Cadzand en Westkapelle, zijn de regressies net als in T2009 niet significant. Het LOESS filter voor deze stations laat zien dat het gemiddelde niveau vanaf 2009 ongeveer 10 cm lager is dan de jaren ervoor (zie Figuur 3-16; Cadzand).



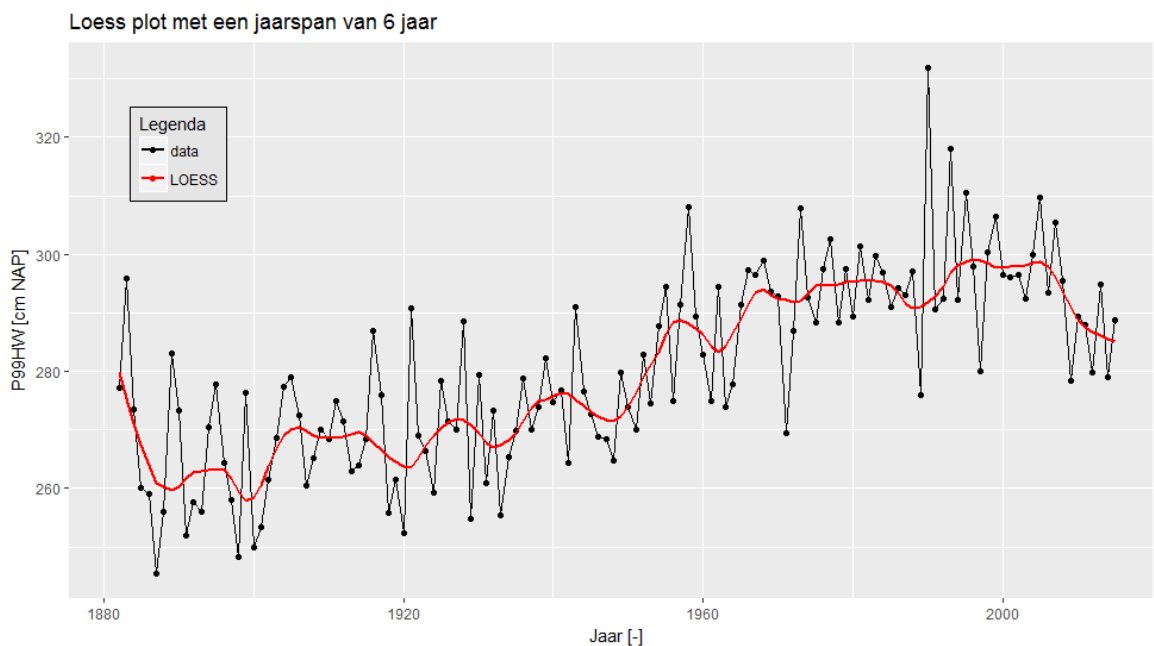
Figuur 3-16: Datapunten van de 99<sup>e</sup> percentiel hoogwaterstanden voor Cadzand voor de periode 1966-2015 en een LOESS filter met een spanwijdte van 6 jaar.

### Westerschelde

De figuren in Bijlage A.3 laten zien dat de waarden van de 99<sup>e</sup> percentiel hoogwaterstanden voor de belangrijke stations in de Westerschelde (Vlissingen, Terneuzen, Hansweert en Bath) in 2009, 2012 en 2014 fors lager zijn dan in de eerste jaren van de 21<sup>e</sup> eeuw. Figuur 3-17 en ook Figuur 3-18 laten zien dat het gemiddelde niveau voor Vlissingen vanaf het jaar 2008 daalt. De spreiding in de data is relatief groot met verschillen van 10 cm per jaar. Beide observaties gelden ook voor de andere stations.

In T2009 werd een positief lineaire trend gevonden voor de vier belangrijkste stations. Uit de reproductie volgt dat de regressiemodellen met de data tot en met het jaar 2009 significant zijn. De regressiemodellen met de data tot en met het jaar 2015 zijn niet significant. Dit heeft te maken met de daling van de waarden vanaf 2007. In Figuur 3-18 is te zien dat voor station Vlissingen de waarden in 2012 en 2014 nog net binnen de 95%-predictie-intervallen uit T2009 vallen. Hetzelfde geldt voor de stations Terneuzen en Hansweert. Voor station Bath liggen de waarden in de jaren 2012 en 2014 onder de ondergrens van het predictie-interval (zie Figuur 3-19).<sup>14</sup>

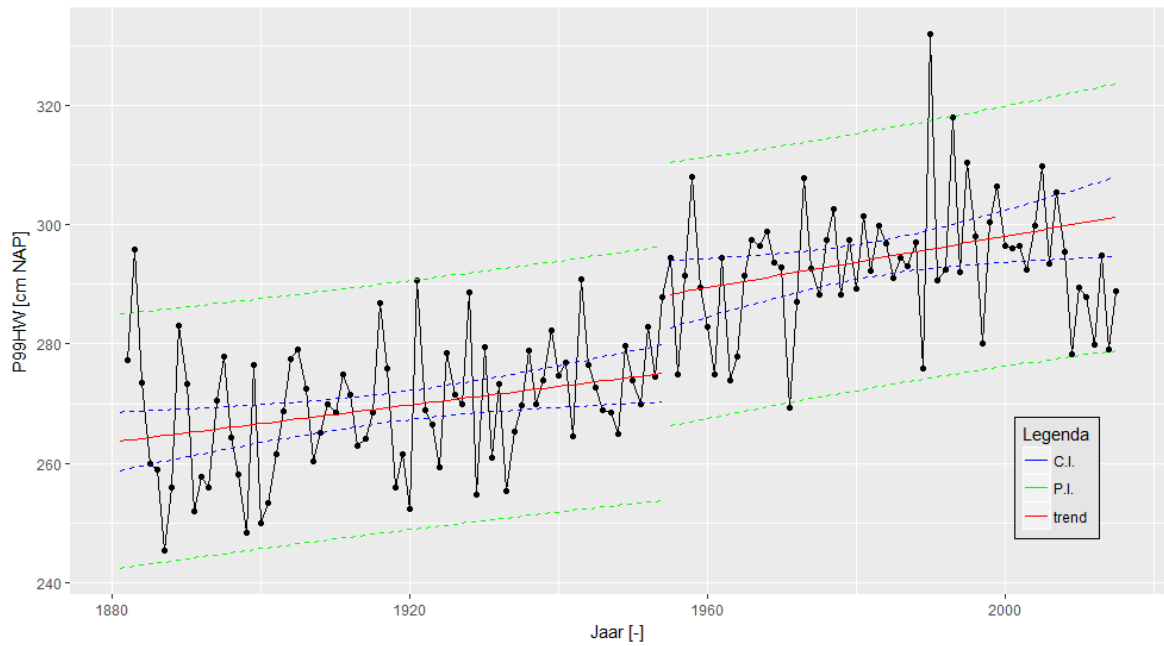
Grafieken van de data, de LOESS filters en de regressiemodellen voor alle stations in de Westerschelde staan in Bijlage A.3.



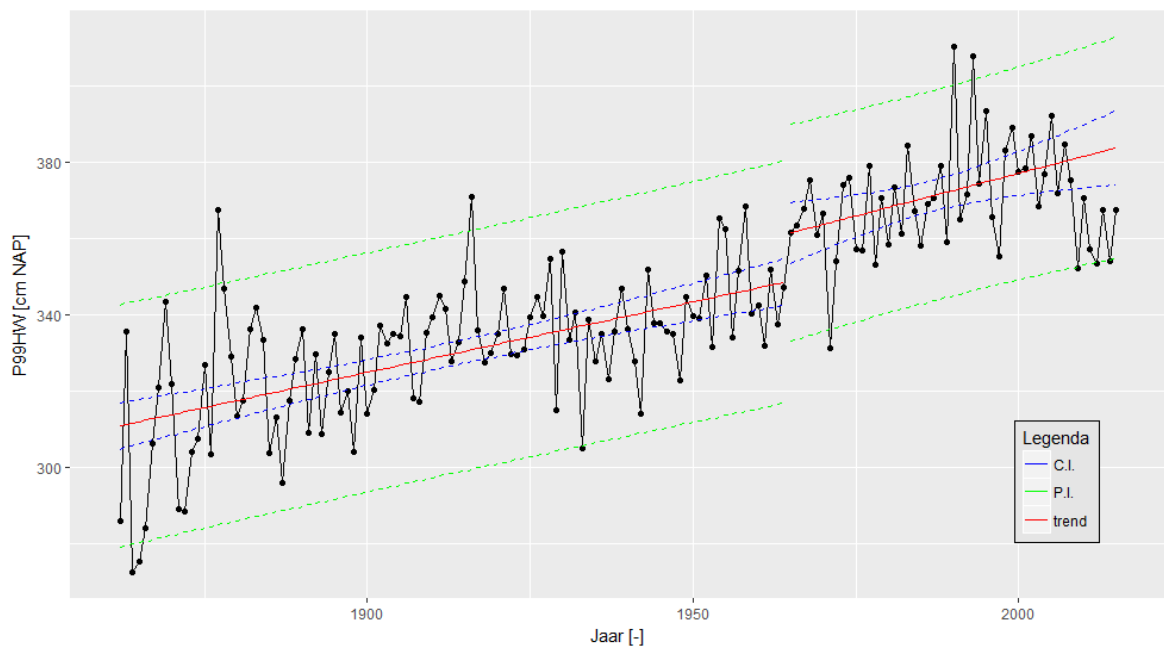
Figuur 3-17: Datapunten van de 99<sup>e</sup> percentiel hoogwaterstanden voor Vlissingen voor de periode 1882-2015 en een LOESS filter met spanwijdte van 6 jaar.

<sup>14</sup> Ook de waarde in 2009 valt buiten het predictie-interval.





Figuur 3-18: Resultaten trendanalyse 99<sup>e</sup> percentiel hoogwaterstanden Vlissingen voor de periode 1881-2009, extrapolatie van de T2009 trend tot en met 2015, inclusief de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen en de realisaties in 2010-2015. Trendbreuk: jaar 1955.

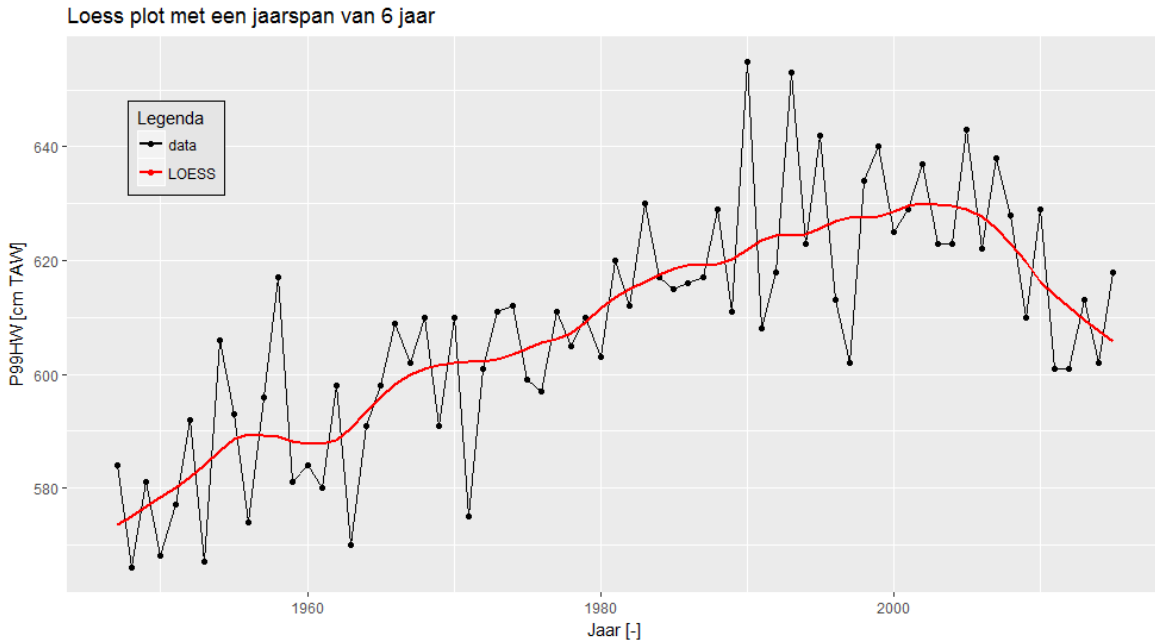


Figuur 3-19: Resultaten trendanalyse 99<sup>e</sup> percentiel hoogwaterstanden Bath voor de periode 1862-2009, extrapolatie van de T2009 trend tot en met 2015 inclusief de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen en de realisaties in 2010-2015. Trendbreuk: jaar 1965.

#### Zeeschelde

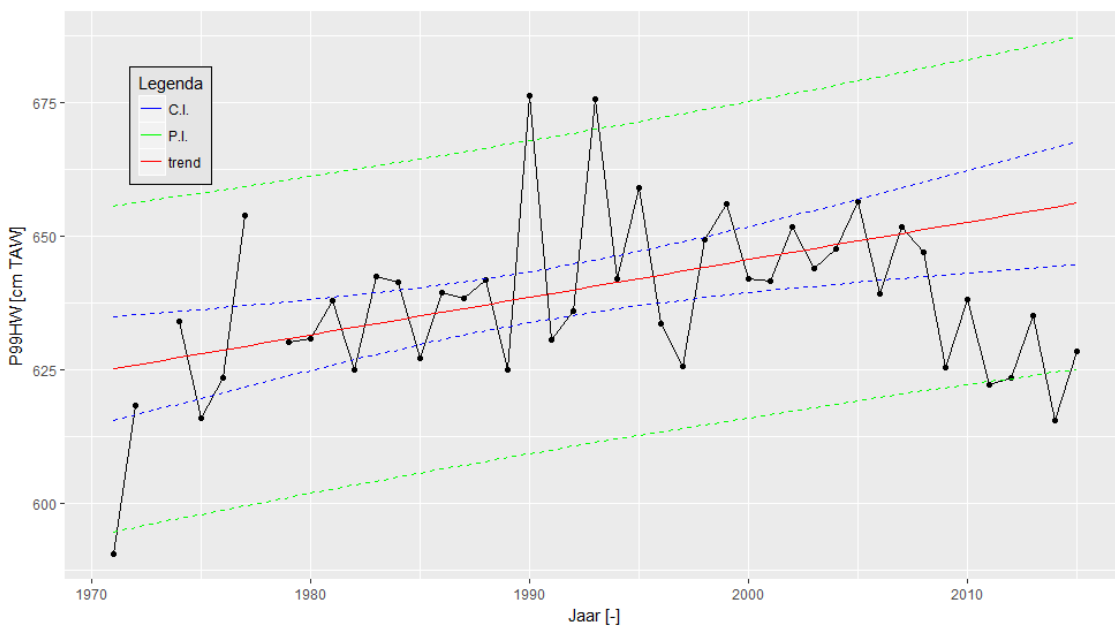
De reeksen van de jaarlijkse 99<sup>e</sup> percentiel hoogwaterstanden in de Zeeschelde zijn voor enkele stations korter dan de reeksen van de jaargemiddelde hoogwaterstanden. De reeksen van de belangrijkste stations (zie paragraaf 3.2.1) beperken zich tot 34 of 44 jaar. De spreiding is relatief groot met verschillen van 25 cm per jaar (zie bijvoorbeeld Figuur 3-20; Liefkenshoek).

Bovendien zijn de waarden in 2011, 2012 en 2014 net als in de Westerschelde ongeveer 10 tot 20 cm lager dan in het begin van de 21<sup>e</sup> eeuw.



Figuur 3-20: Datapunten van de 99-percentiel hoogwaterstanden voor Liefkenshoek voor de periode 1947-2015 en een LOESS filter met spanwijdte van 6 jaar.

In T2009 is voor Antwerpen, Schelle, Dendermonde en Duffel-Sluis een significante stijgende lineaire trend gevonden. Na het jaar 2009 vallen één of meer waarden van deze stations onder het 95%-predictie-interval (zie bijvoorbeeld Figuur 3-21; Schelle). Dit duidt op een positieve ontwikkeling ten opzichte van de stijgende trend in T2009. Merk op dat de regressiemodellen voor Antwerpen en Schelle met de data tot en met het jaar 2015 niet (meer) significant zijn.



Figuur 3-21: Resultaten trendanalyse 99<sup>e</sup> percentiel hoogwaterstanden Schelle voor de periode 1971-2009, extrapolatie van de T2009 trend tot en met 2015 inclusief de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen en de realisaties in 2010-2015.

Alleen voor Dendermonde en Melle beschrijft het regressiemodel (ook) de data tot en met het jaar 2015 adequaat en wordt een significante, stijgende trend gevonden. De trends zwakken duidelijk af. De waarden in 2014 liggen duidelijk buiten het 95%-predictie-interval van T2009 (zie bijvoorbeeld Figuur 3-22; Melle). Een positieve ontwikkeling ten opzichte van T2009 dus.



Figuur 3-22: Resultaten trendanalyse 99<sup>e</sup> percentiel hoogwaterstanden Melle met de trends tot en met 2009 en 2015 voor de periode 1971-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen.

### Interpretatie

De 99<sup>e</sup> percentiel hoogwaterstand is een extreme waterstand die wordt veroorzaakt door een combinatie van springtij en windopzet (zie paragraaf 3.4.5). De parameter ondervindt invloed van variaties in het getij (springtij) en van meteorologische variaties. In T2009 is voor enkele stations een lineair stijgende trend gevonden, die verklaard kan worden door zeespiegelstijging en door een toename van de getijslag (buiten het estuarium).

In Tabel 3-6 zijn de resultaten van de trendanalyses op de gegevens tot en met het jaar 2015 samengevat. Het eerste dat opvalt is dat de trendanalyses met de data tot en met het jaar 2015 voor 2 van de 16 stations significant zijn (tegen 8 in T2009). Het 99<sup>e</sup> percentiel hoogwater heeft een forse daling ingezet vanaf het jaar 2007. Voor de stations Bath, Antwerpen, Schelle, Melle en Dendermonde vallen enkele waarden buiten (onder) de 95%-predictie-intervallen van de T2009 regressiemodellen. Dit betekent volgens de evaluatiemethodiek een positieve evolutie ten opzichte van de trend in T2009. Echter, uit de analyse van de verklarende parameter windopzet te Vlissingen volgt dat deze tussen 2009 en 2014 lagere waarden aanneemt (zie paragraaf 3.4.5). De 99<sup>e</sup> percentielwaarden van de afvoer te Melle (van invloed op de 99<sup>e</sup> percentiel hoogwaters dieper in het estuarium) liggen in die periode net iets onder het langjarig gemiddelde (zie paragraaf 3.4.4).

Voor de stations Vlissingen, Terneuzen en Hansweert liggen de data 2010-2015 niet buiten de T2009 predictie-intervallen. Wel is duidelijk dat de regressie-analyses geen significante trend opleveren na toevoeging van deze data. Ook hier speelt de invloed van de windopzet vermoedelijk een rol. Aandachtspunt voor de evaluatiemethodiek is het toevoegen van de wind(opzet) en de afvoer als variabele aan het regressiemodel.

| Bekken         | Naam meetstation | Afkorting | Periode trend T2015 | P99HW stijging T2009 | P99HW stijging T2015 |
|----------------|------------------|-----------|---------------------|----------------------|----------------------|
| [-]            | [-]              | [-]       | [jaar]              | [cm/eeuw]            | [cm/eeuw]            |
| Monding        | Cadzand          | CADZ      | 1966 - 2015         | n.s.                 | n.s.                 |
|                | Westkapelle      | WKAP      | 1954 - 2015         | n.s.                 | n.s.                 |
| Wester-schelde | Vlissingen       | VLIS      | 1955 - 2015         | 22                   | n.s.                 |
|                | Terneuzen        | TERN      | 1960 - 2015         | 30                   | n.s.                 |
|                | Hansweert        | HANS      | 1960 - 2015         | 36                   | n.s.                 |
|                | Bath             | BATH      | 1965 - 2015         | 45                   | n.s. *               |
| Zeeschelde     | Liefkenshoek     | LIEF      | 1981 - 2015         | n.s.                 | n.s.                 |
|                | Antwerpen        | ANTL      | 1971 - 2015         | 57                   | n.s. *               |
|                | Schelle          | SCHE      | 1971 - 2015         | 70                   | n.s. *               |
|                | Temse            | TEMS      | 1981 - 2015         | n.s.                 | n.s.                 |
|                | Dendermonde      | DEND      | 1971 - 2015         | 99                   | 57 *                 |
|                | Schoonaarde      | SCHO      | 1981 - 2015         | n.s.                 | n.s.                 |
| Rupel-Nete     | Melle            | MELL      | 1971 - 2015         | 147                  | 98 *                 |
|                | Walem            | WALE      | 1981 - 2015         | n.s.                 | n.s.                 |
|                | Duffel-Sluis     | DUSL      | 1981 - 2015         | n.s.                 | n.s.                 |
| Durme          | Tielrode         | TIEL      | 1981 - 2015         | n.s.                 | n.s.                 |

Tabel 3-6: De stijging van het jaargemiddelde 99-percentiel hoogwater in de belangrijkste meetstations in het Schelde-Estuarium van monding naar Zeeschelde. (n.s. = niet significant)

\* Positieve ontwikkeling (trendafwijking) ten opzichte van T2009.

### 3.3 Toetsparameter Golven

De toetsparameter Golven heeft als doel te laten zien hoe veranderingen in het systeem, vooral die in de bathymetrie, van invloed zijn op de golfwerking. De T2009-rapportage beschrijft de trend in de rekenparameters jaargemiddelde significante golfhoogte (inclusief de jaarlijkse cumulatieve verdeling van de significante golfhoogte) en jaarlijkse maximale golfhoogte tot en met het jaar 2009. De algehele conclusie in T2009 is, dat *geen* significante trend in de golfhoogte bestaat.

De maximale golfhoogte wordt zeer sterk beïnvloed door meteorologie en verschaft minder informatie over eventuele veranderingen in het systeem. De evaluatiemethodiek schrijft daarom voor dat de toetsparameter Golven wordt bepaald door de rekenparameters jaargemiddelde significante golfhoogte en jaarlijkse cumulatieve verdeling van de significante golfhoogte.

#### 3.3.1 Rekenparameter jaargemiddelde significante golfhoogte en rekenparameter jaarlijks cumulatieve verdeling van de significante golfhoogte

##### Definitie

De jaargemiddelde significante golfhoogte is het rekenkundig gemiddelde van de significante golfhoogte  $H_s$  ofwel  $H_{1/3}$  over de periode van een kalenderjaar. De significante golfhoogte is de gemiddelde hoogte van het hoogste één-derde deel van de golven. In de Westerschelde meten boeien, waveriders en golfbaken de golfhoogtes. Data worden met een bepaalde frequentie ingewonnen en na bewerking weggeschreven als halfuurwaarde. Uit het hoogste één-derde deel van de amplitudes (de helft van de golfhoogte) wordt het gemiddelde bepaald. De significante golfhoogte is het dubbele van deze waarde.

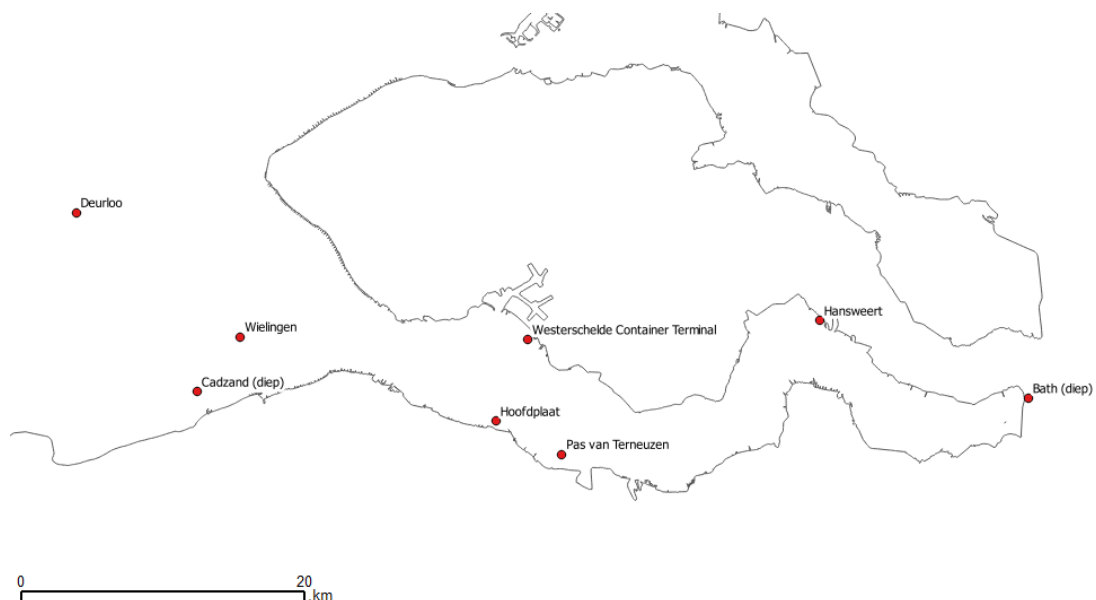
De jaarlijkse cumulatieve verdeling van de significante golfhoogte is gedefinieerd als de empirische kansverdeling van alle waarden in een jaar. Een grafiek van de jaarlijkse cumulatieve verdeling toont het percentage van de gemeten significante golfhoogtes dat een bepaalde waarde onderschrijft in een gegeven jaar. De verdeling geeft het complete waardenbereik weer en niet alleen het jaargemiddelde.

## Data

Op diverse locaties in de Westerschelde en in de monding worden golfmetingen gedaan. In de Zeeschelde niet. In de T2009-rapportage zijn trendanalyses uitgevoerd op basis van halfuurlijkse waarden van de significante golfhoogte van 8 meetstations. Voor 7 van deze 8 stations zijn ook halfuurlijkse waarden beschikbaar in het tijdvak 2010-2015. Data van het station WCT1 ontbreken in dat tijdvak. Tabel 3-7 bevat informatie over de beschikbaarheid van gegevens voor de 8 stations in de Westerschelde. De meetreeksen zijn niet langer dan 19 jaar (1997-2015). De locaties van de stations zijn in Figuur 3-23 weergegeven.

| Station                          | Code | Data T2009 | Data T2015 |
|----------------------------------|------|------------|------------|
| Deurloo                          | DELO | 1997-2009  | 2010-2015  |
| Cadzand                          | CADW | 1997-2009  | 2010-2015  |
| Wielingen                        | WIEL | 1997-2009  | 2010-2015  |
| Westerschelde Container Terminal | WCT1 | 2000-2009  | -          |
| Hoofdplaat                       | HFPL | 1998-2009  | 2010-2015  |
| Pas van Terneuzen                | PVT1 | 2001-2009  | 2010-2013  |
| Hansweert                        | HAWI | 1998-2009  | 2010-2015  |
| Bath                             | BAT2 | 2000-2009  | 2010-2015  |

Tabel 3-7: Beschikbaarheid gegevens golfmeetstations monding en Westerschelde.



Figuur 3-23: Golfmeetstations in de Westerschelde.

De jaarlijkse gemiddelde significante golfhoogte is bepaald op basis van de halfuurlijkse waarden. Een jaar is enkel beschouwd in de analyse indien 75% of meer van de waarden van dat jaar beschikbaar zijn. Alle jaargemiddelde golfhoogten zijn uitgedrukt in cm. Voor de bepaling van de jaarlijkse cumulatieve verdelingen zijn net als voor de jaargemiddelde significante golfhoogte de halfuurlijkse meetwaarden gebruikt.

### Opmerkingen bij de golfmeetstations

We hebben in de analyse alleen de stations beschouwd waarvoor in de periode tot en met 2009 voldoende gegevens beschikbaar zijn en die om die reden ook in T2009 zijn geanalyseerd. Voor de stations Honte (HNTE), Overloop van Hansweert (OVHW) en Overloop van Valkenisse (OVVA) zijn alleen gegevens vanaf 2012 beschikbaar. Deze stations zijn niet in T2009 en niet in dit rapport geanalyseerd. Merk wel op dat HNTE in de Sloehaven ligt en een opvolger van WCT1 is. HNTE is in de huidige analyse niet beschouwd. Uit persoonlijke communicatie van Marco Schrijver (RWS) met het Landelijke Meetnet Water (LMW) bleek dat het station BAT2 in juni 2011 is vervangen door een ander station met dezelfde naam. Mogelijk zijn ook andere stations vervangen.<sup>15</sup> Op dit moment is nog niet bekend hoe de vervanging van BAT2 is uitgevoerd en welke controles zijn uitgevoerd op de meetapparatuur en de datareksen.

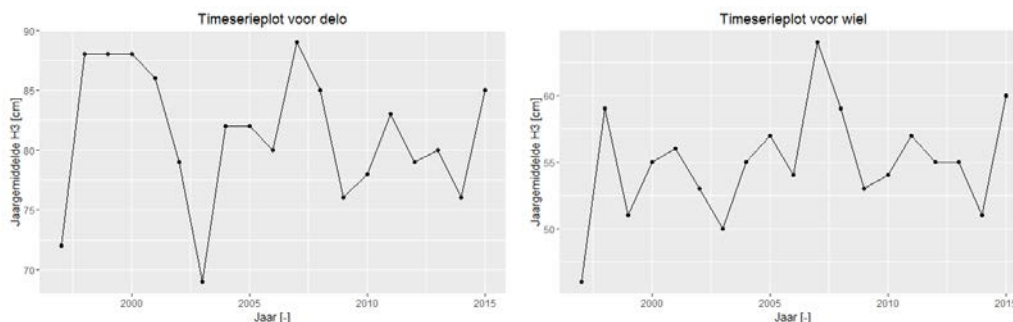
We merken nog op dat de meetinstrumenten geen onderscheid maken tussen windgeïnduceerde golven en scheepsgolven. Eventuele wijzigingen in trends kunnen dus veroorzaakt worden door een toename van het aantal passerende schepen. De golfhoogtes worden in de eerstelijns-rapportages Westerschelde gemonitord (zie bijvoorbeeld Nederhoff, 2016). Een relatie tussen golfhoogtes en scheepvaart wordt hierin niet gelegd.

### Analyse

Een enkelvoudig lineair regressiemodel met een constante en een trend beschrijft voor slechts enkele stations de jaargemiddelde significante golfhoogte op een adequate manier. Dit heeft te maken met de beperkte lengte van de meetreeksen en de variatie in de waarden (mogelijk door meteorologische fluctuaties). In T2009 is alleen voor de golfbaak bij Bath een statistische significante trend gedetecteerd (zie Figuur A-115).

### Buiten het estuarium en in de monding

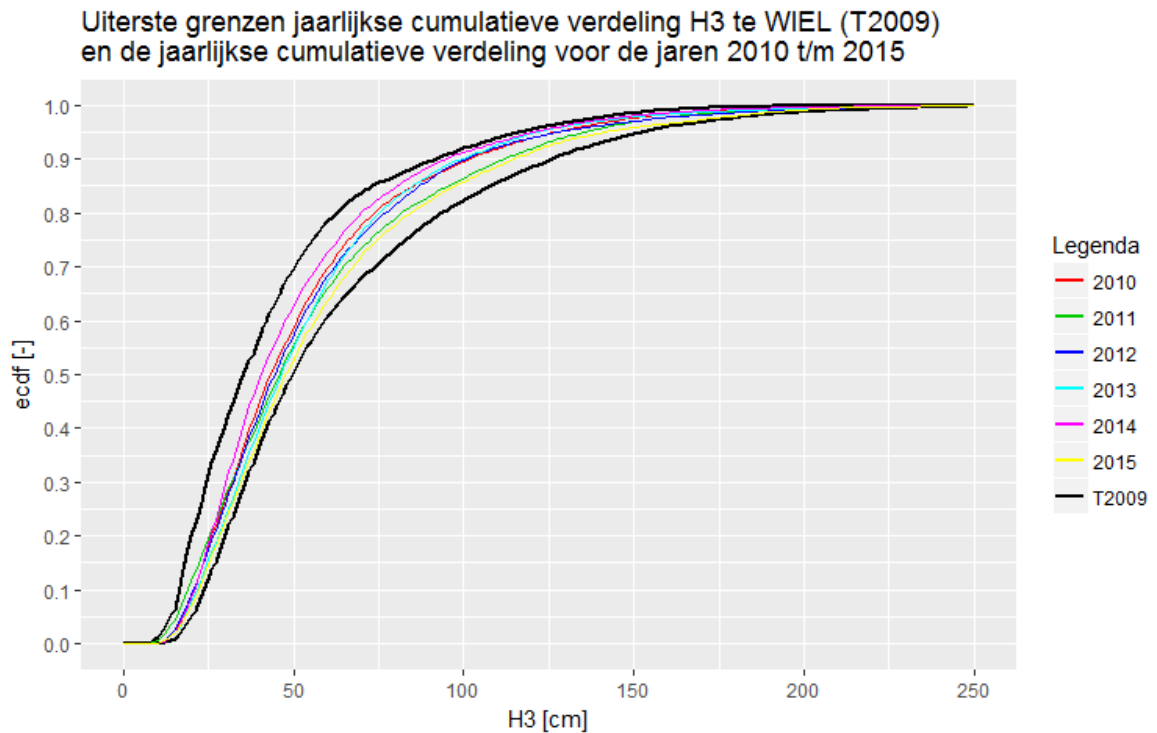
De jaargemiddelde significante golfhoogte van de golfmeetstations Deurloo, Wielingen en Cadzand is vanaf 1997 bepaald. De metingen voor deze meetstations blijven tussen 2010 en 2015 binnen hetzelfde meetbereik liggen dat voorheen werd opgemeten. In T2009 is geen significante trend gevonden. Na toevoeging van de data tussen 2010 en 2015 is het regressiemodel ook niet significant. Er is geen duidelijke richting te herkennen in het verloop na 2009. Wel liggen in elke locatie 5 van de 6 waarden enkele centimeters boven de waarde in 2009. Sinds 2009 lijkt de variatie in de waarden iets kleiner te zijn. Het verloop van de metingen voor de drie stations komt vanaf 2009 goed overeen; de waarde in 2015 ligt bijna 10 centimeter boven de waarde in 2014 (zie Figuur 3-24 en Figuur A-109).



Figuur 3-24: Jaarlijks gemiddelde significante golfhoogte voor de golfmeetstations Deurloo (links) en Cadzand (rechts) tussen 1997-2015.

<sup>15</sup> Uit de Eerstelijnsrapportage Westerschelde 2015 (Nederhoff, 2016) blijkt dat de meetinstrumenten per station verschillen en dat er in de tijd een verschuiving heeft plaatsgevonden in het frequentiebereik van de metingen. BAT2 en HAWI zijn sinds 2012 een golfbaak met aanduiding GHS2. Station WCT1 is waarschijnlijk door station HNTE vervangen. In Nederhoff (2016) wordt het stations echter niet als opvolger van WCT1 behandeld.

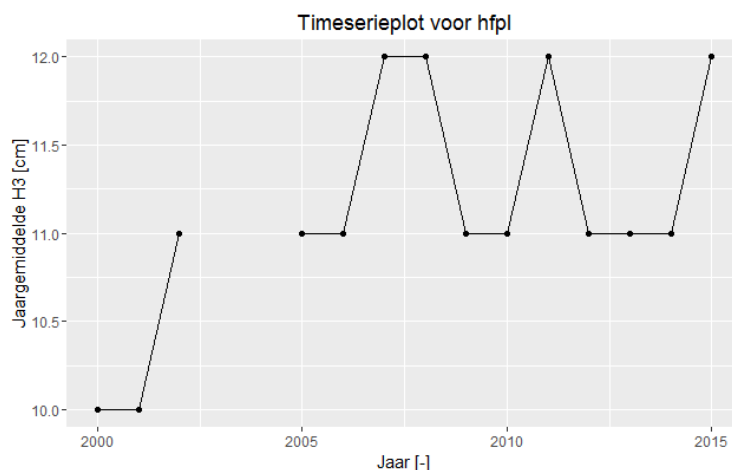
De jaarlijkse cumulatieve verdelingen geven informatie over de spreiding van de waarden binnen een jaar. De uiterste grenzen van de verdelingen op basis van de gegevens tussen 1997 en 2009 (T2009) zijn gereproduceerd en zijn samen met de verdelingen voor de jaren 2010 tot en met 2015 in een grafiek gezet. Figuur 3-25 laat deze grafiek voor Wielingen zien. Net als voor Deurloo en Cadzand geldt dat de verdelingen niet buiten de uiterste grenzen van T2009 vallen. In Bijlage A.5 staan de figuren van cumulatieve verdelingen voor alle golfmeetstations.



Figuur 3-25: Jaarlijkse cumulatieve verdelingen van de significante golfhoogte te Wielingen (2010-2015) en de uiterste grenzen.

#### Westerschelde

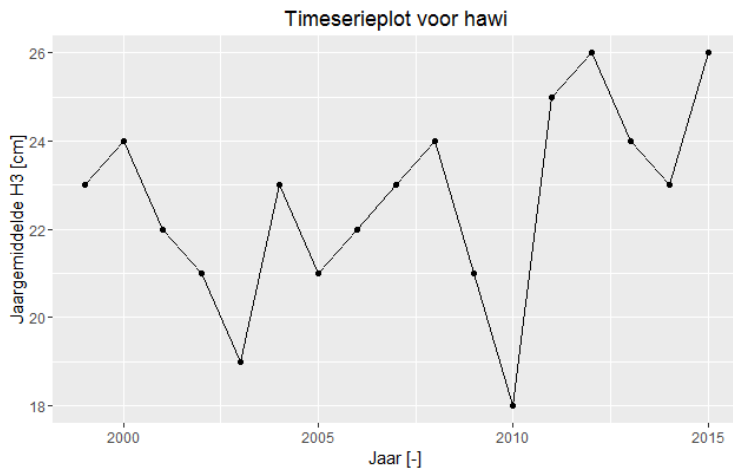
Voor Hoofdplaat (zuidoever), Hansweert (noordoever) en Bath zijn de jaargemiddelde golfhoogtes bepaald voor alle jaren in de periode 2010-2015. Voor Hoofdplaat zijn de waarden sinds 2005 gelijk aan 11 of 12 cm (zie Figuur 3-26). Volgens RWS is het station al jaren verzand en heeft het weinig toegevoegde waarde om dit station mee te nemen in de analyse.



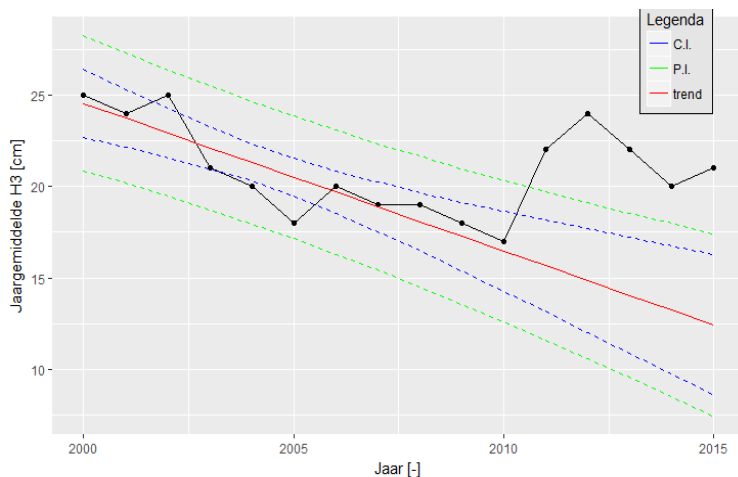
Figuur 3-26: Jaargemiddelde significante golfhoogte voor golfmeetstation Hoofdplaat.

De verlopen van Hansweert en Bath komen met elkaar overeen. Na een dal in 2010 (lager dan het dal in 2003) zijn de waarden 5 tot 8 centimeter toegenomen met pieken in 2012 en 2015 (zie Figuur 3-27 en Figuur 3-28). In T2009 was het regressiemodel voor Bath significant (en dat voor HAWI niet). De waarden tussen 2011-2015 liggen ruim boven de bovengrenzen van de 95%-predictie-intervallen (zie Figuur 3-28). Met deze waarden is de trendparameter in het regressiemodel niet meer significant. Er lijkt sprake van een trendbreuk, die vermoedelijk te maken heeft met de vervanging van het meetstation.

Vanwege de veelal ontbrekende jaargemiddelde waarden bij de stations Pas van Terneuzen (zuidoever) en WCT1 (noordoever) is voor die stations geen conclusie te trekken.



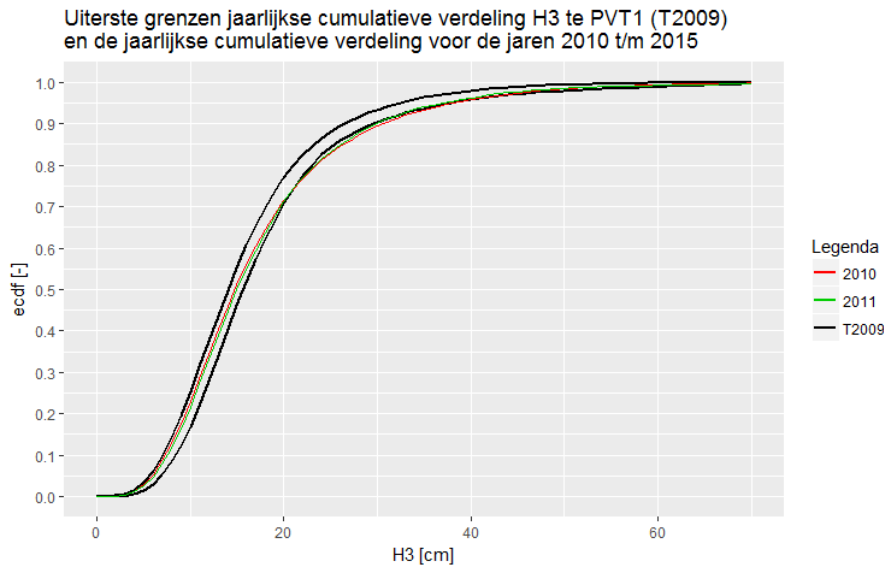
Figuur 3-27: Jaarlijks gemiddelde significante golfhoogte voor golfmeetstation Hansweert (HAWI) 2000-2015.



Figuur 3-28: Jaarlijks gemiddelde significante golfhoogte voor golfmeetstation Bath 2000-2015 en de T2009 trend inclusief de bijbehorende betrouwbaarheids- en predictie-intervallen.

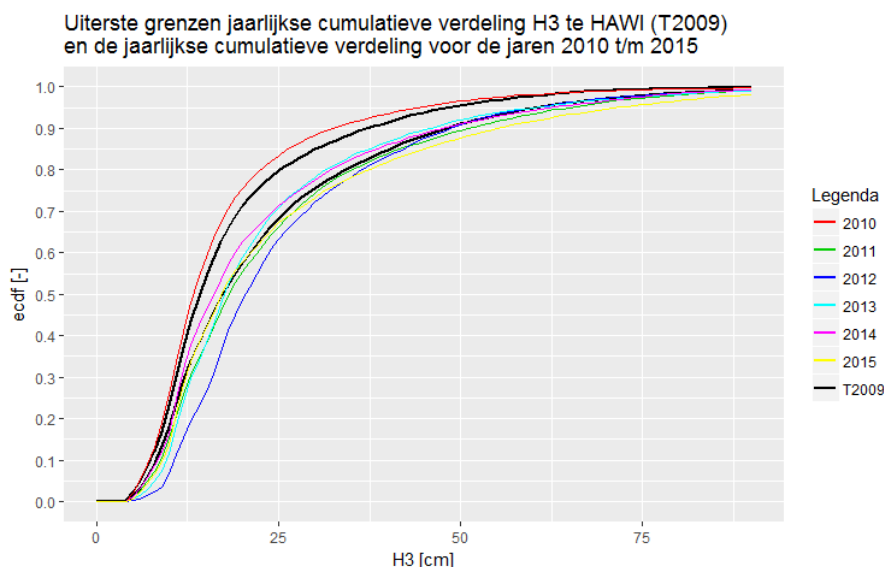
Voor de stations in de Westerschelde zijn ook de jaarlijks cumulatieve verdelingen bepaald. Deze zijn grafisch vergeleken met de in T2009 vastgestelde uiterste grenzen op basis van de gegevens tot en met het jaar 2009. Figuur 3-29 laat zien dat de verdelingen voor Pas van Terneuzen in de jaren 2010 en 2011 buiten de T2009 grenzen vallen. De rode en groene lijn liggen in het hogere bereik (vanaf 80%) net onder de rechter/onderste zwarte lijn. Dit betekent dat de hoogste 20% van de significante golfhoogtes in 2010 en 2011 iets hogere waarden aannemen dan in het jaar tot en met 2009 met de hoogste significante golfhoogtes.





Figuur 3-29: Jaarlijkse cumulatieve verdelingen van de significante golfhoogte te Pas van Terneuzen (2010-2011) en de uiterste grenzen. H3 = significante golfhoogte, ecdf = empirical cumulatieve distributie functie

Voor Hansweert en Bath vallen de cumulatieve verdelingen in 2010 buiten de ondergrens (zie Figuur A-122 en Figuur A-123). De jaargemiddelde golfhoogtes zijn in dat jaar ook beduidend lager dan in de jaren ervoor (zie Figuur A-114 en Figuur A-115). Voor Hansweert vallen de verdelingen in 2011, 2012 en 2015 ook nog buiten de bovengrens (zie Figuur 3-30). Dit komt overeen met de constatering dat het jaargemiddelde in die jaren hoger is dan in de jaren ervoor. De cumulatieve verdelingen van Bath vallen niet buiten de bovengrenzen. In de eerste jaren van het millennium werden ook hogere significante golfhoogtes gemeten. Tot slot is geconstateerd dat de verdelingen voor het station Hoofdplaat in de jaren 2013 en 2014 buiten de ondergrens vallen (zie Figuur A-120).



Figuur 3-30: Jaarlijkse cumulatieve verdelingen van de significante golfhoogte te Hansweert (HAWI) (2010-2015) en de uiterste grenzen.

## Interpretatie

De evaluatie van de jaargemiddelde significante golfhoogte vindt plaats op basis van vergelijking van de waarden met predictie-intervallen van het T2009 regressiemodel. Alleen

voor Bath is een significant regressiemodel geschat in T2009. De waarden in de jaren 2011 tot en met 2015 liggen boven de bovengrens van de predictie-intervallen. Deze 'verhoging' voor station Bath zou volgens de evaluatiemethodiek een negatieve ontwikkeling ten opzichte van T2009 impliceren. Echter, de oorzaak voor de verhoging is vermoedelijk de vervanging van het meetinstrument. Voor de andere stations is de evaluatie niet uitvoerbaar, omdat de regressiemodellen in T2009 geen significante trend opleverden. N.B. Voor geen van de stations wordt een significant regressiemodel gevonden met de verlengde meetreeksen (de data tot en met het jaar 2015).

De evaluatie van de jaarlijkse cumulatieve verdeling van de significante golfhoogte gebeurt op basis van de uiterste grenzen uit de T2009 analyse. Voor bepaalde jaren tussen 2010 en 2015 komen de cumulatieve verdelingen van Bath en Hansweert buiten de uiterste grenzen. Hierbij geldt weer dat het station BAT2 is vervangen in 2011 of 2012. Voor Pas van Terneuzen wordt de bovengrens overschreden en voor Hoofdplaat de ondergrens. De evaluatiemethodiek leidt hier voor verschillende stations tot verschillende oordelen. Een eenduidig oordeel is niet mogelijk.

#### *Aanbevelingen evaluatiemethodiek*

De jaargemiddelde significante golfhoogtes van station BAT2 liggen vanaf 2012 beduidend hoger dan in de jaren ervoor. Het blijkt dat enkele meetstations zijn vervangen in 2011. Het is de vraag of de datareeksen nu nog wel homogeen zijn. Het is belangrijk dat RWS bijhoudt welke wijzigingen aan de meetinstrumenten worden doorgevoerd en welk effect dit op de waarnemingen heeft.

De meetinstrumenten maken geen onderscheid tussen windgeïnduceerde golven en scheepsgolven. Gegeven de toename van de omvang van schepen op de Westerschelde kan een toename van de golfhoogtes optreden. Op dit moment biedt de evaluatiemethodiek nog geen manier om met deze afhankelijkheid om te gaan.

De evaluatiemethodiek gaat voor de evaluatie van de rekenparameter cumulatieve verdeling van de significante golfhoogte uit van de uiterste grenzen van de verdelingen in de periode 1997-2009. Deze periode van 13 jaar is kort in verhouding tot de 6 jaar aan nieuwe meetgegevens (2010-2015). De uiterste grenzen zijn niet robuust en dus gevoelig voor uitschieters. De uiterste grenzen worden aan beide zijden overschreden. Aanbeveling is om de uiterste grenzen aan te passen met de gegevens voor de periode 2010-2015 en in de volgende evaluatie de uiterste grenzen van de verdelingen in de periode 1997-2015 als benchmark te gebruiken.

## **3.4 Verklarende parameters**

### **3.4.1 Getijslag**

#### **Definitie**

Een verklarende variabele met betrekking tot de waterbeweging in het Scheldeestuarium is de getijslag. De getijslag is het hoogteverschil tussen hoog- en laagwater. Als verklarende parameter is de jaarlijkse gemiddeld getijslag beschouwd. Dit is het verschil tussen het jaarlijks gemiddeld hoogwater en het jaarlijkse gemiddelde laagwater. De getijslag buiten het estuarium beïnvloedt de hoog- en laagwaters in het Schelde-estuarium. Door de trechtervorm van het

estuarium neemt de getijslag van Vlissingen tot Bath en verder op de Zeeschelde tot Sint-Amands toe.

### Data

De jaargemiddelde getijslag is bepaald op basis van de hoog- en laagwaterstanden voor de stations beschreven in paragraaf 3.2.1.

### Analyse

In T2009 zijn voor de stations Bath en Antwerpen significante trends gevonden en in figuren gepresenteerd. Voor andere stations zijn de trends mogelijk ook significant, maar de resultaten zijn niet gepresenteerd. De uitkomsten van de T2009 trendanalyse van de jaargemiddelde getijslag voor Bath en Antwerpen<sup>16</sup> zijn dus het enige beschikbare vergelijkingsmateriaal. Om de data na 2009 te vergelijken met de trends tot en met 2009 '(re)produceren' we de T2009 analyse.

De trendanalyse van de jaargemiddelde getijslag is voor alle stations uitgevoerd met de datasets tot en met het jaar 2009 en tot en met het jaar 2015. Het regressiemodel bevat een constante, een lineaire trend en de 18,6-jarige nodale getijcyclus. Voor ieder station is telkens de laatste trendbreuk uit de T2009 analyse van de jaargemiddelde hoog- en laagwaterstanden opgelegd aan het regressiemodel. Indien het model of de trend niet significant is, dan is een LOESS filter toegepast op de beschikbare gegevens. De resultaten van de trendanalyses voor de hoofdstations zijn vastgelegd in grafieken die in Figuur A-124 tot en met Figuur A-139 in Bijlage A.6 zijn opgenomen.

Uit de genoemde figuren en uit Tabel 3-8 blijkt dat het gereproduceerde T2009 regressiemodel niet significant is voor de hoofdstations Cadzand, Westkapelle, Vlissingen, Hansweert en Liefkenshoek. Voor alle andere hoofdstations wel: de data bevatten een duidelijke positieve lineaire trend en de 18,6-jarige cyclus. Na uitbreiding van de meetreeks met de gegevens tussen 2010 en 2015 zijn de modellen ook significant. De lineaire trends blijven positief, maar vlakken vooral dieper in het estuarium iets af ten opzichte van T2009. De snelheid waarmee de jaargemiddelde getijslag stijgt is dieper in het estuarium het hoogst (tot enkele tientallen centimeters per eeuw).

Voor de stations Bath en Antwerpen worden conform verwachting bij bijbenadering dezelfde resultaten gevonden als in de T2009-rapportage (vergelijk hiertoe Figuur A-129 respectievelijk Figuur A-131 met Figuur 4-17 en Figuur 4-18 uit de T2009-rapportage). In T2009 werd voor Bath overigens een trendbreuk rond 1996 gedetecteerd. Deze is niet opgelegd aan het T2009 model. Tussen 2005 en 2014 stijgt de jaargemiddelde getijslag ieder jaar.

In Tabel 3-8 is ook aangegeven of waarnemingen tussen 2010 en 2015 buiten de 95%-predictie-intervallen met de dataset tot en met 2009 (reproductie T2009) vallen. Voor de stations Schelle, Melle, Walem en Duffel-Sluis valt één waarde onder de ondergrens van het 95%-predictie-interval. Dit komt overeen met de observatie dat de stijgende lineaire trends iets afzwakken.

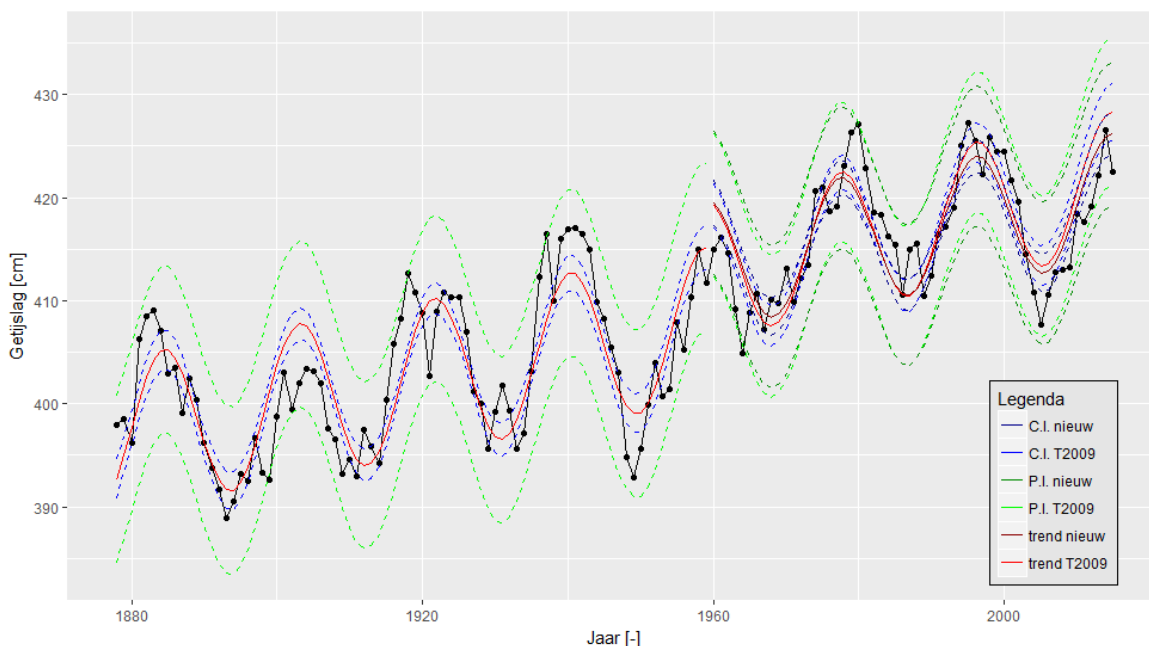
N.B. Paragraaf 3.4.2 bevat de analyse van de trend in het astronomisch hoogwater. Dit is een indicator voor de trend in de getijslag.

---

<sup>16</sup> Uit de T2009-rapportage is niet duidelijk of de trend in de jaargemiddelde getijslag ook voor andere stations significant is. Alleen voor Bath en Antwerpen zijn grafieken opgenomen. Trendwaarden zijn voor geen enkel station vermeld.

| Naam meetstation | Periode (vanaf laatste trendbreuk) | Trend T2009 | Trend T2015 | Data 2010-2015 ten opzichte van 95% P.I. T2009? |
|------------------|------------------------------------|-------------|-------------|---|
| [-]              | [jaar]                             | [cm/eeuw]   | [cm/eeuw]   | binnen / buiten                                 |
| Cadzand          | 1966 – 2015                        | n.s.        | n.s.        | n.v.t.  |
| Westkapelle      | 1954 – 2015                        | n.s.        | n.s.        | n.v.t.  |
| Vlissingen       | 1881 – 2015                        | n.s.        | n.s.        | n.v.t.  |
| Terneuzen        | 1960 – 2015                        | 16          | 11          | Binnen  |
| Hansweert        | 1880 – 2015                        | n.s.        | n.s.        | n.v.t.  |
| Bath             | 1975 – 2015                        | 39          | 41          | Binnen  |
| Liefkenshoek     | 1975 – 2015                        | n.s.        | n.s.        | n.v.t.  |
| Antwerpen        | 1975 – 2015                        | 34          | 33          | Binnen  |
| Schelle          | 1975 – 2015                        | 35          | 29          | Onder in 2015                                   |
| Temse            | 1975 – 2015                        | 71          | 64          | Binnen  |
| Dendermonde      | 1975 – 2015                        | 127         | 116         | Binnen  |
| Schoonaarde      | 1971 – 2015                        | 188         | 171         | Binnen  |
| Melle            | 1975 – 2015                        | 239         | 218         | Onder in 2013                                   |
| Walem            | 1975 – 2015                        | 104         | 94          | Onder in 2015                                   |
| Duffel-Sluis     | 1970 – 2015                        | 160         | 142         | Onder in 2015                                   |
| Tielrode         | 1970 – 2015                        | 121         | 104         | Binnen  |

Tabel 3-8: Trendwaarden getijslag en vergelijking data 2010-2015 met 'reproductie' T2009. Verklaring: n.s. = niet significant, n.v.t. is niet van toepassing, 95% P.I. is 95% predictie-interval.



Figuur 3-31: Resultaten trendanalyse van de jaargemiddelde getijslag te Terneuzen met de trends tot en met 2009 (rood) en tot en met 2015 (paars) en de bijbehorende 95%-betrouwbaarheidsintervallen (blauwe stippellijnen) en 95%-predictie-intervallen (groene stippellijnen) voor de periode 1878-2015. Trendbreuk in het jaar 1960.

## Interpretatie

De analyse van de trend in de getijslag laat zien dat deze volgens de evaluatiemethodiek niet significant verandert in de Westerschelde sinds 2009. Dieper in het estuarium, vanaf station Antwerpen, lijkt de lineair stijgende trend in de getijslag iets af te zwakken.

### 3.4.2 Astronomisch getij

Het astronomisch getij is het berekende getij op basis van de beweging van de zon, planeten en lokale effecten. Het wordt berekend op basis van harmonische componenten (sinusoïden) waarvan de periodes en frequenties bekend zijn. Deze componenten volgen uit een harmonische analyse van het gemeten waterstandsverloop. Net als in de T2009-rapportage (zie kader) analyseren we de harmonische componenten met de grootste amplitude en reconstrueren we vervolgens het astronomisch getij aan de hand van de uitkomsten van de harmonische analyse.

T2009-rapportage over harmonische analyse

*“Wijzigingen in fase zorgen voor een verandering in interactie met andere getijcomponenten en dit heeft een invloed op de getijasymmetrie (Vroom et al., 2012). Veranderingen van de amplitude van elke component heeft invloed op de evolutie van de hoog- en laagwaterstanden en de looptijden. Omdat de jaargemiddelde hoog- en laagwaterstanden rekenparameters binnen de evaluatiemethodiek zijn, is gefocust op de amplitudes.*

*De trechtervorm van het Schelde estuarium veroorzaakt een verhoging van de getij amplitude, en dus de harmonische amplitudes, verder stroomopwaarts (Figuur 4-43). De getijde energie wordt immers samengebaldd in een kleinere dwarsdoorsnede. De amplitude neemt toe in opwaartse richting tot de wrijving de bepalende factor wordt en de amplitude terug afneemt.”*

#### Harmonische componenten

Tabel 3-9 geeft een overzicht van de stations en de meetperiode waarvoor de resultaten van harmonische analyses per kalenderjaar ter beschikking zijn gesteld. De databestanden bevatten voor 94 componenten telkens een jaargemiddelde amplitude en fase. Volgens RWS zijn de getallen voor een kalenderjaar per locatie gebaseerd op gegevens van vier opeenvolgende jaren. De harmonische analyse corrigeert voor de 18,6 jarige nodale cyclus, waardoor de componenten een gemiddelde over deze cyclus weergeven. De gegevens zijn alleen voor stations in de Westerschelde beschikbaar.

| Station     | Afkorting | Data T2009 | Data T2015 |
|-------------|-----------|------------|------------|
| Cadzand     | CADZ      | 1971-2009  | 2010-2015  |
| Westkapelle | WKAP      | 1971-2009  | 2010-2015  |
| Vlissingen  | VLIS      | 1911-2009  | 2010-2015  |
| Terneuzen   | TERN      | 1940-2009  | 2010-2015  |
| Hansweert   | HANS      | 1939-2009  | 2010-2015  |
| Bath        | BATH      | 1971-2009  | 2010-2015  |

Tabel 3-9: Overzicht van de beschikbare gegevens over harmonische componenten in de Westerschelde.

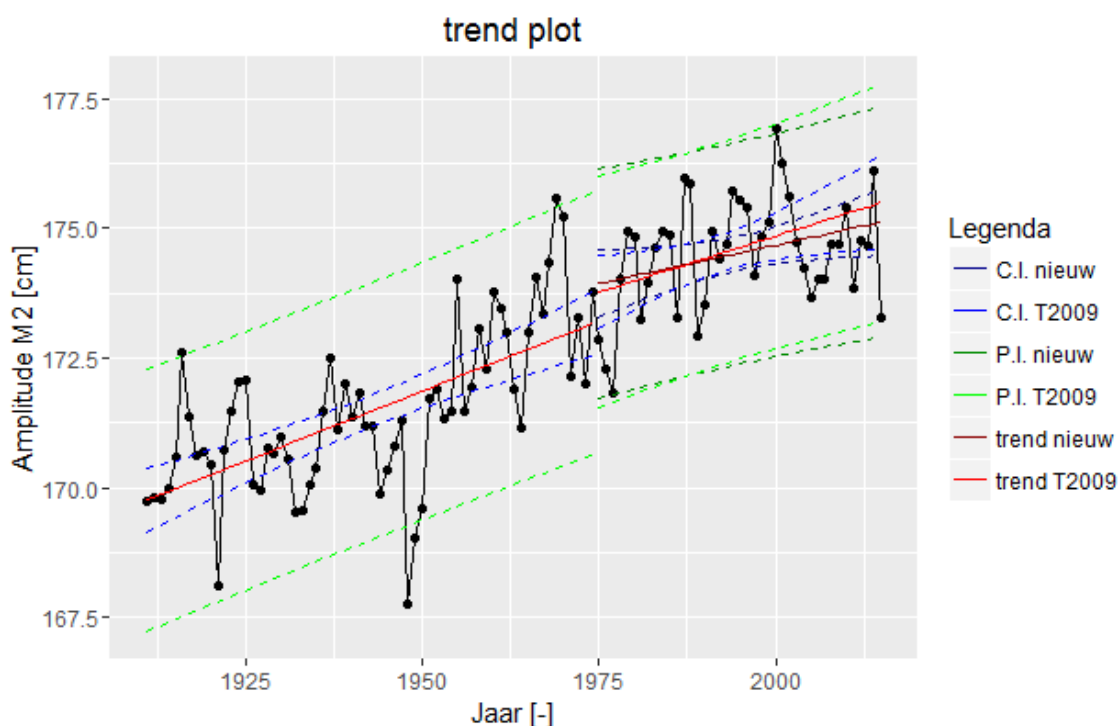
In Tabel 3-10 staan de periode en frequentie van de vier componenten met de grootste amplitude in de Westerschelde: M2, S2, N2 en M4. De trendanalyse richt zich, conform de T2009-rapportage, op (de amplitudes van) deze vier componenten.

| Component  | Symbol | Periode [uur] | Hoekfrequentie [ $^{\circ}$ /uur] |
|--|--------|---------------|-----------------------------------|
| Voornaamste tweedagelijkse maancomponent         | M2     | 12,4206012    | 28,9841042                        |
| Voornaamste tweedagelijkse zoncomponent          | S2     | 12            | 30                                |
| Groter elliptische tweedagelijkse maan component | N2     | 12,65834751   | 28,4397295                        |
| 2 x M2   | M4     | 6,2167        | 57,968208                         |

Tabel 3-10: Overzicht belangrijkste harmonische componenten van het getij.

De harmonische componenten zijn op dezelfde wijze als in T2009 geanalyseerd. Op de amplitudes is telkens een regressiemodel met een constante en een trend gefit. Voor ieder van de 6 stations zijn de significante trends uit T2009 gereproduceerd en zijn ook de trends bepaald met de verlengde meetreeks. Ter illustratie is in Figuur 3-32 het resultaat voor de amplitude van M2 te Vlissingen getoond. Voor veel stations geldt dat de waarde van de amplitude van M2 in 2015 enkele centimeters lager ligt dan in de jaren ervoor.

In Tabel 3-11 staan de resultaten van een vergelijking van de amplitudes van de 4 harmonische componenten in 2010-2015 met de 95%-predictie-intervallen uit T2009. In veel gevallen is ofwel geen significante trend gedetecteerd in T2009 of leiden de waarnemingen tussen 2010 en 2015 niet tot een wijziging van de trend. Voor Vlissingen en Terneuzen ligt de waarde van de amplitude van de M2 component in 2015 (net) onder het 95%-predictie-interval. Opnieuw statistisch schatten van de trendparameter aan de hand van de verlengde meetreeks levert een 25% lagere waarde op (van 4 naar 3 cm/eeuw voor Vlissingen en van 6 naar 4,5 cm/eeuw voor Terneuzen).



Figuur 3-32: Resultaten trendanalyse T2009 en T2015 op de amplitude van harmonische component M2 voor station Vlissingen, met trendbreuk in het jaar 1975.

| Amplitude | Cadzand | Westkapelle | Vlissingen   | Terneuzen    | Hansweert | Bath   |
|-----------|---------|-------------|--------------|--------------|-----------|--------|
| M2        | n.s.    | n.s.        | Lager (2015) | Lager (2015) | Gelijk    | Gelijk |
| M4        | n.s.    | Gelijk      | Lager (2015) | n.s.         | Gelijk    | n.s.   |
| N2        | n.s.    | n.s.        | n.s.         | n.s.         | Gelijk    | Gelijk |
| S2        | Gelijk  | n.s.        | Lager (2012) | n.s.         | Gelijk    | Gelijk |

Tabel 3-11: *Overzicht wijzigingen trends in amplitude van de belangrijkste 4 harmonische componenten van het getij ten opzichte van T2009. n.s. = trendparameter niet significant in T2009: geen vergelijking mogelijk, Gelijk = Geen wijziging ten opzichte van T2009, Lager = één of meer waarden 2010-2015 liggen onder de ondergrens van het 95%-predictie-interval, Hoger = één of meer waarden 2010-2015 liggen boven de bovengrens van het 95%-predictie-interval.*

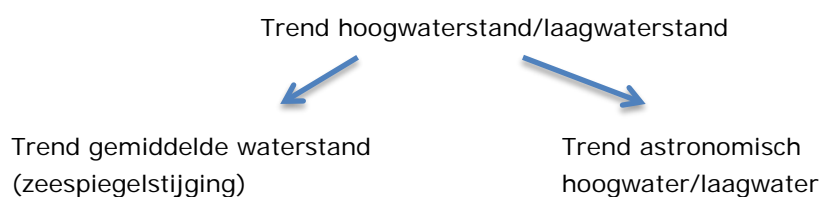
### Astronomische hoog- en laagwaterstand

Trends in astronomisch hoog- en laagwater kunnen een verklaring zijn voor trends in het gemeten hoog- en laagwater. De astronomische hoog- en laagwaters zijn net als in T2009 geconstrueerd uit de beschikbaar gestelde resultaten van de harmonische analyse op gemeten waterstanden. De gemeten waterstand kan worden ontleed in 94 harmonische componenten met ieder een bekende hoekfrequentie  $\omega$  (zie Tabel 3-10), een te bepalen amplitude  $A_n$  en faseverschil  $\phi$ . In onderstaande formule is weergegeven hoe een waterstandvoorspelling  $\hat{y}(t)$  volgt uit de resultaten van de harmonische analyse, waarbij  $Z$  de middenstand is:

$$\hat{y}(t) = Z + \sum_{n=1}^N A_n \cos\left(\frac{\pi}{180}(\omega_n t - \phi_n)\right)$$

Ten behoeve van de analyse hebben wij het astronomisch getij geconstrueerd zonder de middenstand (ofwel  $Z=0$ ). Bovendien is de 18,6 jarige nodale cyclus afwezig, omdat de amplitudes en faseverschillen van de harmonische componenten gebaseerd zijn op gemiddeldes over 18,6 jaar (zie vorige paragraaf).

In Figuur 3-33 staat een toelichting op het uitsplitsen van de trend in de jaargemiddelde hoogwaters (laagwaters) in de trend in de jaargemiddelde waterstand (zeespiegelstijging) en de trend in de astronomische hoogwaters (laagwaters).

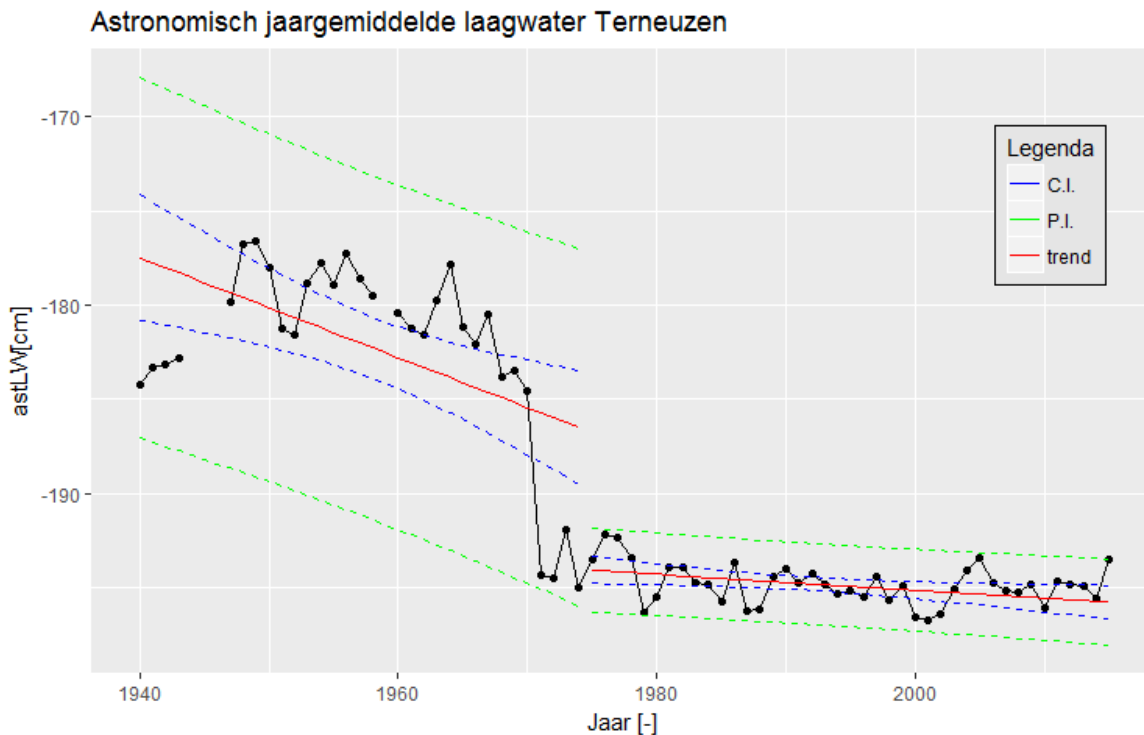


Figuur 3-33: *Uitsplitsing trend hoogwaterstand/laagwaterstand in trend gemiddelde waterstand en trend astronomisch hoogwater*

In T2009 zijn de (jaarlijks gemiddelde) astronomische hoog- en laagwaters afgeleid uit een kleiner aantal harmonische componenten<sup>17</sup> voor 6 stations. Nu zijn de astronomische hoog- en laagwaters tot en met het jaar 2015 bepaald op basis van alle 94 harmonische componenten. Dit leidt tot een enkele centimeters nauwkeurigere schatting van het jaarlijks gemiddelde astronomische hoog- en laagwater tot en met 2009 dan in T2009. De parameters van het regressiemodel zijn geschat op basis van de uit 94 componenten samengestelde reeksen tot en met 2009 ('T2009') en tot en met 2015 (T2015).

<sup>17</sup> De componenten die in de MATLAB module t-tide aanwezig zijn.

Met uitzondering van station Terneuzen worden voor dezelfde stations als in T2009 significante lineaire trends gevonden in de data tot en met het jaar 2009. De astronomische hoog- en laagwaters in de periode 2010-2015 liggen over het algemeen binnen de predictie-intervallen van de significante 'T2009'-regressiemodellen. Alleen het gemiddelde astronomisch laagwater (hoogwater) te Terneuzen ligt in 2015 op de ondergrens (bovengrens); zie Figuur 3-34 (met de data 2010-2015 is het regressiemodel niet meer significant<sup>18</sup>). Voor andere stations is het astronomisch laagwater (hoogwater) in 2015 ook wat hoger (lager) dan in de jaren daarvoor (zie de grafieken in Bijlage A.8). Er is geen directe aanleiding om te veronderstellen dat er een trendbreuk is in de reeksen.



Figuur 3-34: T2009 trendanalyse astronomisch jaargemiddelde laagwater te Terneuzen met trendbreuk in het jaar 1975.

De uitkomsten van de trendschattingen zijn verwerkt in Tabel 3-5 en in Tabel 4-3 voor het jaargemiddelde hoogwater (HW) respectievelijk laagwater (LW). In de tabellen wordt de trend in het hoogwater (laagwater) uitgesplitst in de trend in astronomisch HW (LW) en de trend in de gemiddelde waterstand (zeespiegelstijging).

### 3.4.3 Zeespiegelstijging

De gemiddelde waterstand langs de Nederlandse kust is in de afgelopen eeuw met ongeveer 0,2 m toegenomen. Men spreekt ook wel over zeespiegelstijging. De verklarende parameter jaargemiddelde waterstand is het rekenkundig gemiddelde van de gemeten waterstanden in een kalenderjaar.

<sup>18</sup> In T2009 is voor Terneuzen een trendbreuk in de M2 amplitude rond het jaar 1970. Dit is een verklaring voor de sprong in de astronomische laagwaters in 1971. T2009 rapporteert voor Terneuzen ook trendbreuken in de astronomische laag- en hoogwaters tussen 1960 en 1980. T2009 legt de trendbreuk voor het astronomisch laagwater in het jaar 1975.



### Jaargemiddelde waterstanden

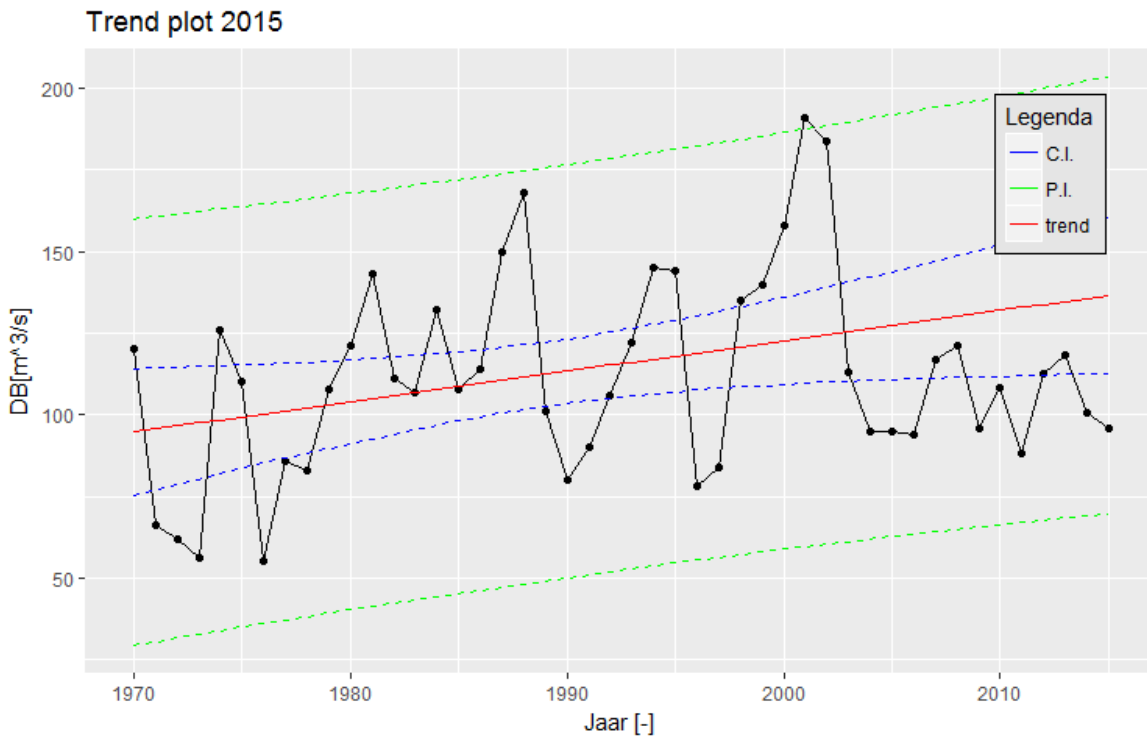
Uit paragraaf 3.2.1 blijkt dat de lineaire trend in de jaargemiddelde waterstanden in de stations Westkapelle, Cadzand, Vlissingen, Terneuzen, Hansweert en Bath niet of nauwelijks verandert door het toevoegen van de data tussen 2010 en 2015 (zie Tabel 3-5). In Bijlage A.2 staan voor deze stations grafieken van de jaargemiddelde waterstanden, de T2009 en T2015 regressiemodellen en bijbehorende 95%-betrouwbaarheids- en predictie-intervallen (zie Figuur A-58 tot en met Figuur A-63). De waarden tussen 2010 en 2015 liggen niet buiten de 95%-predictie-intervallen van de T2009 regressiemodellen. Toepassing van de evaluatiemethodiek op de verklarende parameter jaargemiddelde waterstand (alsof het een rekenparameter is zoals jaargemiddelde hoogwaterstand) leidt tot de conclusie dat de trend in de jaargemiddelde waterstand neutraal is ten opzichte van T2009.

### 3.4.4 Rivierafvoer

De verklarende parameter rivierafvoer betreft de bovenafvoer van de Schelde. In de T2009-rapportage zijn afvoergegevens van stations Schaar van Ouden Doel (SVOD), Schelle en Melle grafisch weergegeven. De tijdreeksen van 8 andere stations werden te kort geacht voor een zinnige trendanalyse. Voor station SVOD zijn geen gegevens beschikbaar na 2009. Voor de stations Schelle en Melle zijn door het Waterbouwkundig Laboratorium (Watlab of WL) langere meetreeksen beschikbaar gesteld:

- Melle (Zeeschelde; daggemiddelde meetwaarden 1971-2015);
- Schelle (Zeeschelde; berekende 5-dagelijks gemiddelde waarden 1991-2015).

Figuur 3-35 laat zien dat de jaargemiddelde afvoeren te Schelle tussen 2010 en 2015 rondom een niveau van 100 m<sup>3</sup>/s schommelen. Sinds 2003/4 liggen de waarden rond dit niveau en is de variatie in de waarden afgenomen. De waarden te Schelle liggen in de jaren 2010-2015 nog wel binnen de predictie-intervallen van het T2009 regressiemodel. Echter, een regressie met de verlengde meetreeks tot en met 2015 leidt niet (meer) tot een significante trendparameter. Bovenstaande is een aanwijzing voor een trendbreuk in het jaar 2003/4, maar deze kan op basis van het beperkt aantal waarnemingen (13 tussen 2003-2015) niet worden aangetoond. In de volgende evaluatie (T2021) is dit wel mogelijk.



Figuur 3-35: Jaargemiddelde afvoeren te Schelle (1970-2015) en het T2009 regressiemodel inclusief bijbehorende 95%-betrouwbaarheids- en predictie-intervallen.

Voor station Melle is het verloop van de jaargemiddelde waarden nagenoeg hetzelfde als voor station Schelle, alleen schommelt het niveau daar sinds 2005 rond ca. 30 m<sup>3</sup>/s (zie linkerzijde Figuur 3-36).

In T2009 is een sterke correlatie gevonden tussen de T2009 hoogwaterresiduen en de jaargemiddelde afvoer op locaties in de Zeeschelde bovenstrooms van Dendermonde. De geconstateerde daling in jaargemiddelde hoogwaterstanden van Melle (zie paragraaf 3.2.1) kan dus goed samenhangen met de lagere jaargemiddelde afvoeren te Melle. Ook voor Schelle geldt dat de jaargemiddelde hoogwaterstanden tussen 2010 en 2015 verlaagd zijn.



Figuur 3-36: Links: jaargemiddelde van de opgemeten afvoeren te Melle. Rechts: jaarlijks 99<sup>e</sup> percentiel van de opgemeten afvoeren te Melle.

De rechterzijde van Figuur 3-36 toont de 99<sup>e</sup> percentielwaarden van de afvoer te Melle. Het 99<sup>e</sup> percentiel stijgt vanaf 2006 tot aan 2012 om daarna weer af te nemen.

In T2009 is een correlatie tussen de 99<sup>e</sup> percentiel hoogwaterresiduen en de 99<sup>e</sup> percentiel afvoerwaarden te Melle gevonden. De relatief lage waarden van het 99<sup>e</sup> percentiel hoogwater te Melle tussen 2004 en 2015 (zie Figuur 3-22) zijn deels terug te zien in de waarden van de 99<sup>e</sup> percentiel afvoeren te Melle in die periode (zie Figuur 3-36). De piek in het 99<sup>e</sup> percentiel afvoer in 2012 komt echter nadrukkelijk niet terug in het 99<sup>e</sup> percentiel hoogwater te Melle in 2012.

### 3.4.5 Meteorologie

Onder meteorologische invloeden wordt in de evaluatiemethodiek de wind genoemd. Net als in T2009 (zie kader) is de rechte stormopzet te Vlissingen geanalyseerd als verklarende parameter voor de invloed van de wind op extreme hoogwaterstanden en golven. De rechte opzet is het verschil tussen optredend hoogwater en het astronomische hoogwater op het moment van optredend hoogwater<sup>19</sup>. De waarden zijn berekend door van de waterstandmetingen het astronomisch getij te Vlissingen af te trekken. Vervolgens is hieruit op vergelijkbare wijze als voor de hoogwaterstanden de jaargemiddelde rechte opzet bepaald.

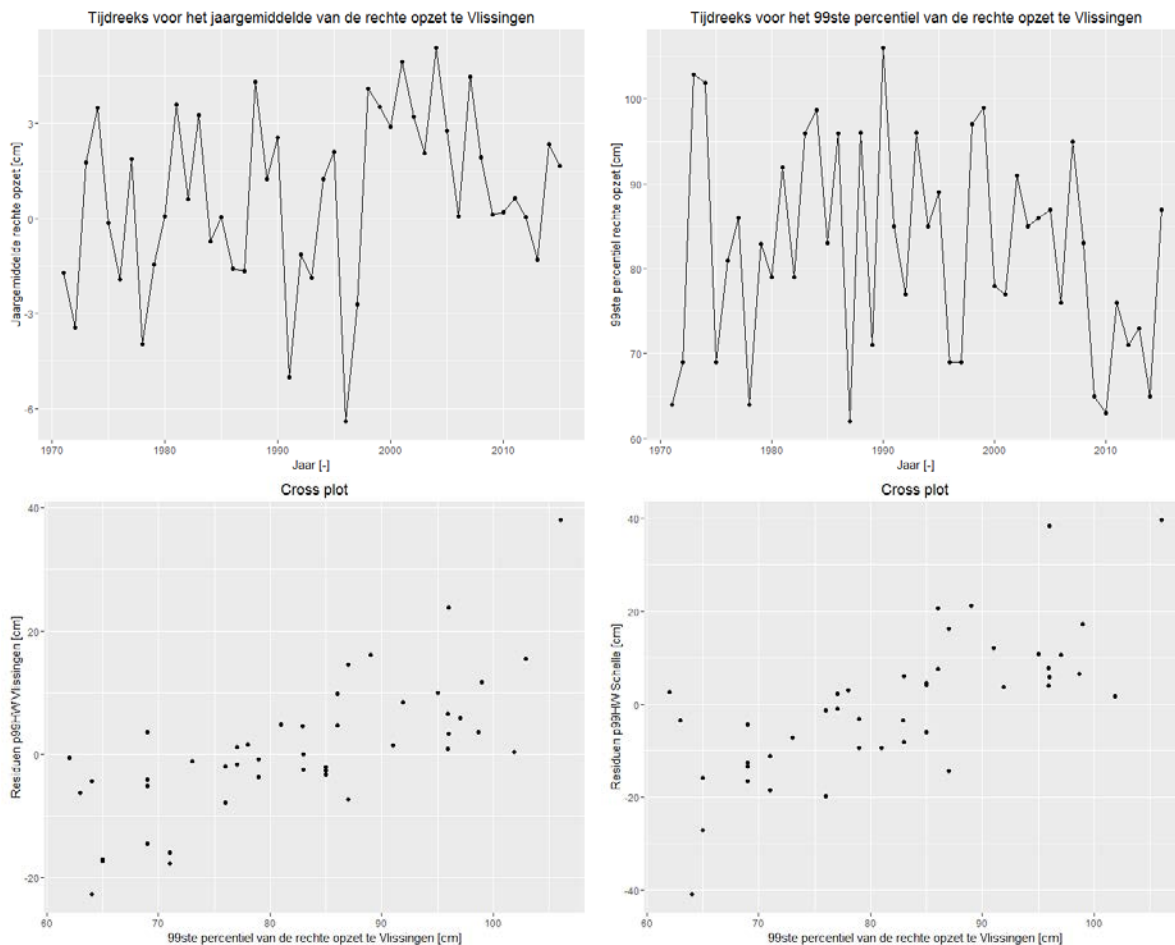
#### Meteorologie T2009

*“Om de meteorologische afhankelijkheid van deze rekenparameters [jaarlijks gemiddelde significante golfhoogte en jaarlijkse 99<sup>e</sup> percentiel hoogwater] te kunnen aantonen werd gezocht naar een verklarende parameter die de meteorologische wisselvalligheid goed weergeeft. Er werd gekozen voor de rechte (momentane) stormopzet te Vlissingen telkens wanneer een storm optreedt in de Westerschelde wordt een windopzet te Vlissingen veroorzaakt.*

Om de invloed van meteorologie op de hydrodynamica inzichtelijk te maken, en te kunnen vergelijken met de waarden in T2009, zijn net als in T2009 grafieken van de rechte opzet en de hoogwaterstanden gemaakt; zie Figuur 3-37.

In de bovenste panelen van Figuur 3-37 zijn de jaargemiddelde rechte stormopzet en de jaarlijkse 99<sup>e</sup> percentielen van de rechte opzet te Vlissingen getoond. Sinds 2009 zijn de waarden wat lager dan in de periode 2000-2008.

<sup>19</sup> De scheve opzet is mogelijk een betere indicator voor de windopzet. De correlatie tussen de wind en de scheve opzet is hoger dan tussen de wind en de rechte opzet (persoonlijke communicatie met Marco Schrijver). De scheve opzet is het verschil tussen de pieken, die op verschillende momenten optreden.



Figuur 3-37: Invloed meteorologie op hydrodynamica: rechte opzet vs. hoogwaterstanden. Met de klok mee van linksboven naar linksonder: Jaargemiddelde rechte opzet te Vlissingen, jaarlijks 99<sup>e</sup> percentiel van de rechte opzet te Vlissingen, scatterplot van de 99<sup>e</sup> percentiel hoogwaterresiduen te Schelle tegen het 99<sup>e</sup> percentiel van de rechte opzet te Vlissingen en scatterplot van de 99<sup>e</sup> percentiel hoogwaterresiduen te Vlissingen tegen het 99<sup>e</sup> percentiel van de rechte opzet te Vlissingen.

De onderste panelen van Figuur 3-37 laten de (sterke) samenhang zien tussen het 99<sup>e</sup> percentiel van de rechte opzet en de residuen van een regressie op de 99<sup>e</sup> percentiel hoogwaterstanden te Schelle (rechts) en Vlissingen (links) tot en met het jaar 2015. De residuen van de regressie zijn het deel dat niet door de lineaire trend wordt verklaard. De samenhang - hoge waarde 99<sup>e</sup> percentiel rechte opzet, hoge waarde residu<sup>20</sup> - impliceert dat de meteorologie ook een verklarende factor is voor de hydrodynamica. Dit is conform de verwachting.

De relatief lage waarden van de stormopzet te Vlissingen vanaf 2009 zijn een verklaring voor de lagere waarden van de 99<sup>e</sup> percentielen hoogwaters in de Westerschelde en de Zeeschelde tot aan Schelle vanaf 2009 (zie paragraaf 3.2.1).

De samenhang tussen stormopzet en 99<sup>e</sup> percentiel hoogwaters verdwijnt verder stroomopwaarts richting Melle, waar eerder de afvoer de dominante verklarende variabele is voor het 99<sup>e</sup> percentiel hoogwater (constateringen conform T2009).

<sup>20</sup> Anders gezegd, het regressiemodel van het 99<sup>e</sup> percentiel hoogwater onderschat de waarde op het moment dat de rechte opzet groot is.

### 3.4.6 Bathymetrie en geometrie

#### Menselijke ingrepen

De menselijke ingrepen zijn beschreven in paragraaf 2.3 en in Bijlage H.

#### Morfologische parameters

Geomorfologische veranderingen hebben een impact op de hydrodynamica. Een getijgolf in een estuarium ondervindt namelijk een wisselwerking met zijn omgeving. Conform de evaluatiemethodiek (Maris *et al.* 2014) wordt de analyse opgesplitst in wijzigingen in geometrie en in bathymetrie:

1. Wijzigingen in de geometrie hebben betrekking op veranderingen in de horizontale begrenzing van het estuarium.
2. Wijzigingen in de bathymetrie betreffen in algemene zin veranderingen in de vorm van het dwarsprofiel en in het bijzonder veranderingen van de waterdiepte van de stroomvoerende geul en de waterberging op de intergetijdengebieden. Hier worden het verticaal vlak bestudeerd.

Alle resultaten zijn bekomen door de bathymetrische bodemgrids te verwerken. Hierbij wordt de methode van T2009 (Depreiter *et al.* 2014) gevolgd:

1. Voor de Westerschelde zijn de waterniveaus +3,5 m NAP en -2,0 m NAP als referentievlakken gebruikt. Dit betreft een ruwe afbakening van het intertidaal gebied. Ook werd het volledige systeem van de Westerschelde, zowel hoofd- als nevengeul, meegenomen en per macrocel apart bekeken.
2. Op de Zeeschelde wordt het referentieniveau van 0 m TAW aangehouden. Hier werd het deelsysteem onderverdeeld in OMES-segmenten. Er zijn gegevens beschikbaar vanaf 1910, maar vaak werd niet het hele OMES-segment gepeild. Onvolledige reeksen worden niet opgenomen in onderstaande analyse.

#### *Effect van Geometrie op Getijslag*

Het estuarium kan in longitudinale richting een beperkte lengte hebben met als gevolg reflectie van de getijgolf. Partiële reflectie treedt ook op bij obstakels. Zo leidt de reflectie van de getijgolf tegen de begrenzing van het estuarium nabij Gent tot een verhoging van de hoogwaterstand in het bovenstroomse deel van de Zeeschelde (Maris *et al.* 2014).

Door de convergentie van het estuarium neemt de getijslag op de Westerschelde en de Beneden-Zeeschelde toe in landwaartse richting. Een geometrische aanpassing waarbij de kombergende oppervlakte varieert, kan een invloed hebben op de getijslag en daarmee op de hoog- en laagwaterstanden. De getijslag zal afnemen als de zijdelingse berging toeneemt (Van Rijn, 2010). Het intergetijdengebied zorgt er voor dat er meer water gestockeerd kan worden bij hoge waterstanden en dempt zo de getijslag in de meer opwaarts gelegen delen.

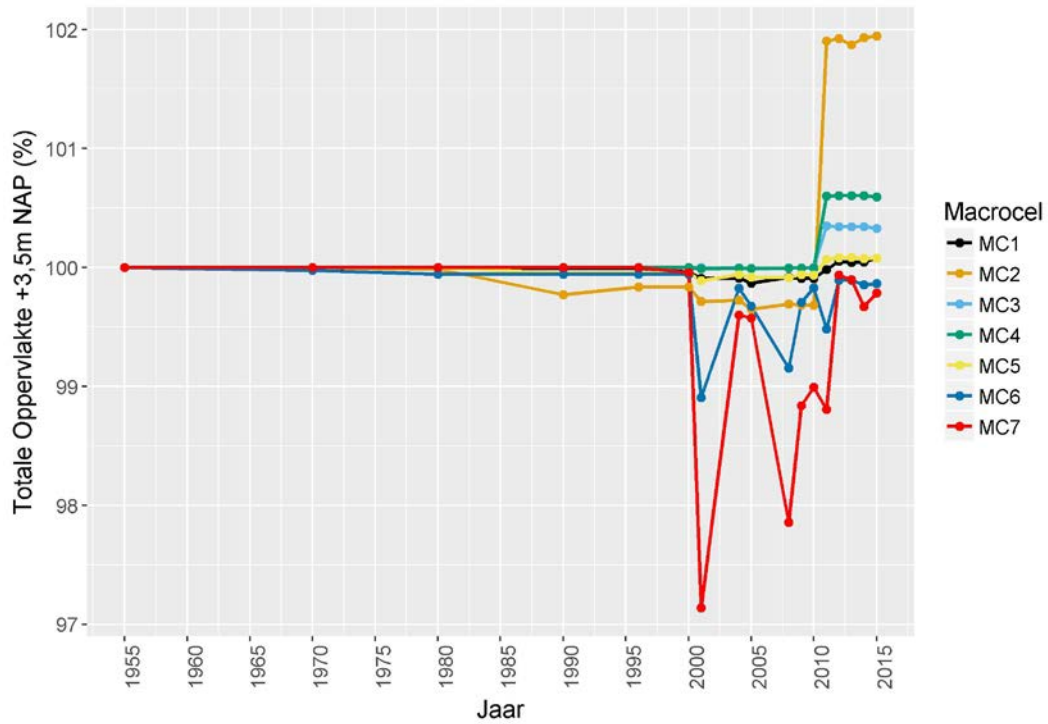
De evolutie van het wateroppervlak van de rivier (hier gedefinieerd als bij +3,5 m NAP) wordt gepresenteerd in Figuur 3-38. De absolute aantallen zijn terug te vinden in Bijlage A.9. Hierop is het volgende te zien:

- MC1: De lichte daling na 2000, gerapporteerd in T2009, is teniet gedaan. Tussen 2010 en 2012 is hier het areaal vergroot met 42 000 m<sup>2</sup>/jaar of 0,07% per jaar. Daarna is het areaal stabiel gebleven. Momenteel is het wateroppervlak van de rivier iets hoger dan origineel in 1955.

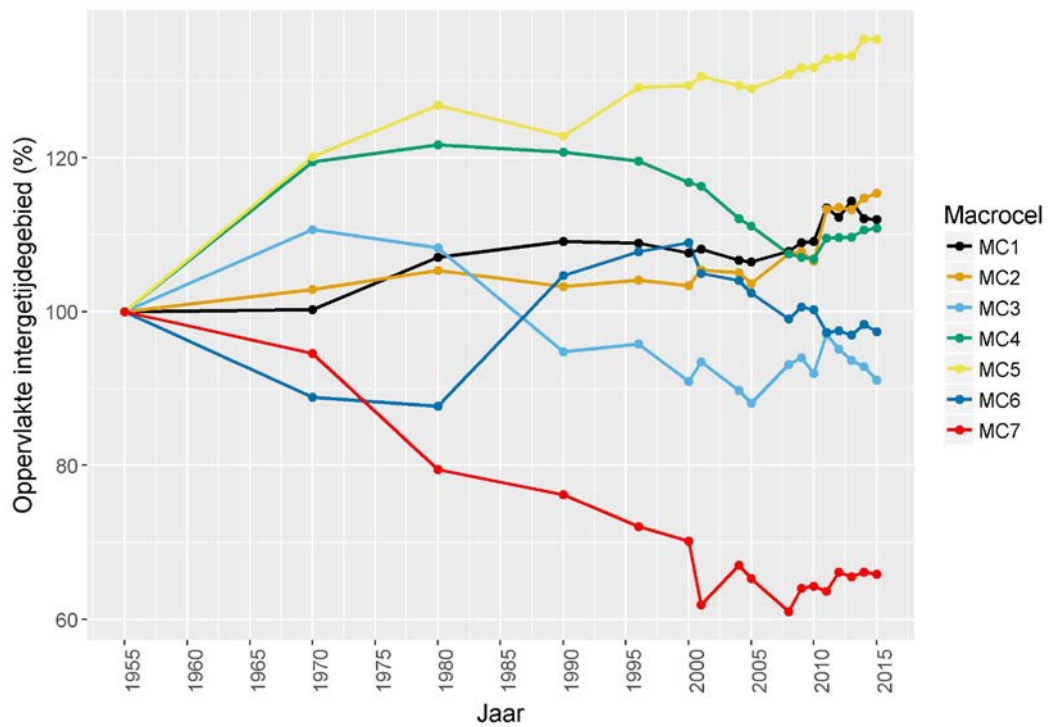
- MC2: Het areaal verkleinde hier al sinds 1981. Deze trend werd omgekeerd in 2010 met een stijging van 438 000 m<sup>2</sup> of 2,18% tussen 2010 en 2011.
- MC3 en MC4: de arealen bleven constant tot een stijging tussen 2010 en 2011 van respectievelijk 286 000 m<sup>2</sup> of 0,35% en 290 000 m<sup>2</sup> of 0,60%.
- MC5: heeft een gelijkaardige evolutie ondergaan als MC1. De uitbreiding van het areaal gebeurde hier weliswaar louter in 2011 met een stijging van 69 000 m<sup>2</sup> of 0,13%.
- MC6 en MC7: Hier schommelt het areaal al sinds 2001. Tussen 2011 en 2012 heeft zich hier een stijging voorgedaan van 44 000 m<sup>2</sup> of 0,41% in MC6 en 129 000 m<sup>2</sup> of 1,13% in MC7. Hierna hebben er zich nog lichte fluctuaties voorgedaan.

De evolutie van het intergetijdengebied (hier gedefinieerd tussen -2 m NAP en +3,5 m NAP) wordt gepresenteerd in Figuur 3-39. De absolute aantallen zijn terug te vinden in Bijlage A.9. De intergetijdengebieden zijn onderhevig aan snellere morfologische veranderingen, vandaar dat er enige jaar-op-jaar variatie waarneembaar is. Hieronder de evoluties per macrocel:

- MC1: De stijging van het areaal intergetijdengebied zette zich na 2009 verder met de grootste sprong van 469 000 m<sup>2</sup> of 3,83% tussen 2010 en 2011. Na 2011 bleef het areaal fluctueren (tot 2% per jaar) rond een gemiddelde waarde van 12,2 Mm<sup>2</sup>.
- MC2: een sprong van 519 000 m<sup>2</sup> of 5,93% tussen 2010 en 2011. Hierna steeg het areaal licht tot een grootte van 8,9 Mm<sup>2</sup> in 2015.
- MC3: een stijging van 839 000 m<sup>2</sup> of 5,22% tussen 2010 en 2011. Hierna kromp het intergetijdengebied jaar op jaar tot 15,1 Mm<sup>2</sup> in 2015.
- MC4: De daling die zich al sinds 1990 voordeed is een halt toe geroepen in 2010. Tussen 2010 en 2011 vergrootte het intergetijdengebied met 320 000 m<sup>2</sup> of 2,48%. Daarna vergrootte het areaal jaarlijks tot 13,0 Mm<sup>2</sup> in 2015.
- MC5: De stijgende trend zet zich ook na 2009 door. De grootste sprong van 346 000 m<sup>2</sup> of 1,63% deed zich voor tussen 2013 en 2014. In 2015 bedroeg het areaal 21,2 Mm<sup>2</sup>.
- MC6: Sinds 2001 krimpt het intergetijdengebied. Tussen 2008 en 2009 was er een lichte aangroei, maar deze werd teniet gedaan door een daling van -106 000 m<sup>2</sup> of -3,08% tussen 2010 en 2011. Na 2011 bleef het areaal fluctueren tot een waarde van 3,4 Mm<sup>2</sup> in 2015.
- MC7: Sinds 1955 daalt het areaal. Dit is een halt toe geroepen tussen 2008 en 2009, waar het areaal steeg met 121 000 m<sup>2</sup> of 4,72%. Een volgende stijging van 99 000 m<sup>2</sup> of 3,74% deed zich voor tussen 2011 en 2012, waarna het areaal relatief constant bleef tot een oppervlakte van 2,6 Mm<sup>2</sup> in 2015.



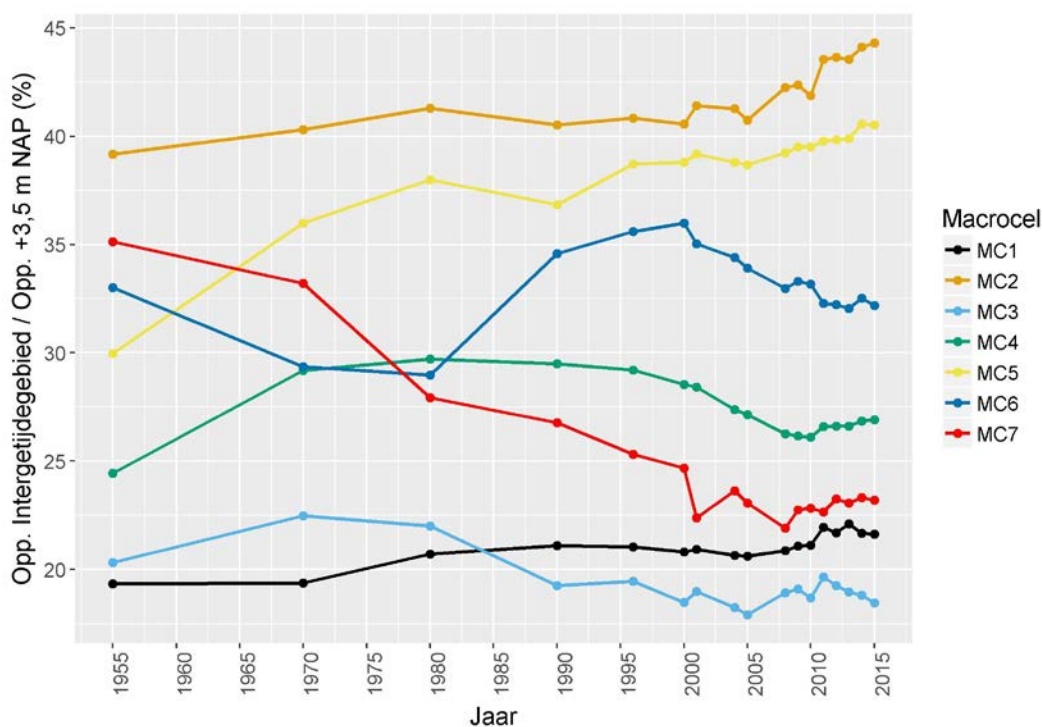
Figuur 3-38: Wijziging in wateroppervlak bij +3,5 m NAP op de Westerschelde, weergegeven per Macrocel. De waarden zijn relatief weergegeven ten op zichte van het oppervlak in 1955.



Figuur 3-39: Wijziging in oppervlakte van het intergetijdengebied (gedefinieerd tussen -2 m NAP en +3,5 m NAP) van de Westerschelde, weergegeven per Macrocel. De waarden zijn relatief weergegeven ten op zichte van het oppervlak in 1955.

Het relatieve aandeel van het areaal intergetijdengebied ten opzichte van het totale rivieroppervlak (hier gedefinieerd als wateroppervlak bij +3,5 m NAP) is terug te vinden in Figuur 3-40. De evolutie volgt de twee hierboven beschreven trends. Volgende punten zijn op te merken:

- MC1: Het relatieve aandeel van het areaal intergetijdengebied steeg van 19,3% in 1955 over 21,1% in 2009 tot 21,6% in 2015.
- MC2: Het relatieve aandeel van het areaal intergetijdengebied steeg van 39,2% in 1955 over 42,4% in 2009 tot 44,3% in 2015.
- MC3: Het relatieve aandeel van het areaal intergetijdengebied steeg van 20,3% in 1955 tot 22,5% in 1970, waarna er zich een daling inzette tot een minimum van 17,9% in 2005. Hierna steeg het aandeel opnieuw tot een maximum van 19,6% in 2011, waarna het opnieuw daalde tot 18,4% in 2015.
- MC4: Het relatieve aandeel van het areaal intergetijdengebied steeg van 24,4% in 1955 tot 29,7% in 1980, waarna er zich een daling inzette tot een minimum van 26,1% in 2010. Hierna steeg het aandeel opnieuw tot 26,9% in 2015.
- MC5: Het relatieve aandeel van het areaal intergetijdengebied steeg van 30,0% in 1955 over 39,5% in 2009 tot 40,5% in 2015.
- MC6: Het relatieve aandeel van het areaal intergetijdengebied daalde van 33,0% in 1955 tot 29,0% in 1980. Hierna steeg het aandeel opnieuw tot een maximum van 36,0% in 2000, waarna het opnieuw daalde tot 32,2% in 2015.
- MC7: Het relatieve aandeel van het areaal intergetijdengebied daalde van 35,1% in 1955 tot een minimum van 21,9% in 2008. Hierna steeg de relatieve verhouding gestaag tot 23,2% in 2015.

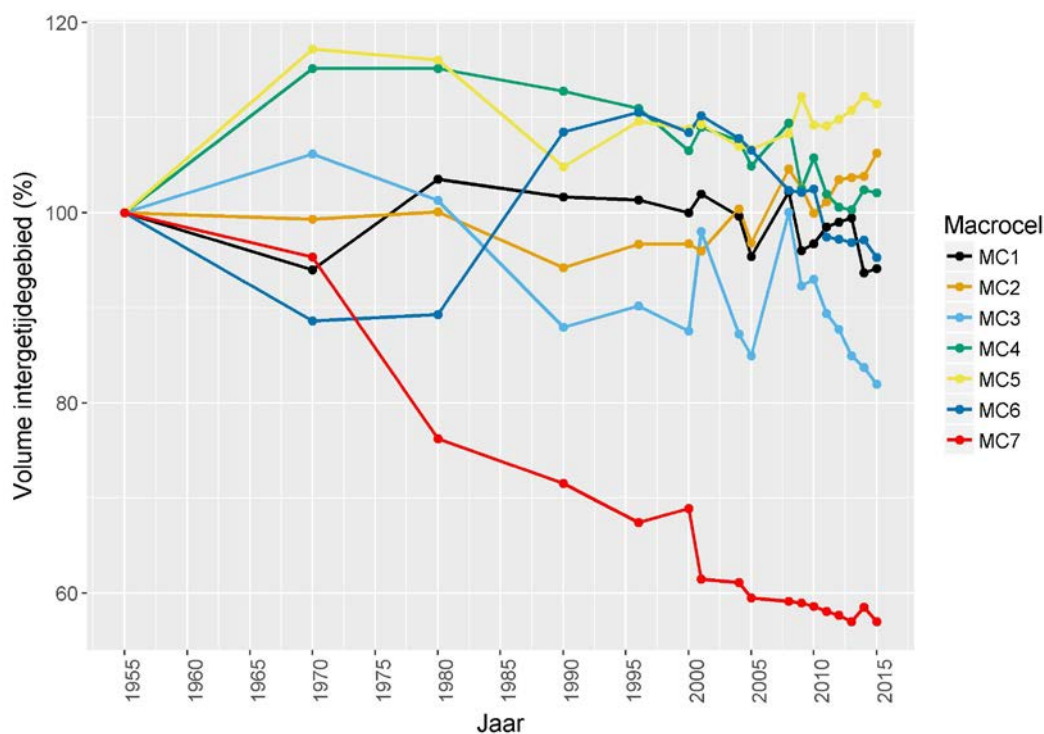


Figuur 3-40: Verhouding op de Westerschelde van het areaal intergetijdengebied (gedefinieerd tussen -2 m NAP en +3,5 m NAP) ten opzichte van het areaal bij +3,5 m NAP, weergegeven per Macrocel.



Ook al breidt het intergetijdengebied zich uit, toch kan het voorkomen dat door een ophoging van de droogvallende zones er minder water geborgen kan worden. Daarom wordt ook naar het watervolume tussen +3,5m en -2m NAP gekeken (Figuur 3-41). In het algemeen volgt het watervolume de evolutie van het areaal. Het is duidelijk dat er enige onzekerheid zit op de resultaten. Deze is afkomstig van het opstellen van het bodemgrid enerzijds en de berekening van de watervolumes anderzijds. Volgende punten zijn op te merken:

- MC1: Het watervolume daalde van 37,8 Mm<sup>3</sup> in 2008 tot 35,8 Mm<sup>3</sup> in 2009 waarna het steeg tot 36,8 Mm<sup>3</sup> in 2013. Hierna daalde het volume met -2,1 Mm<sup>3</sup> of 6,1% tussen 2013 en 2014. In 2015 bedraagt het watervolume 34,8 Mm<sup>3</sup>.
- MC2: Het watervolume daalde van 27,6 Mm<sup>3</sup> in 2008 tot 26,4 Mm<sup>3</sup> in 2010. Hierna steeg het watervolume gestaag tot 28,1 Mm<sup>3</sup> in 2015.
- MC3: Het watervolume op het intergetijdengebied kent hier een grillig verloop. Van een minimum van 54,6 Mm<sup>3</sup> in 2005 steeg het watervolume naar 64,3 Mm<sup>3</sup> in 2008. Hierna werd een inkrimping ingezet tot een minimum van 52,7 Mm<sup>3</sup> in 2015.
- MC4: Mits enige jaar-op-jaar variatie, is er sinds 1970 een dalende trend op te merken in het watervolume op het intergetijdengebied. In 2015 bedroeg het watervolume nog 48,6 Mm<sup>3</sup>.
- MC5: In 2009 bedroeg het watervolume nog 67,6 Mm<sup>3</sup>. Tussen 2009 en 2010 daalde het watervolume met -1,8 Mm<sup>3</sup> of 2,77%. Hierna steeg het watervolume gestaag tot 67,6 Mm<sup>3</sup> in 2014. In 2015 bedroeg het volume nog 67,1 Mm<sup>3</sup>.
- MC6: De dalende trend die al was ingezet tussen 1996 en 2000 wordt voortgezet. Tussen 2010 en 2011 doet er zich een grote sprong voor van -0,57 Mm<sup>3</sup> of -5,20%. In 2015 bedroeg het watervolume nog 10,8 Mm<sup>3</sup>.
- MC7: Ook hier wordt de dalende trend verder gezet. Tussen 2013 en 2014 is er nog een lichte uitbreiding van 209 000 m<sup>3</sup> of 2,63% op te merken, maar hierna daalt het volume opnieuw tot 7,8 Mm<sup>3</sup> in 2015.



Figuur 3-41: Wijziging in maximale watervolume dat geborgen kan worden in het intergetijdengebied (gedefinieerd tussen -2 m NAP en +3,5 m NAP) van de Westerschelde, weergegeven per Macrocel. De waarden zijn relatief weergegeven ten op zichte van de situatie in 1955.

### *Effect van de bathymetrie op de getijslag*

In het verticale vlak vormt de bodem de begrenzing. Wrijving met de bodem leidt tot een geleidelijke dissipatie van de getijenergie, waardoor de getijslag gaande in bovenstroomse richting als gevolg van de ruwheid afneemt. De bodemruwheid wordt bepaald door de korrelruwheid als gevolg van wrijving langs het oppervlak en door de vormruwheid als gevolg van uitgeoefende drukkrachten op de bodemvormen. Van Rijn (1993) geeft een aantal ruwheidsvoorspellers en concludeert dat de ruwheid van een estuarium geen intrinsieke eigenschap is, maar dat deze kan variëren als functie van de sedimenteigenschappen en de hydro- en morfodynamica. Voor een analyse van de sedimentologie wordt verwezen naar §4.4.3.

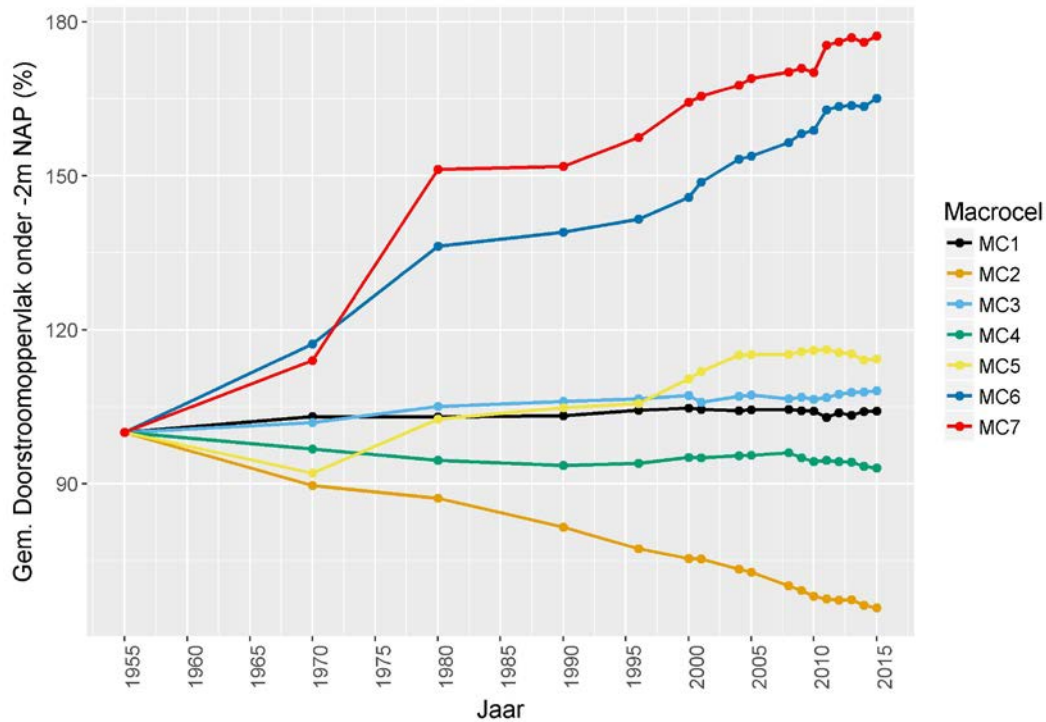
De invloed van waterdiepte op het getij werd bestudeerd in Van Rijn (2010). Uit deze studie bleek dat, tot een waterdiepte van 10 à 15m<sup>21</sup>, een toename van de waterdiepte leidt tot een toename van de amplificatie van de getijslag. Een versterking van de getijslag treedt op vanaf 7 à 9m waterdiepte omdat de wrijving van het sediment dan een veel kleinere invloed heeft dan in het geval van een ondiepe geul. Pas bij zeer grote waterdiepten is weer sprake van een afname van de amplificatie bij toenemende waterdiepte.

De evolutie het gemiddeld doorstroomoppervlak van de geulen (gedefinieerd onder -2 m NAP) wordt gepresenteerd in Figuur 3-42. Deze hangt nauw samen met de evolutie van de gemiddelde waterdiepte in de geulen die men in Figuur 3-43 kan vinden. De absolute aantallen zijn terug te vinden in Bijlage A.9. De gemiddelde waterdiepte werd berekend onder het referentiepeil -2m NAP. Hierna werd er 2m aan toegevoegd zodanig een waterdiepte ten opzichte van het referentiepeil 0 m NAP te bekomen. Deze methode komt overeen met §5.3.3 en is conform de evaluatiemethodiek (Maris *et al.*, 2014). Voor de gemiddelde waterdiepte in de geulen valt het volgende op te merken:

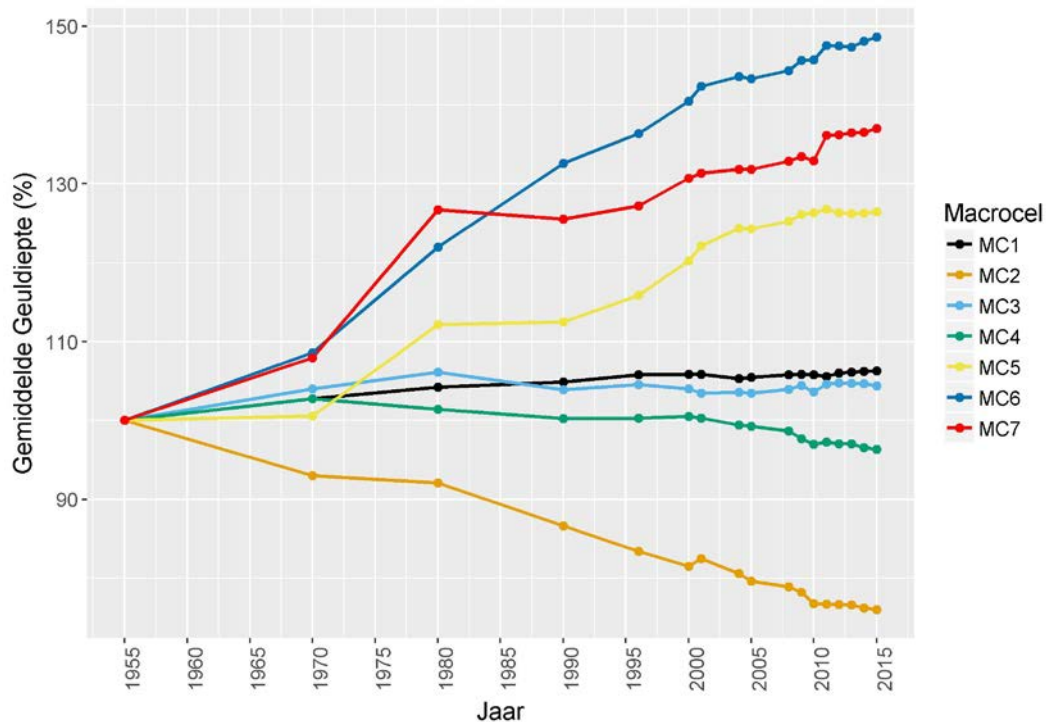
- MC1: De gemiddelde waterdiepte steeg van 16,4 m in 1955 over 17,3 m in 2009 tot 17,4 m in 2015.
- MC2: De gemiddelde waterdiepte daalde van 10,8 m in 1955 over 8,7 m in 2009 tot 8,2 m in 2015.
- MC3: De gemiddelde waterdiepte steeg van 12,3 m in 1955 tot 13,1 m in 1980. Hierna volgde een daling tot een minimum van 12,7 in 2005. Tussen 2010 en 2011 steeg de gemiddelde waterdiepte met 0,92% om daarna te fluctueren rond 12,9 m.
- MC4: De gemiddelde waterdiepte daalde van 13,4 m in 1970 over 12,9 m in 2008 tot 12,5 m in 2015.
- MC5: De gemiddelde waterdiepte steeg van 8,6 m in 1955 tot 10,9 m in 2011. Hierna stakte de verdieping. In 2015 bedraagt de gemiddelde waterdiepte hier tot 10,8 m.
- MC6: De gemiddelde waterdiepte steeg van 8,7 m in 1955 over 12,6 m in 2009 tot 12,9 m in 2015.
- MC7: De gemiddelde waterdiepte steeg van 7,7 m in 1955 over 10,3 m in 2009 tot 10,5 m in 2015. Tussen 2010 en 2011 was er een sprong van 0,25m of 2,4%.

---

<sup>21</sup> Indien de oppervlakte van het intergetijdengebied tussen 0% en 20% van het totale rivieroppervlak bedraagt.



Figuur 3-42: Wijziging in gemiddeld doorstroomoppervlak van de geulen (onder -2m NAP) op de Westerschelde, weergegeven per macrocel. De waarden zijn relatief weergegeven ten op zichte van de situatie in 1955.



Figuur 3-43: Wijziging in gemiddelde waterdiepte in de geulen van iedere macrocel op de Westerschelde. De waarden zijn relatief weergegeven ten op zichte van de situatie in 1955. De gemiddelde waterdiepte werd berekend onder het referentiepeil -2m NAP. Hierna werd er 2m aan toegevoegd zodanig een waterdiepte ten opzichte van het referentiepeil 0 m NAP te bekomen. Deze methode is overgenomen van §5.3.3, conform de evaluatiemethodiek (Maris et al., 2014).

## Geometrische evolutie op de Zeeschelde

Het referentieniveau van 0 m TAW wordt aangehouden (conform Depreiter *et al.* 2014).

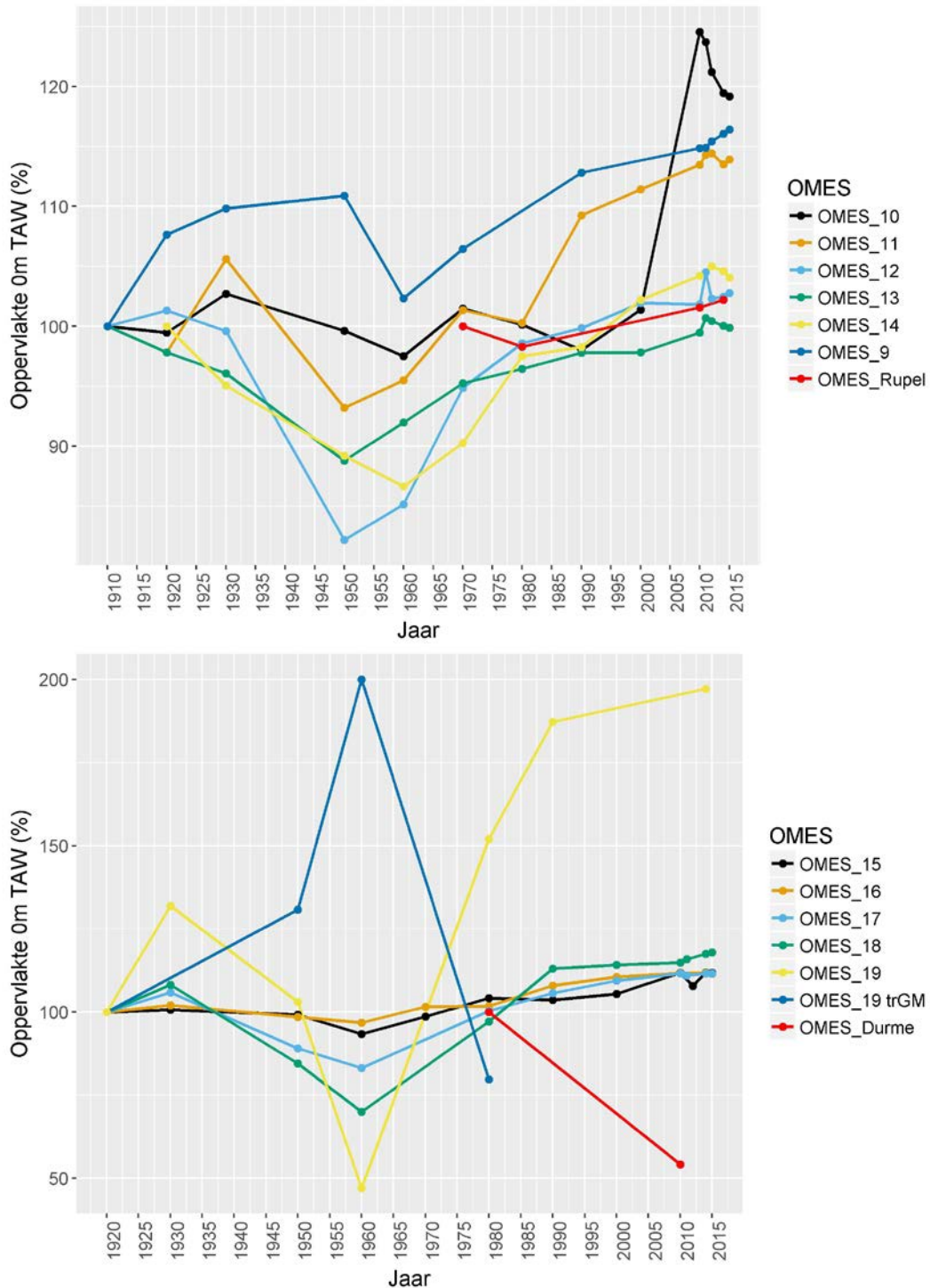
Volgende algemene opmerkingen:

- OMES 19 trGM: De tijarm Gentbrugge-Melle is zeer ondiep. Een kleine wijziging in volume onder 0m TAW zal al een grote relatieve verandering te weeg brengen. Om deze reden is het jaar 1930 uit de verschilplots gehaald. De absolute waarden voor 1930 zijn wel terug te vinden in Bijlage A.10. Na 1980 is deze arm niet meer gepeild geweest.
- OMES Durme: De Durme is enkel in 1980 en 2010 voor een aanzienlijke lengte gepeild. In 1980 heeft men verder stroomopwaarts gemeten dan in 2010. Toch heeft dit geen invloed op berekende resultaten aangezien het opwaarts gepeilde deel zich boven 0m TAW bevindt.

De evolutie van het wateroppervlak van de rivier (hier gedefinieerd als bij 0 m TAW) is terug te vinden in Figuur 3-44. De waarden zijn relatief weergegeven ten opzichte van de oudste peiling. De absolute aantallen zijn terug te vinden in Bijlage A.10. Hierop is het volgende te zien:

- OMES 9: Al sinds 1960 breidt het rivieroppervlak bij 0m TAW uit. Deze stijging zet zich voort tot een oppervlak van 7,67 Mm<sup>2</sup> in 2015. Tussen 2010 en 2015 steeg het areaal met 235 000 m<sup>2</sup> of 3,11% van het areaal in 2010.
- OMES 10: De sterke uitbreiding van het areaal tussen 2000 en 2010 is antropogeen van aard en geeft een vertekend beeld. In 2005 werd het Deurganckdok namelijk geopend als getijdendok. Sinds 2010 krimpt het areaal gestaag tot 5,59 Mm<sup>2</sup> in 2015.
- OMES 11: Ook hier is de uitbreiding tussen 1980 en 1990 antropogeen van aard aangezien vanaf 1990 ook de toegangseuvel tot Kallosluis en de Boudewijnsluis gepeild werd. De stijging die zich na 1990 voordeed zet zich verder tot een maximum areaal van 6,28 Mm<sup>2</sup> in 2012. Tussen 2012 en 2014 viel het areaal terug met -50 000 m<sup>2</sup> of -0,80 % om daarna weer te stijgen tot 6,25 Mm<sup>2</sup> in 2015.
- OMES 12: Vanaf 1990 wordt de Royerssluis mee opgemeten, maar dit heeft geen aanzienlijke impact op de resultaten. Sinds een minimum in 1950, steeg het areaal tot 2,45 Mm<sup>2</sup> in 2015. In 2011 piekte het areaal tot 2,49 Mm<sup>2</sup>.
- OMES 13: Sinds een minimum in 1950, steeg het areaal gestaag tot 3,73 Mm<sup>2</sup> in 2010. Tussen 2010 en 2011 steeg het areaal met 45 000 m<sup>2</sup> of 0,72 % om daarna gestaag te dalen tot 3,74 Mm<sup>2</sup> in 2015.
- OMES 14: Het areaal steeg hier vanaf een minimum in 1960 tot 2,79 Mm<sup>2</sup> in 2010. Tussen 2010 en 2012 steeg het areaal met 22 000 m<sup>2</sup> of 0,77 % om daarna gestaag te dalen tot 2,79 Mm<sup>2</sup> in 2015.
- OMES 15: Tussen 2000 en 2010 vergrootte het areaal met 0,1 Mm<sup>2</sup> of 6,05 %. Tussen 2010 en 2012 was er een terugval tot 1,72 Mm<sup>2</sup>. In 2015 bedroeg het areaal 1,78 Mm<sup>2</sup>.
- OMES 16: De uitbreiding van het areaal zwakte af in 2010, toen het areaal 884 000 m<sup>2</sup> bedroeg. In 2015 bedroeg het 883 000 m<sup>2</sup>.
- OMES 17: Ook hier bereikte het areaal een plateau in 2010. In 2015 bedroeg het areaal 699 000 m<sup>2</sup>.
- OMES 18: Vanaf 2010, toen het oppervlak 406 000 m<sup>2</sup> bedroeg, versnelde de uitbreiding van het areaal tot in 2015 een nieuw maximum bereikt wordt van 417 000 m<sup>2</sup>.
- OMES 19: Tussen 1990 en 2014 is OMES 19 niet gepeild. In 2010 bedroeg het areaal 306 000 m<sup>2</sup>. In 2014 bedroeg het 323 000 m<sup>2</sup>.
- OMES 19 trGM: Dit segment is niet meer gepeild sinds 1980, toen het areaal nog maar 8 500 m<sup>2</sup> bedroeg.
- OMES Rupel: De Rupel is maar vier maal volledig opgemeten. Van een minimum in 1980, steeg het areaal tot 1,51 Mm<sup>2</sup> in 2015. Tussen 2010 en 2015 vergrootte het oppervlak met 9 000 m<sup>2</sup> of 0,62 %.

- OMES Durme: De Durme is twee maal voor een groot deel gepeild. In 1980 bedroeg het areaal onder 0 m TAW nog 123 000 m<sup>2</sup>. Dit was in 2010 gehalveerd tot 67 000 m<sup>2</sup>.

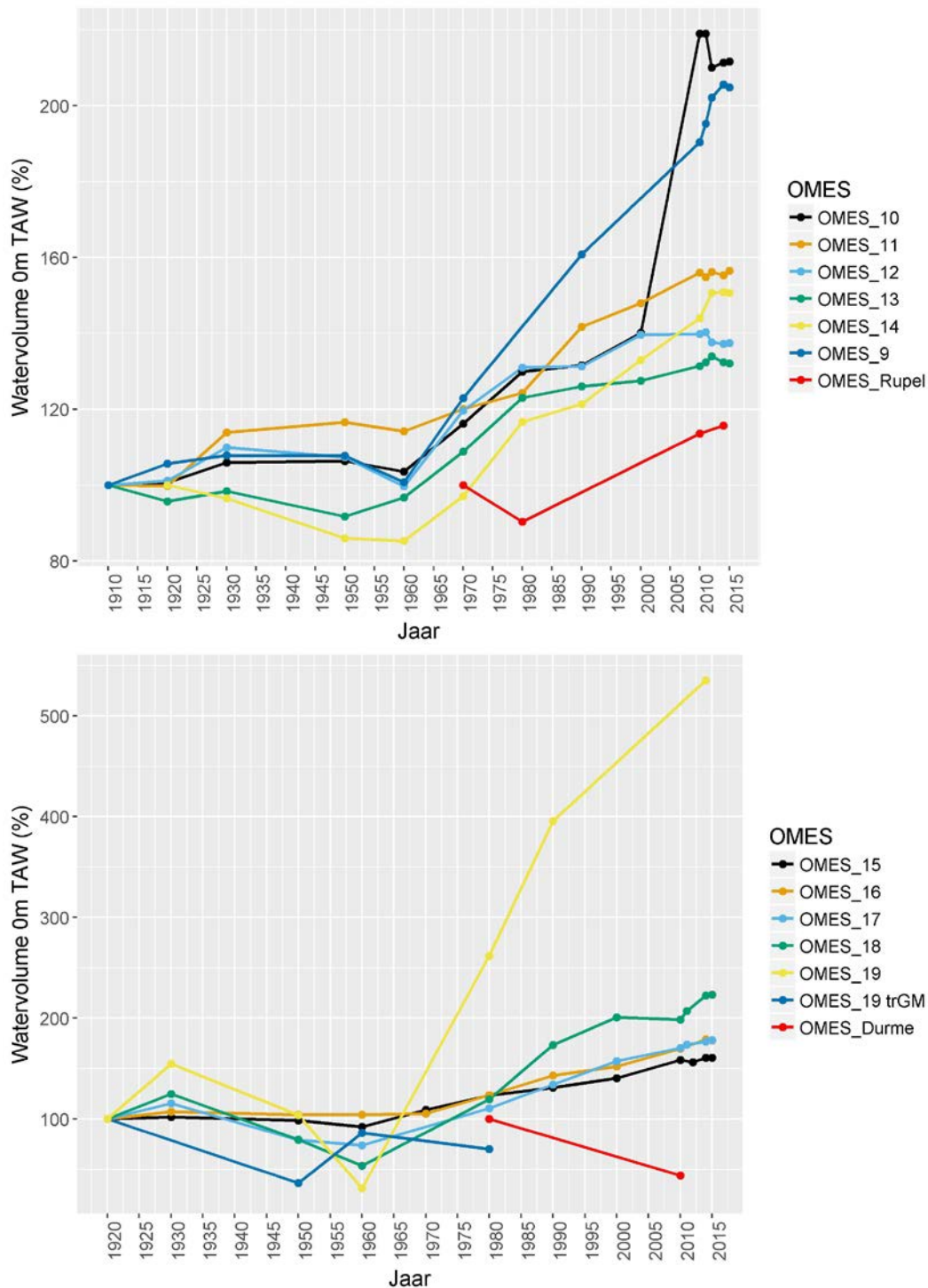


Figuur 3-44: Wijziging in wateroppervlak bij 0 m TAW op de Zeeschelde, weergegeven per OMES-segment. De waarden zijn relatief weergegeven ten opzichte van de oudste peiling.

De evolutie van het watervolume van de rivier (hier gedefinieerd als bij 0 m TAW) is terug te vinden in Figuur 3-45. De waarden zijn relatief weergegeven ten opzichte van de oudste peiling. De absolute aantallen zijn terug te vinden in Bijlage A.10.

Hierop is het volgende te zien:

- OMES 9: Al sinds 1960 breidt het watervolume bij 0m TAW uit. Deze stijging zet zich voort tot een volume van 75,95 Mm<sup>3</sup> in 2015. Tussen 2010 en 2015 steeg het volume met 5,34 Mm<sup>3</sup> of 7,57 % van het volume in 2010.
- OMES 10: De sterke uitbreiding tussen 2000 en 2010 is antropogeen van aard en geeft een vertekend beeld. In 2010 bedroeg het volume 67,27 Mm<sup>3</sup>. Tussen 2011 en 2012 daalde het volume met -2,75 Mm<sup>3</sup> of -4,08 %. In 2015 bedroeg het volume nog 65,02 Mm<sup>3</sup>.
- OMES 11: Ook hier is de uitbreiding tussen 1980 en 1990 antropogeen van aard. De stijging die zich na 1990 voordeed zet zich verder tot een plateau bereikt wordt in 2010. In 2015 bedroeg het volume 56,91 Mm<sup>3</sup>.
- OMES 12: Tussen 2000 en 2010 wijzigde het watervolume nauwelijks. In 2011 wordt een maximum bereikt van 23,91 Mm<sup>3</sup> om daarna terug te vallen tot 23,46 Mm<sup>3</sup> in 2012. In 2015 bedroeg het volume 23,43 Mm<sup>3</sup>.
- OMES 13: Sinds 1950 steeg het volume tot een maximum van 30,60 Mm<sup>3</sup> in 2012. Hierna daalde het volume tot 30,17 Mm<sup>3</sup> in 2015.
- OMES 14: De uitbreiding die aan de gang is sinds 1960, bereikt een plateau in 2012 na een laatste sprong van 0,67 Mm<sup>3</sup> of 4,62 % tussen 2010 en 2012. In 2015 bedroeg het volume 15,26 Mm<sup>3</sup>.
- OMES 15: Tussen 2000 en 2010 vergrootte het volume met 0,82 Mm<sup>3</sup> of 12,90 % van het areaal in 2000. Tussen 2010 en 2012 was er een terugval tot 7,53 Mm<sup>3</sup>. In 2015 bedroeg het volume 7,26 Mm<sup>3</sup>.
- OMES 16: De uitbreiding van het volume zet zich ook na 2010 voort. In 2015 bedroeg het volume 3,75 Mm<sup>3</sup>. Het volume steeg met 0,17 Mm<sup>3</sup> of 4,86 % sinds 2010.
- OMES 17: De uitbreiding van het volume zet zich ook na 2010 voort. In 2015 bedroeg het volume 1,85Mm<sup>3</sup>. Het volume steeg met 0,08 Mm<sup>3</sup> of 4,58 % sinds 2010.
- OMES 18: Vanaf 2010, toen het oppervlak 406 000 m<sup>2</sup> bedroeg, steeg het volume tot in 2015 een nieuw maximum bereikt wordt van 904 000 m<sup>2</sup>.
- OMES 19: Tussen 1990 en 2014 is OMES 19 niet gepeild. In 2010 bedroeg het volume 130 000 m<sup>3</sup>. In 2014 bedroeg het 136 000 m<sup>3</sup>.
- OMES 19 trGM: Dit segment is niet meer gepeild sinds 1980, toen het watervolume beneden 0 m TAW nog maar 5 000 m<sup>3</sup> bedroeg.
- OMES Rupel: De Rupel is maar vier maal volledig opgemeten. Van een minimum in 1980, steeg het areaal tot 5,14 Mm<sup>3</sup> in 2015. Tussen 2010 en 2015 vergrootte het oppervlak met 95 000 m<sup>3</sup> of 1,88 %.
- OMES Durme: De Durme is twee maal voor een groot deel gepeild. In 1980 bedroeg het volume onder 0 m TAW nog 176 000 m<sup>3</sup>. Dit was in 2010 gehalveerd tot 77 000 m<sup>3</sup>.



Figuur 3-45: Wijziging in watervolume bij 0 m TAW op de Zeeschelde, weergegeven per OMES-segment. De waarden zijn relatief weergegeven ten opzichte van de oudste peiling.

De evolutie van de gemiddelde geuldiepte (hier gedefinieerd als onder 0 m TAW) is terug te vinden in Figuur 3-46. De waarden zijn relatief weergegeven ten opzichte van de oudste peiling. De absolute aantallen zijn terug te vinden in Bijlage A.10. Hierop is het volgende te zien:

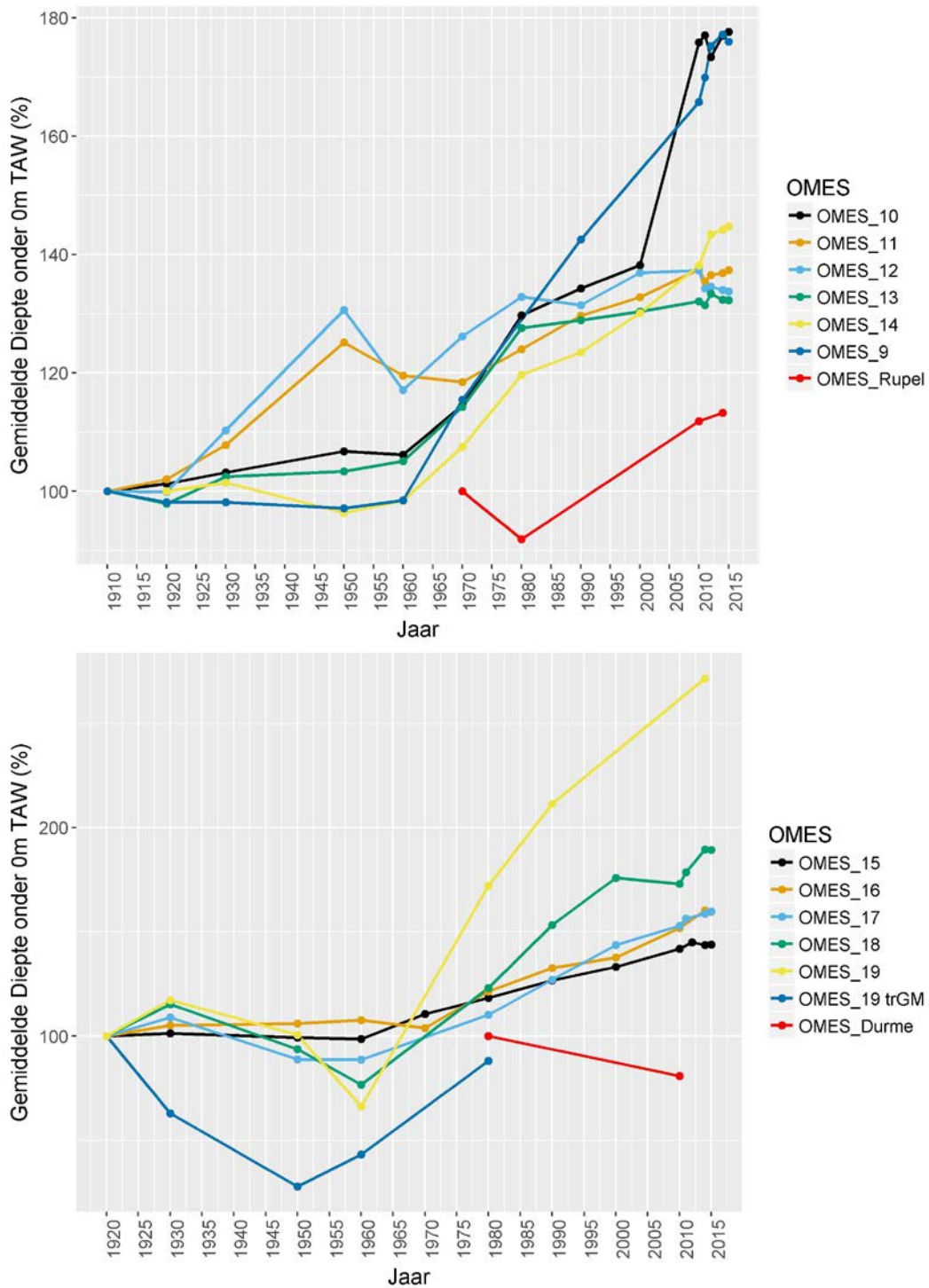
- OMES 9: De gemiddelde geuldiepte steeg sterk tussen 2010 en 2012 om een maximum van 9,97 m TAW te bereiken in 2014. Hierna daalde de diepte licht tot 9,90 m TAW in 2015.
- OMES 10: De sterke verdieping tussen 2000 en 2010 is artificieel door het inmeten van het Deurgangdok waardoor de gemiddelde waterdiepte toenam.



Hierna steeg de gemiddelde waterdiepte licht tot 11,63 m TAW in 2015. In 2012 bevindt er zich wel een uitbijter van 11,35 m TAW.

- OMES 11: In 2010 wordt een maximum bereikt van 9,11 m TAW. Tussen 2010 en 2011 daalde de gemiddelde waterdiepte met -0,14 m of -1,49 % om daarna terug te stijgen tot 9,10 m TAW in 2015.
- OMES 12: In 2010 werd een maximum bereikt van 9,82 m TAW. Tussen 2010 en 2011 daalde de gemiddelde waterdiepte met -0,21 m of -2,22 %. In 2015 bedroeg de gemiddelde waterdiepte 9,56 m TAW.
- OMES 13: Tussen 2010 en 2015 bleef de gemiddelde waterdiepte relatief constant. In 2015 bedroeg deze 8,06 m TAW.
- OMES 14: Dit segment verdiept al sinds 1950. Tussen 2010 en 2012 steeg de gemiddelde waterdiepte met 0,20 m of 3,82 %. In 2015 werd een nieuw maximum bereikt van 5,47 m TAW.
- OMES 15: Tussen 2000 en 2010 verdiepte dit segment met 0,24 m of 6,45 %. Hierna bleef de gemiddelde diepte relatief constant. In 2015 bedroeg deze 4,08 m TAW.
- OMES 16: De verdieping zet zich ook na 2010 voort. In 2015 bedroeg dit 4,25 m TAW. De gemiddelde waterdiepte steeg met 0,21 m of 5,10 % sinds 2010.
- OMES 17: De verdieping zet zich ook na 2010 voort. In 2015 bedroeg dit 2,65 TAW. De gemiddelde waterdiepte steeg met 0,12 m of 4,56 % sinds 2010.
- OMES 18: Vanaf 2010, toen de gemiddelde waterdiepte 1,98 m TAW bedroeg, verdiepte dit segment tot 2,17 m TAW in 2015.
- OMES 19: Tussen 1990 en 2014 is OMES 19 niet gepeild. In 2010 bedroeg de gemiddelde waterdiepte 1,26 m TAW. In 2014 bedroeg het 1,61 m TAW.
- OMES 19 trGM: Dit segment is niet meer gepeild sinds 1980 toen de gemiddelde waterdiepte amper 0,60 m TAW bedroeg.
- OMES Rupel: De Rupel is maar vier maal volledig opgemeten. Van een minimum in 1980, steeg de gemiddelde waterdiepte tot 3,41 m TAW in 2015. Het verschil tussen 2010 en 2015 bedraagt 0,04 m of 1,26 %.
- OMES Durme: De Durme is twee maal voor een groot deel gepeild. In 1980 bedroeg de gemiddelde waterdiepte 1,43 m TAW. In 2010 bedroeg dit 1,15 m TAW.





Figuur 3-46: Wijziging in de gemiddelde geuldiepte (hier gedefinieerd als onder 0 m TAW) van de Zeeschelde, weergegeven per OMES-segment. De waarden zijn relatief weergegeven ten opzichte van de oudste peiling.

## 3.5 Conclusies

De T2009 trends zijn het referentiepunt voor de evaluatie van de toets- en rekenparameters in de piramide horende bij de communicatie-indicator dynamiek waterbeweging.

### Hoogwater

In T2009 werden stijgende trends in de rekenparameter jaargemiddeld hoogwater en 99<sup>e</sup> percentiel hoogwater gevonden. Uit de analyse van de meetreeksen aangevuld met gegevens tussen 2010 en 2015 volgt dat de trend in de rekenparameter jaargemiddeld hoogwater nog steeds stijgend is. De ontwikkeling ten opzichte van T2009 is neutraal voor de stations met de langste meetreeksen. Wel vlakken de stijgende trends licht af.

Voor het 99<sup>e</sup> percentiel hoogwater wordt met de aangevulde meetreeksen voor bijna geen enkel station een significante trend gevonden. Ook liggen de data tussen 2010 en 2015 voor de meeste stations stroomopwaarts vanaf Bath onder de predictie-intervallen van de T2009 regressiemodellen. Dit betekent dat voor die stations de ontwikkeling ten opzichte van T2009 positief is.

Een eerste aanbeveling is om in de Evaluatiemethodiek duidelijk aan te geven dat verklarende parameters zoals de afvoer en de windopzet aan de regressie-analyse dienen te worden toegevoegd in de gebieden waar deze relevant zijn voor de variatie in het hoogwater.

Een tweede aanbeveling is om in de Evaluatiemethodiek het gebruik van de scheve opzet als meteorologische indicator voor te schrijven, aangezien deze meer correleert aan de wind dan de rechte opzet.

### Golven

Voor de toetsparameter Golven werd in T2009 over het algemeen geen significante trend in de golfhoogte gevonden. De evaluatie van de rekenparameter jaargemiddelde significante golfhoogte vindt plaats op basis van vergelijking van de waarden met predictie-intervallen van het T2009 regressiemodel. Alleen voor station Bath werd in T2009 een significante trend gevonden in deze rekenparameter. De waarden in de jaren 2011 tot en met 2015 liggen boven de bovengrens van de predictie-intervallen. Deze verhoging voor station Bath betekent volgens de evaluatiemethodiek een negatieve ontwikkeling ten opzichte van T2009. Echter, de meest aannemelijke verklaring voor deze ontwikkeling is de vervanging van dit station in 2011.

In de evaluatiemethodiek is de rekenparameter jaarlijks cumulatieve verdeling van de significante golfhoogte expliciet toegevoegd aan de piramide. De referentie voor de vergelijking zijn de uiterste grenzen van deze verdelingen tot en met het jaar 2009 (startjaar 1996 of 2000). Uit de analyse volgt dat de cumulatieve verdelingen voor de jaren 2010-2015 voor enkele golfmeetstations buiten (onder of boven) de uiterste grenzen vallen. Dit heeft voornamelijk te maken met het beperkt aantal gegevens waarop de uiterste grenzen zijn gebaseerd. Bovenstaande leidt tot verschillende oordelen voor de verschillende stations: negatief en positief ten opzichte van T2009.

In sommige gevallen liggen waarden aan beide kanten van de uiterste grenzen. Uit de evaluatiemethodiek volgt dan geen oordeel meer. Aanbeveling is om in het vervolg de uiterste grenzen te baseren op de data tot en met het jaar 2015.

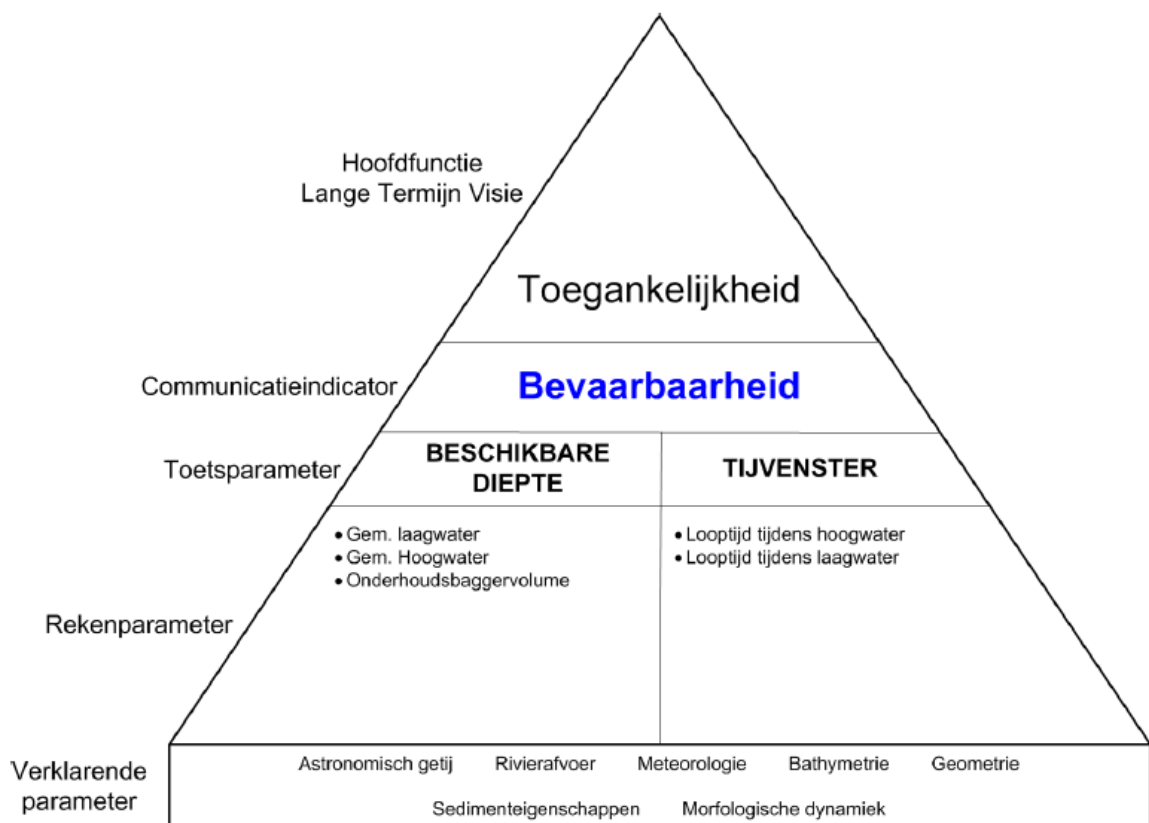
## 4 Bevaarbaarheid

### 4.1 Inleiding

De communicatie-indicator Bevaarbaarheid heeft als doel de waterbeweging in relatie tot de hoofdfunctie 'Toegankelijkheid' in beeld te brengen. De systeemp parameters die de bevaarbaarheid mogelijk kunnen beïnvloeden zijn de beschikbare diepte en de looptijd van het getij; dit zijn dan ook de twee toetsparameters binnen deze communicatie-indicator.

- De toetsparameter Beschikbare Diepte is gedefinieerd als de minimale waterdiepte in de vaargeul. Veranderingen in waterdiepte worden veroorzaakt door veranderingen in hoog- en laagwaterstanden, en door baggeractiviteiten.
- De toetsparameter Tijdenster beschrijft de tijd die de getijgolf nodig heeft om het estuarium in te dringen, en houdt dus verband met de snelheid van de getijgolf in het estuarium. Een afname van de looptijd van het hoog- en laagwater ten opzichte van de historische trend wordt als een ongunstige ontwikkeling gezien.

De verschillende onderdelen van de communicatie-indicator Bevaarbaarheid zijn in Figuur 4-1 geïllustreerd. In dit hoofdstuk zijn de twee toetsparameters uitgewerkt: Beschikbare diepte (§4.2) en Tijdenster (§4.3). Voor beide toetsparameters zijn rekenparameters gedefinieerd waarvoor de trendontwikkeling wordt bepaald via statistische analyses. In de evaluatiemethodiek staat of een toe- of afname van een trend vanuit het systeem gezien een positieve of negatieve ontwikkeling is. De referentie voor een toe- of afname van de trend is de trend bepaald in T2009. In dit hoofdstuk worden de trends daarom vergeleken met de T2009 trends.



Figuur 4-1: Visuele weergave van de communicatie-indicator Bevaarbaarheid, met de onderliggende toets-, reken- en verklarende parameters.

Daarnaast is een aantal verklarende parameters uitgewerkt (§4.4). Deze dragen bij tot het begrijpen van de waargenomen ontwikkelingen en geven een onderliggende systeemverklaring. Voor de verklaring van de veranderingen in de waterbeweging in het estuarium zal rekening worden gehouden met de hydraulische randvoorwaarden en morfologische veranderingen in het estuarium.

## 4.2 Toetsparameter Beschikbare diepte

De T2009-rapportage beschrijft de trend in de rekenparameters “jaargemiddeld hoogwater”, “jaargemiddeld laagwater” en “onderhoudsbyggervolume” tot en met het jaar 2009. Het jaargemiddelde hoogwater en het jaargemiddelde laagwater kennen een stijgende trend. Voor het onderhoudsbyggervolume is het beeld in T2009 wisselend. In de Westerschelde is een afname van de byggervolumes van zand waargenomen, terwijl de byggervolumes voor slib zijn toegenomen. Voor de Zeeschelde nemen de byggervolumes zand (sinds 2002) en slib (sinds 1990) toe.

### 4.2.1 Rekenparameter jaargemiddeld hoogwater

Deze rekenparameter is in paragraaf 3.2.1 behandeld.

### 4.2.2 Rekenparameter jaargemiddeld laagwater

#### Definitie

Het jaargemiddeld laagwater is bepaald als het rekenkundig gemiddelde van de getijlaagwaterstanden over de periode van een kalenderjaar. De rekenparameter jaargemiddeld laagwater vormt net zoals de rekenparameter jaargemiddeld hoogwater een maat voor de evaluatie van de toestand van het systeem in relatie tot de getijontwikkeling.

#### Data

De gebruikte gegevens zijn beschreven in paragraaf 3.2.1. De analyses zijn voor dezelfde stations uitgevoerd. De startjaren van de reeksen laagwaterstanden verschillen in een enkel geval van de startjaren van de reeksen hoogwaterstanden.

#### Analyse

De analyse gebeurt op nagenoeg dezelfde wijze als de analyse van het jaargemiddeld hoogwater in paragraaf 3.2.1. Het regressiemodel luidt:

$$LW(t) = b_{LW} + m_{LW}t + C \cos(2\pi ft - \phi) + \epsilon_{LW}(t) \quad (4-1)$$

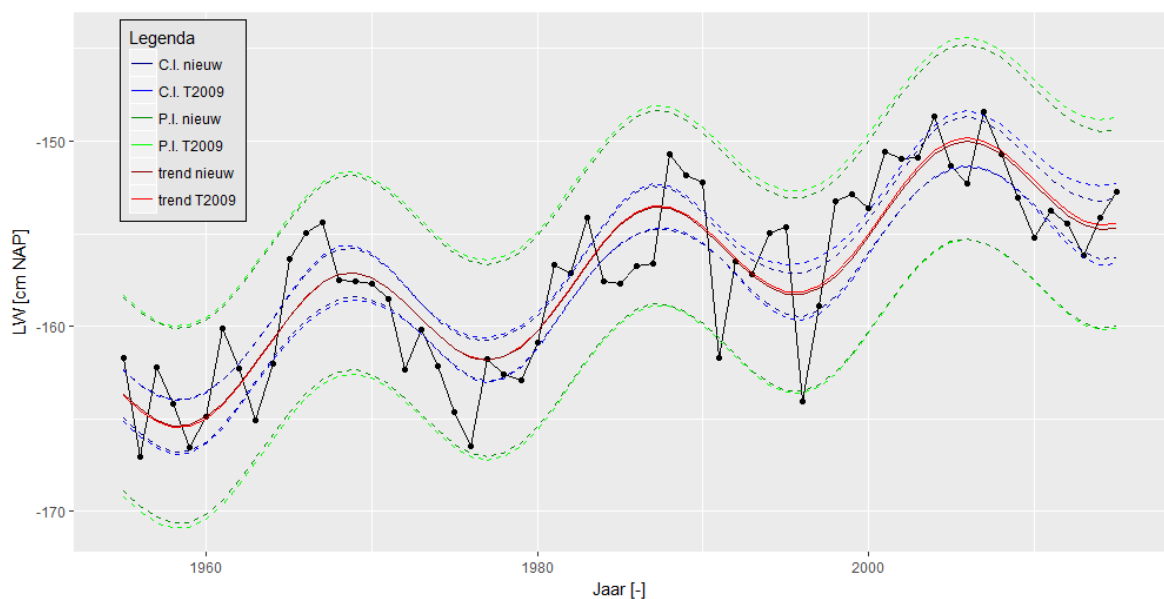
De T2009-rapportage spreekt van een faseverschuiving van  $\phi = -84,2208$  van het nodale getij met betrekking tot het laagwater. Dit is onjuist. Voor de correcte reproductie van de T2009 resultaten is de dezelfde faseverschuiving als voor het hoogwater toegepast:  $\phi = 95,7792$ .

De analyse van deze rekenparameter is op dezelfde wijze uitgevoerd en beschreven als de parameters Jaargemiddeld hoogwater en het 99<sup>e</sup> percentiel hoogwater. Hieronder volgt voor de verschillende deelgebieden een beschrijving van de trendanalyses op de jaargemiddelde laagwaterstanden. Grafieken van de data en resultaten van de analyses staan in Bijlage B.1.

### Buiten het estuarium en aan de monding

Voor de meetstations Vlakte van de Raan en Europlatform zijn de reeksen te kort (minder dan twee cycli van 18,6 jaar) om een (significante) trend te bepalen. De jaargemiddelde laagwaterstanden bij Cadzand en Westkapelle, aan de monding, vertonen duidelijk een 18,6-jarige cyclus en een lineair stijgende trend.

Figuur 4-2 toont voor meetstation Westkapelle de jaargemiddelde laagwaterstanden en het geschatte regressiemodel. Het valt op dat de variatie in de waarden sinds eind vorige eeuw wat kleiner is dan in de jaren ervoor (dit is ook goed te zien aan de residuen, zie Figuur B-4 in Bijlage B.1). De trend is ongeveer 19 cm/eeuw tegenover 20 cm/eeuw in T2009. Bij Cadzand is de trend 11 cm/eeuw tegenover 12 cm/eeuw in T2009. De stijgende trends veranderen dus nauwelijks. De data 2010-2015 van beide stations liggen binnen de 95%-predictie-intervallen van T2009.

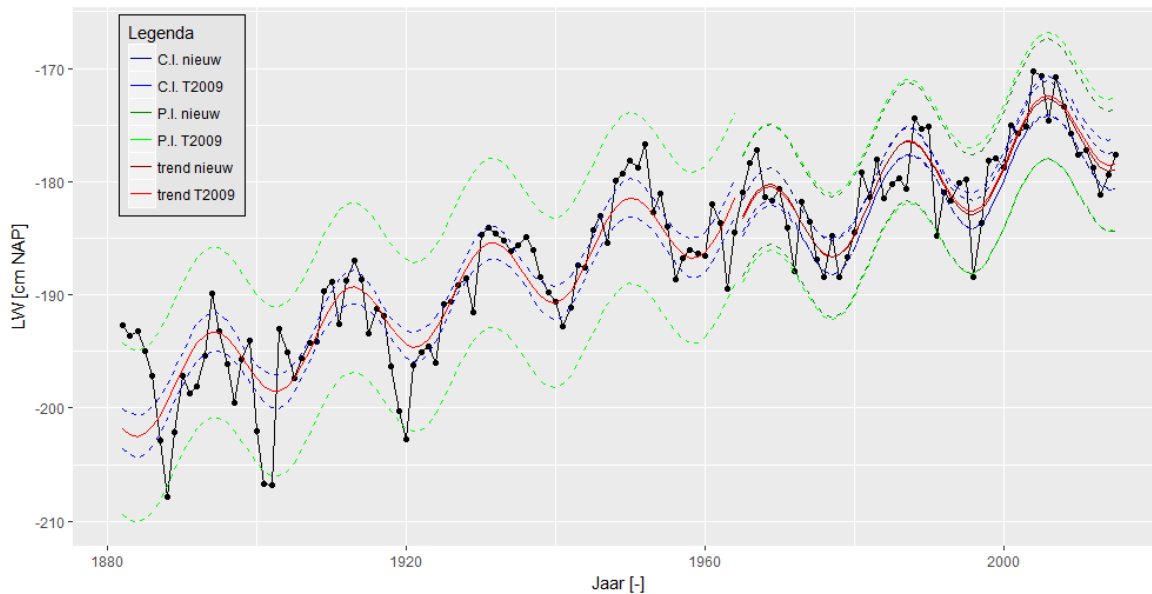


Figuur 4-2: Resultaten trendanalyse jaargemiddelde laagwaterstanden Westkapelle met de trends tot en met 2009 en 2015 voor de periode 1955-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen.

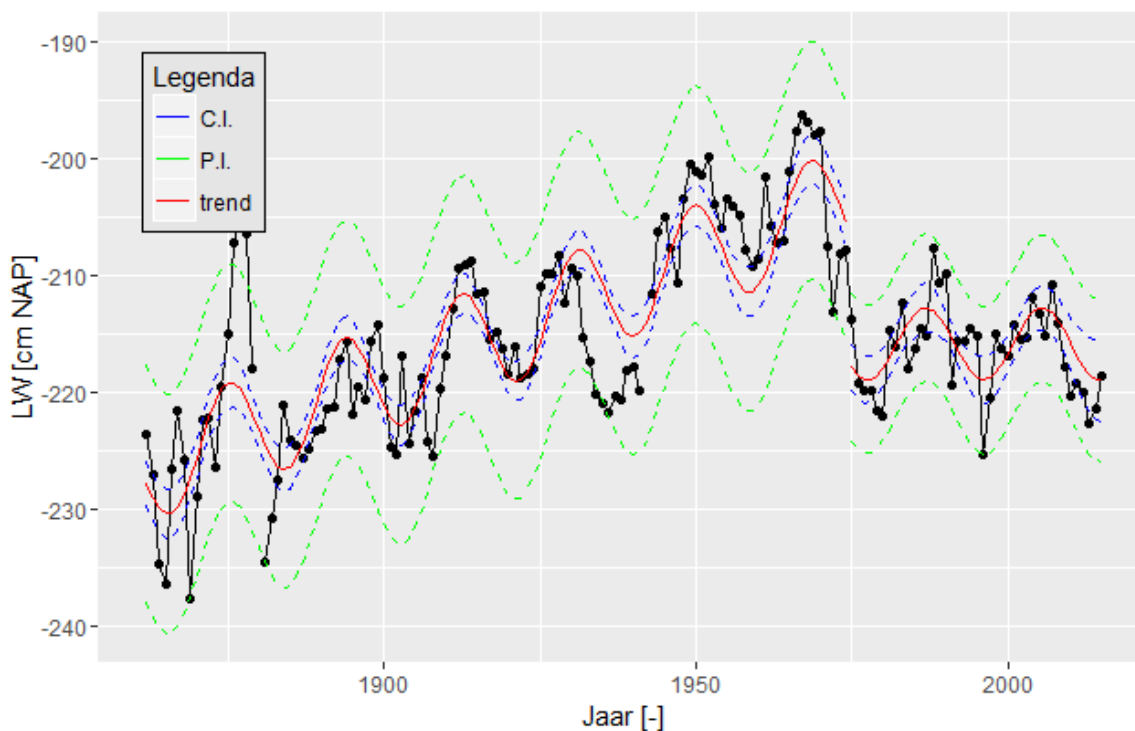
### Westerschelde

De laagwaterstanden in de Westerschelde volgen de nodale cyclus goed in de periode 2010-2015. Tot het jaar 2013 nemen de waarden af, maar tussen 2013 en 2015 neemt het jaargemiddeld laagwater toe. Voor de stations Vlissingen, Terneuzen en Hansweert zijn de trends net als in T2009 significant groter dan 0. Voor Vlissingen en Terneuzen zijn de trends nagenoeg gelijk aan die van T2009, voor Hansweert stijgt de trend van 18 naar 22 cm/eeuw. De waarden tussen 2010-2015 liggen voor alle stations binnen de 95%-predictie-intervallen van T2009 (zie bijvoorbeeld Figuur 4-3; Vlissingen).

De trend van de jaargemiddelde laagwaters in Bath (verder het estuarium in) is *niet* significant voor de periode 1975-2015. Analyse van de gegevens tot en met 2009 leidt ook niet tot een significante trend (in tegenstelling tot wat in het T2009 rapport staat). De realisaties in de periode 2010-2015 liggen binnen de 95%-predictie-intervallen van het gereproduceerde T2009 regressiemodel (zonder statistisch significante trend; zie Figuur 4-4).



Figuur 4-3: Resultaten trendanalyse jaargemiddelde laagwaterstanden Vlissingen met de trends tot en met 2009 en 2015 voor de periode 1881-2015 en de bijbehorende 95%-betrouwbaarheids- en predictie-intervallen. Trendbreuk: jaar 1965.

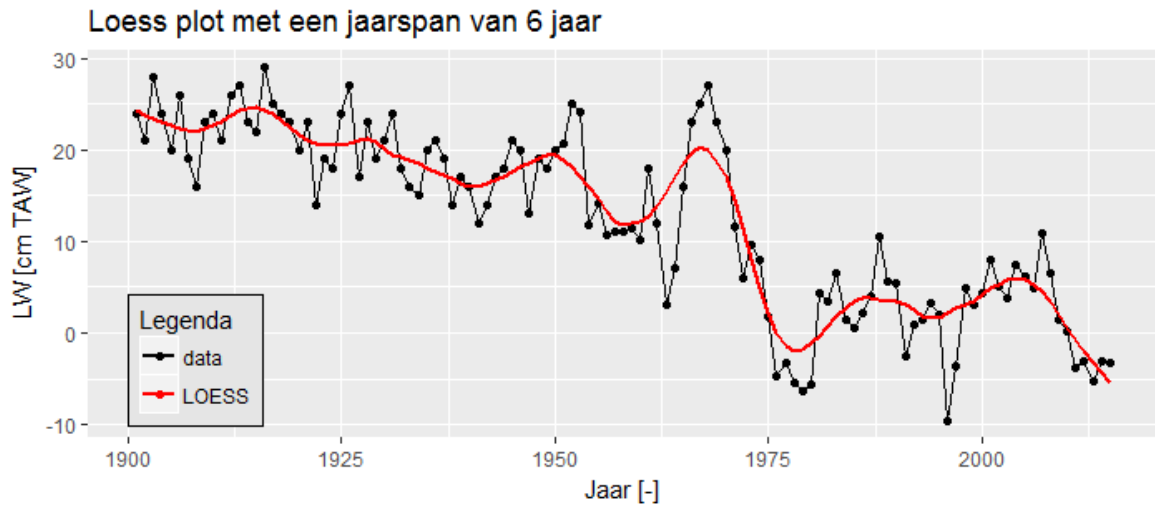


Figuur 4-4: Resultaten trendanalyse jaargemiddelde laagwaterstanden Bath voor de periode 1878-2009 (T2009), extrapolatie van de T2009 trend tot en met 2015, inclusief de bijbehorende 95%-betrouwbaarheids- en predictie-intervallen en de realisaties in 2010-2015. Trendbreuk: jaar 1975.

### Zeeschelde

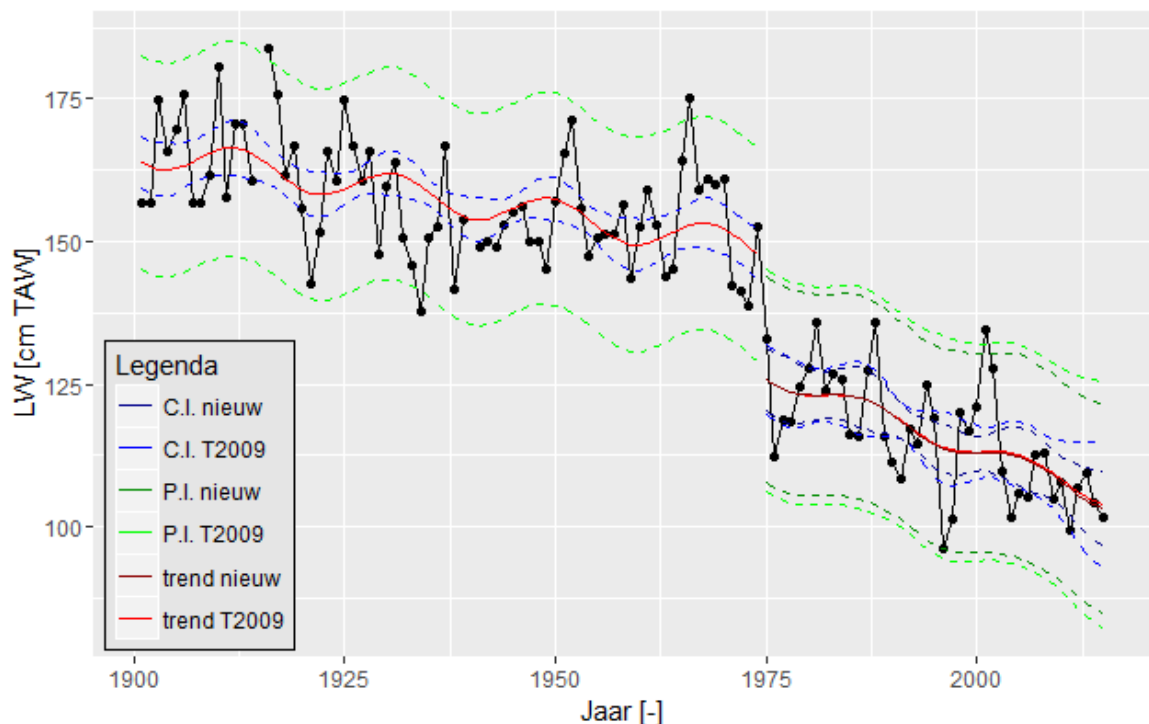
Voor de belangrijkste stations in de Zeeschelde is het beeld wisselend. Voor Antwerpen, Schelle en Temse wordt geen significante trend gevonden; niet voor de jaargemiddelde laagwaters tot en met 2009 (in tegenstelling tot wat in T2009 staat) en niet voor de laagwaters tot en met 2015. De jaargemiddelde laagwaterstanden in Antwerpen liggen na 2009 iets lager (en na 2011

duidelijk lager) dan de jaren ervoor (zie Figuur 4-5). Voor Schelle en Temse schommelen de waarden rondom het gemiddelde niveau (zie Figuur B-30 en Figuur B-40).



Figuur 4-5: Datapunten van de jaargemiddelde laagwaterstanden voor Antwerpen voor de periode 1901-2015 en een LOESS filter met spanwijdte van 6 jaar.

Figuur 4-6 laat zien dat de trend voor station Dendermonde nauwelijks wijzigt op basis van de data 2010-2015. Voor de stations Schoonaarde, Melle, Walem, Duffel-Sluis en Tielrode zijn de resultaten vergelijkbaar; de trendwaarden zijn negatief en ongeveer gelijk aan die van T2009. De 6 jaargemiddelde laagwaters in 2010-2015 liggen binnen de 95%-predictie-intervallen.

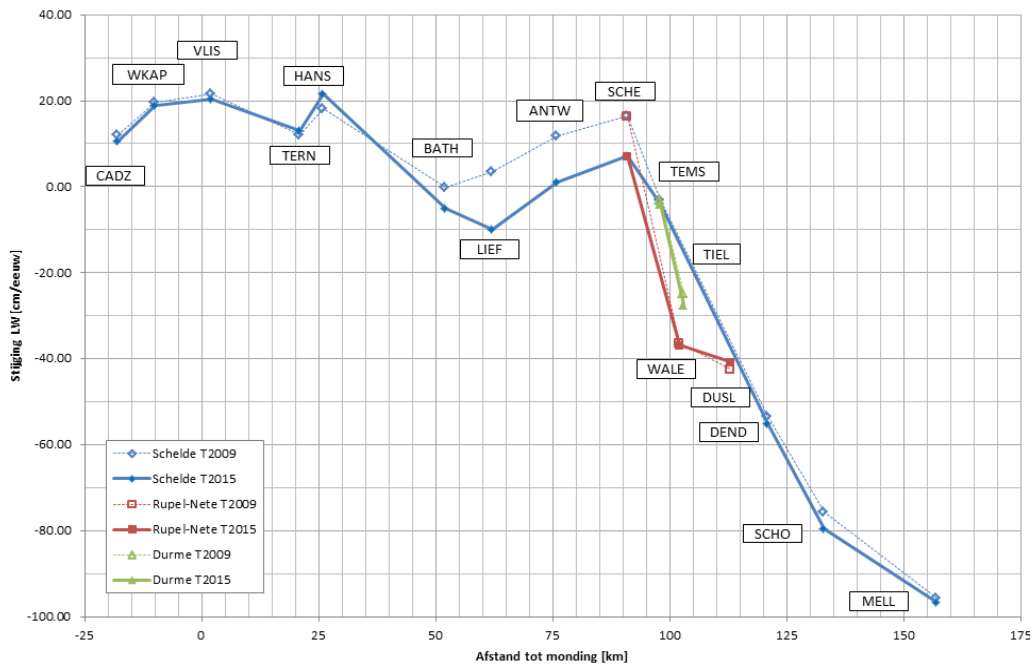


Figuur 4-6: Resultaten trendanalyse jaargemiddelde laagwaterstanden Dendermonde met de trends tot en met 2009 en 2015 voor de periode 1901-2015, inclusief de bijbehorende 95%-betrouwbaarheids en predictie-intervallen. Trendbreuk: jaar 1975.

## Interpretatie

### Overzicht trends T2015 versus T2009 (ruimtelijk beeld trendwijzigingen)

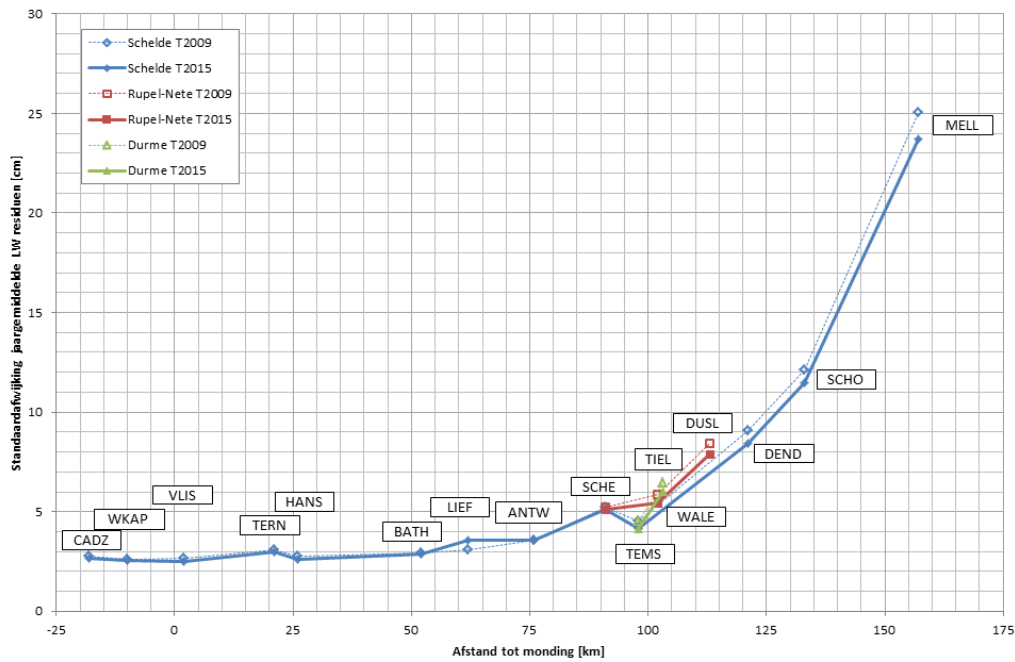
Figuur 4-7 laat zien dat de nieuwe lineaire trends in het jaargemiddeld laagwater nauwelijks verschillen van de trends in T2009. De grootste (visuele) verschillen worden gevonden voor stations Bath, Liefkenshoek, Antwerpen en Schelle. Hierbij moet worden opgemerkt dat de trendparameters van T2009 en/of T2015 voor deze stations niet significant zijn.



Figuur 4-7: Evolutie trendparameter van de jaargemiddelde laagwaters voor de belangrijkste stations. N.B. De waarden van Bath, Liefkenshoek T2009, Antwerpen, Schelle, Temse zijn wel in de grafiek opgenomen, maar zijn niet significant.

De standaardafwijking van de residuen in Figuur 4-8 laten net als in T2009 zien dat de in absolute zin hoge trendwaarden dieper in het estuarium, omgeven zijn met meer onzekerheid. De onzekerheid is vooral afkomstig door de afhankelijkheid van de rivierafvoer. De data van 2010 tot en met 2015 liggen niet buiten de 95%-predictie-intervallen van de significante T2009 regressiemodellen. Dit leidt tot de conclusie dat de trend niet wijzigt ten opzichte van T2009.





Figuur 4-8: Standaardafwijking residuen van de geschatte regressiemodellen (T2009 en T2015) voor de jaargemiddelde laagwaters in de belangrijkste meetstations in het Schelde-estuarium.

Tabel 4-1 en Tabel 4-2 bevatten de trendwaarden voor alle stations.

| Bekken       | Naam meetstation | Afkorting | Periode trend T2015 | LW stijging T2009 | LW stijging T2015 |
|--------------|------------------|-----------|---------------------|-------------------|-------------------|
| [-]          | [-]              | [-]       | [jaar]              | [cm/eeuw]         | [cm/eeuw]         |
| Schelde      | Cadzand          | CADZ      | 1966 - 2015         | 12                | 11                |
|              | Westkapelle      | WKAP      | 1954 - 2015         | 20                | 19                |
|              | Vlissingen       | VLIS      | 1965 - 2015         | 22                | 20                |
|              | Terneuzen        | TERN      | 1960 - 2015         | 12                | 13                |
|              | Hansweert        | HANS      | 1980 - 2015         | 17                | 22                |
|              | Bath             | BATH      | 1976 - 2015         | n.s. (1)*         | n.s.              |
|              | Liefkenshoek     | LIEF      | 1975 - 2015         | n.s. (3)*         | -10               |
|              | Antwerpen        | ANTL      | 1975 - 2015         | n.s. (12)*        | n.s.              |
|              | Schelle          | SCHE      | 1977 - 2015         | n.s. (18)*        | n.s.              |
|              | Temse            | TEMS      | 1975 - 2015         | n.s. (-3)*        | n.s.              |
|              | Dendermonde      | DEND      | 1975 - 2015         | -51               | -55               |
|              | Schoonaarde      | SCHO      | 1970 - 2015         | -81               | -80               |
|              | Melle            | MELL      | 1974 - 2015         | -89               | -97               |
|              | Rupel-Nete       | Walem     | WALE                | 1970 - 2015       | -35               |
| Duffel-Sluis |                  | DUSL      | 1970 - 2015         | -42 (-63)**       | -41               |
| Durme        | Tielrode         | TIEL      | 1970 - 2015         | -24               | -27               |

Tabel 4-1: De stijging of daling van het jaargemiddeld laagwater in de belangrijkste meetstations (n.s. = niet significant; \* tussen haakjes de niet-significante waarde in het T2009 rapport; \*\* tussen haakjes de waarde uit het T2009 rapport; herberekening geeft andere uitkomst).

| Plaatsnaam             | Waterloop     | Periode totaal | LW stijging<br>T2009 | LW stijging<br>T2015 |
|------------------------|---------------|----------------|----------------------|----------------------|
| [-]                    | [-]           | [jaartal]      | [cm/eeuw]            | [cm/eeuw]            |
| Vlakte van de Raan     | Westerschelde | 1996 – 2015    | n.s.                 | 43                   |
| Europlatform           | Westerschelde | 1983 – 2015    | n.s.                 | n.s.                 |
| Baalhoek               | Westerschelde | 1996 – 2015    | n.s.                 | n.s.                 |
| Gat van Borssele       | Westerschelde | 1996 – 2015    | n.s.                 | n.s.                 |
| Breskens Veerhaven     | Westerschelde | 1996 – 2015    | n.s.                 | n.s.                 |
| Overloop van Hansweert | Westerschelde | 1996 – 2015    | n.s.                 | -19                  |
| Schaar van de Noord    | Westerschelde | 1996 – 2015    | n.s.                 | n.s.                 |
| Walsoorden             | Westerschelde | 1996 – 2015    | n.s.                 | n.s.                 |
| Boom                   | Rupel         | 1981 – 2015    | n.s.                 | n.s.                 |
| Hemiksem               | Zeeschelde    | 1981 – 2015    | n.s.                 | -20                  |
| Kallosluis             | Zeeschelde    | 1982 – 2015    | -1                   | -14                  |
| Lier-Maasfort          | Grote Nete    | 1981 – 2015    | n.s.                 | n.s.                 |
| Lier-Molbrug           | Benedennete   | 1981 – 2015    | n.s.                 | n.s.                 |
| Mechelen-Benedensluis  | Dijle         | 1981 – 2015    | -142                 | -119                 |
| Prosperpolder          | Zeeschelde    | 1952 – 2015    | n.s.                 | -40                  |
| Sint-Amands            | Zeeschelde    | 1951 – 2015    | n.s.                 | -103                 |
| Wetteren               | Zeeschelde    | 1981 – 2015    | n.s.                 | -108                 |

Tabel 4-2: *De stijging of daling van het jaargemiddeld laagwater in de overige meetstations (n.s. niet significant).*

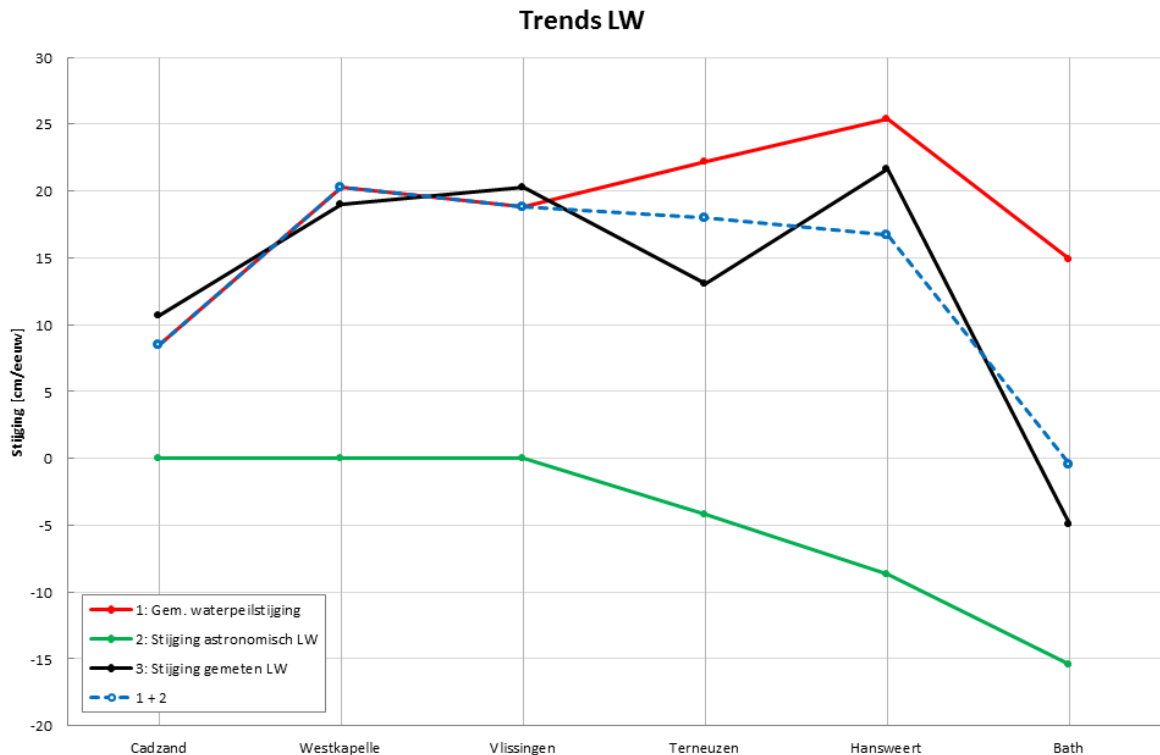
Uit de analyse volgt dat de evaluatie van het jaargemiddeld laagwater ten opzichte van T2009 neutraal is voor het grootste deel van de stations.

#### *Uitsplitsing trend jaargemiddeld laagwater in trend jaargemiddelde waterstand en trend astronomisch laagwater*

De lineaire trend in de jaargemiddelde laagwaterstand in de Westerschelde is net als in T2009 een gevolg van een positieve lineaire trend in de jaargemiddelde waterstand en een ontbrekende of negatieve lineaire trend in het jaargemiddeld astronomisch laagwater (en daarmee de getijslag). Tabel 4-3 en Figuur 4-9 laten zien dat alleen voor Bath de dalende trend in het astronomisch laagwater van dezelfde orde grootte is als de stijgende trend in de jaargemiddelde waterstand. Hierdoor is de verandering van het geobserveerde laagwater te Bath beperkt (in tegenstelling tot die in andere stations).

| Naam<br>meetstation | T2015                                |                                |                         | T2009                                |                                |                         |
|---------------------|--------------------------------------|--------------------------------|-------------------------|--------------------------------------|--------------------------------|-------------------------|
|                     | Stijging<br>gemiddelde<br>waterstand | Stijging<br>astronomisch<br>LW | LW stijging<br>(meting) | Stijging<br>gemiddelde<br>waterstand | Stijging<br>astronomisch<br>LW | LW stijging<br>(meting) |
| [-]                 | [cm/eeuw]                            | [cm/eeuw]                      | [cm/eeuw]               | [cm/eeuw]                            | [cm/eeuw]                      | [cm/eeuw]               |
| Cadzand             | 8                                    | n.s.                           | 11                      | 10                                   | n.s.                           | 12                      |
| Westkapelle         | 20                                   | n.s.                           | 19                      | 24                                   | n.s.                           | 20                      |
| Vlissingen          | 19                                   | n.s.                           | 20                      | 19                                   | n.s.                           | 22                      |
| Terneuzen           | 22                                   | n.s.                           | 13                      | 23                                   | n.s.                           | 12                      |
| Hansweert           | 25                                   | -7                             | 22                      | 26                                   | -9                             | 17                      |
| Bath                | 15                                   | -19                            | -5                      | 17                                   | -13                            | 1 (n.s.)                |

Tabel 4-3: *Vergelijking stijging gemiddelde waterstand, astronomisch jaargemiddeld laagwater en gemeten jaargemiddeld laagwater (n.s. = niet significant).*



Figuur 4-9: Vergelijking tussen de trends op het gemiddeld waterpeil (rood), astronomisch jaargemiddeld laagwater (groen) en gemeten jaargemiddeld laagwater (zwart). De blauwe curve is de som van trends op het gemiddeld waterpeil en het astronomisch laagwater (rode en groene curve).

### 4.2.3 Rekenparameter onderhoudsbaggervolume

#### Definitie

Om de diepte en breedte van vaargeul en havens op een acceptabel peil te houden, wordt er jaarlijks een aanzienlijke hoeveelheid sediment gebaggerd. Indien de gewenste vaardiepte niet wijzigt, kunnen veranderingen in het baggervolume een indicatie zijn voor veranderingen in het systeem: hydrodynamica, sedimenteigenschappen en/of de morfologische dynamiek. Tijdens de derde verruiming, uitgevoerd in 2010, werd de gewenste vaardiepte zodanig verlaagd dat een getijongebonden vaart tot een diepgang van 13,1 m kon worden gegarandeerd. Bovendien werd er rekening gehouden met een bruto kielspeling van 15% op zee, 12,5% stroomafwaarts en 10% stroomopwaarts van Bath. De interventiediepte werd dus vastgelegd op respectievelijk 15,1 m, 14,7 m en 14,4 m Lowest Astronomical Tide (LAT). Na deze verruiming is de vaardiepte niet meer verdiept.

In de analyse wordt deze rekenparameter opgesplitst in 4 onderdelen:

1. Verdieping: sinds 2006 registreert men het doel van de baggerwerken: het uitdiepen of in stand houden van de vaargeul (zie onder). Voor de volledigheid worden ook baggervolumes voor het uitdiepen gerapporteerd.
2. Onderhoudsbaggerwerk: spitst zich toe op het in stand houden van de vaargeul. De baggerwerken worden voornamelijk gefocust op kritieke locaties zoals de drempels. Merk op dat voor 2006 het type werk niet geregistreerd werd. Dit betekent dat de oudere dataset ook baggervolumes ten behoeve van de verdieping bevat.
3. Havenstortingen: de baggerinspanning in de havens. Het sediment wordt op specifieke locaties teruggestort.

4. Zandwinning: voor de volledigheid wordt ook het aspect zandwinning mee opgenomen in deze studie. Zandwinning op de Westerschelde en Zeeschelde zorgt namelijk voor een netto verlies aan sediment van het systeem.
5. Sedimentextractie: bij de onderhoudsbaggerwerken wordt een deel van het sediment niet opnieuw teruggestort in het systeem maar afgevoerd en/of aangewend voor bouwwerken. Deze volumes worden gerapporteerd als sedimentextractie.
6. Slibsleden: Verspreid over het estuarium wordt er slib verplaatst door middel van slibsleden.

De evaluatiemethodiek stelt dat de lineaire trend door de onderhoudsbaggervolumes in de periode na de derde verruiming (dus vanaf 2011) dient onderzocht te worden. Als de trend een stijging laat zien die groter is dan wat op basis van meetonnauwkeurigheden en jaar-op-jaar variatie verwacht mag worden, wordt de rekenparameter negatief beoordeeld. Een toename van het onderhoudsbaggervolume is ongunstig. Een afname is gunstig. Hoewel een afname ook kan duiden op veranderingen in het systeem.

## Data

Voor de onderhouds- en verdiepingsbaggerwerkzaamheden in de geulen werd gebruik gemaakt van de baggerstatistiek opgeleverd door afdeling Maritieme Toegang, (aMT), Vlaamse Overheid. In deze dataset wordt een onderscheid gemaakt tussen zand en slib. De eenheid waarin de volumes zijn weergegeven hangt af van de korrelgrootte (in praktijk: bezinkingssnelheid):

- Zand: staat in beunvolume ( $V_b$ ). Bij zand wordt de hoogte van de waterlaag boven het zand akoestisch gepeild op 10 punten in de beun.
- Fijn zand: Op enkele drempels is het zandig sediment soms dermate fijn dat het niet meteen bezinkt in de beun. Dit maakt het onmogelijk om een water- en zandlaag te onderscheiden in de beun, waardoor er geen beunvolume kan bepaald worden aan boord. In dit geval zal het gereduceerd volume<sup>22</sup> ( $V'_b$ ) geregistreerd worden.
- Slib: staat in gereduceerde beunvolumes ( $V'_b$ ).

Ook de baggerwerkzaamheden in het mondingsgebied zijn aangeleverd door aMT. Hier is de eenheid van het slibrijk sediment in de havens en toegangsgeulen is Ton Droge Stof (TDS). Het fijnzandig materiaal afkomstig uit Wielingen wordt weergegeven in gereduceerd beunvolume ( $V'_b$ ). Gegevens betreffende havenstortingen in de Westerschelde zijn aangeleverd als in situ (of profiel-) volumes ( $V_p$ ) door Rijkswaterstaat. Gegevens rond zandwinning en –extractie zijn aangeleverd door zowel Rijkswaterstaat, afdeling Maritieme Toegang, als Waterwegen & Zeekanaal NV.

## Omzetting naar Profielvolumes

Om de antropogene impact op de geomorfologie te analyseren gebruikt men best profielvolumes ( $V_p$ ). Het merendeel van de opgeleverde datasets diende dus omgerekend te worden.

### *Beunvolume zand*

Om de beunvolumes zand om te rekenen naar profielvolumes werd, analoog aan de methode bij Flexibel Storten (Consortium Arcadis-Technum, 2007), aangenomen dat het beunvolume 12% groter is dan het profielvolume:

$$V_p = \frac{V_b}{1,12}$$

<sup>22</sup> Definitie overgenomen van het Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap (1991): "[...] Bij een densiteit kleiner dan 1,6, dit is het geval van slibhoudende specie of zelfs zuiver slib, wordt het volume aangegeven dat eenzelfde hoeveelheid vaste specie zal aannemen bij een densiteit gelijk aan 2. Dit komt er in feite op neer dat het volume slibhoudende specie herleid wordt naar het volume dat eenzelfde gewichtshoeveelheid met water verzadigd zand zou innemen."

Met:  $V_p$  = profielvolume [ $m^3$ ]

$V_b$  = beunvolume [ $m^3$ ]

#### *Gereduceerde volumes fijnzandig sediment*

Hier wordt de aanname gedaan dat de specie een dichtheid heeft van  $2 \text{ ton}/m^3$ . Met andere woorden het gereduceerd beunvolume wordt behouden en behandeld als beunvolume zand.

#### *Gereduceerd volume slib*

De methode varieert naargelang deelsysteem. Voor de Westerschelde wordt de redenering van de Sedimentbalans Westerschelde van Rijkswaterstaat Zee en Delta (§5.3.2) gevolgd. Er wordt aangenomen dat de bodem van de Westerschelde uitsluitend zand bevat. Al het gebaggerde sediment wordt als zand aanzien. Het relatief kleine volume fijnkorrelig sediment dat geregistreerd staat in gereduceerd beunvolume, wordt aanzien als specie met een dichtheid van  $2 \text{ ton}/m^3$ . Met andere woorden het gereduceerd beunvolume wordt behouden en behandeld als beunvolume zand.

Voor baggerlocaties in de Zeeschelde wordt de methode van Vandenbruwaene *et al.* (2017) gevolgd:

$$V_p = \frac{1,606 V_b'}{\rho_g} \frac{\rho_g - \rho_w}{\rho_b^{\text{profiel}} - \rho_w}$$

Met:  $V_p$  = profielvolume [ $m^3$ ]

$V_b'$  = gereduceerd beunvolume [ $m^3$ ]

$\rho_g$  = dichtheid van het sediment =  $2,65 \text{ ton}/m^3$  = dichtheid van kwarts

$\rho_w$  = dichtheid van water =  $1 \text{ ton}/m^3$

$\rho_b^{\text{profiel}}$  = bulkdichtheid in het profiel =  $1,45 \text{ ton}/m^3$  = gemiddelde bulkdichtheid voor een slibhoudende Scheldebodem (Bastin, 1993)

#### *Ton Droge Stof slib*

Ton Droge Stof slib wordt eerst omgezet naar gereduceerde volumes via onderstaande formule uit Dams *et al.* (2016):

$$m_g = 1,606 V_b'$$

Met:  $m_g$  = de massa van het sediment [ton]

$V_b'$  = gereduceerd beunvolume [ $m^3$ ]

#### *Boven-Zeeschelde*

De opgeleverde beunvolumes van de Boven-Zeeschelde maken geen onderscheid tussen zand en slib. Voor verwerking van zandwinning wordt er aangenomen dat het hier om 100% zand gaat. Beunvolumes zand worden hierna omgerekend zoals hierboven vermeld.

Bij de verwerking van de gebaggerde beunvolumes werd de methode van Vandenbruwaene *et al.* (2017) overgenomen. Deze studie onderzocht de sedimentsamenstelling (%zand - %slib) in het subtidaal, waar het merendeel van de baggerwerken plaatsvindt, per OMES-segment (zie Tabel 4-4). Hierna werden de baggervolumes opgedeeld volgens de bekomen verhoudingen en verwerkt zoals beschreven bij Beunvolume zand en Gereduceerd volume slib op de Zeeschelde.

| Rekencel | Slib [%] | Zand [%] |
|----------|----------|----------|
| 14       | 6,8      | 93,2     |
| 15       | 9,1      | 90,9     |
| 16       | 10,1     | 89,9     |
| 17       | 10,8     | 89,2     |
| 18       | 14,0     | 86,0     |
| 19       | 43,8     | 56,2     |
| 19_trGM  | 54,7     | 45,3     |
| Rupel    | 7,6      | 92,4     |
| Durme    | 33,1     | 66,9     |

Tabel 4-4: Bodemsamenstelling subtidaal per OMES-segment van de Boven-Zeeschelde (Bron: Vandenbruwaene et al., 2017).

### Baggerlocaties

De kaarten met bagger- en stortlocaties zijn terug te vinden in respectievelijk Bijlage B.3 en Bijlage B.4.

### Analyse

De gebruikte eenheid is overal in situ (of profiel-)volume.

#### Verdieping

Men registreert pas sinds 2006 het type werk. De hier gerapporteerde volumes komen dus overeen met de derde verruiming. In totaal is er tussen 2008 en 2011 15,2 Mm<sup>3</sup> sediment gebaggerd om de vaargeul te verdiepen. De benodigde baggerinspanning was ongeveer gelijk verdeeld over de Zeeschelde en de Westerschelde: respectievelijk een baggervolume van 7,5 Mm<sup>3</sup> en 7,4 Mm<sup>3</sup>. Het zwaartepunt van de baggerwerken bevond zich in 2010, toen er 10,6 Mm<sup>3</sup> zand en 1,4 Mm<sup>3</sup> slib gebaggerd werd. Dit komt neer op 79% van het totale baggervolume.

Op de Westerschelde werd er louter zand bovengehaald. Meer dan 95% werd gebaggerd in 2010. De grootste baggerinspanning werd geleverd op de Drempel van Hansweert (19%), Drempel van Valkenisse(15%), Overloop van Valkenisse (13%) en Drempel van Bath (12%).

De baggerinspanning op de Zeeschelde werd verspreid over meerdere jaren (2008-2010). Toch ligt ook hier het zwaartepunt in 2010, toen er 3,3 Mm<sup>3</sup> zand en 1,4 Mm<sup>3</sup> slib gebaggerd werd. Dit is 63% van het gebaggerde volume tussen 2008 en 2010. Op de Drempel van Frederik werd er gedurende de hele periode 3,7 Mm<sup>3</sup> bovengehaald. Dit is 49% van het totaal volume op de Zeeschelde. Verder werd er gebaggerd op: de Drempel van Lillo (25%), Drempel van Zandvliet (20%), in het Deurganckdok (6%) en een beetje in Vaarwater Ouden Doel (<0.1%). In het Deurganckdok werd er meer slib dan zand gebaggerd. Op de Drempel van Frederik werd er 1/3 slib en 2/3 zand gebaggerd. Het sediment afkomstig uit de overige baggerzones bestaat hoofdzakelijk uit zand.

Er werd ongeveer evenveel sediment gestort in de Westerschelde als in de Zeeschelde. In de Westerschelde werd het grootste baggervolume gestort op Hooge Platen. Op stortplaatsen Hooge Platen Noord en Hooge Platen West kwam er respectievelijk 38% en 22% terecht van het totaal volume gestort sediment in de Westerschelde. Daarnaast werd er ook op de Plaat van Walsoorden (33%) en de Rug van Baarland (7%) gestort. In de Zeeschelde werd het grootst volume (53%) op de stortplaats Schaar Ouden Doel gestort. Daarnaast werd er ook in de

Waaslandhaven (19%), de Punt van Melsele (11%), Oosterweel (10%), Putten Ketelplaat (7%) en op de Plaat van Boomke (<0.1%) gestort.

| Baggerlocatie            | 2008   |              | 2009   |              | 2010         |               | 2011 |            | Eindtotaal   |               |               |
|--------------------------|--------|--------------|--------|--------------|--------------|---------------|------|------------|--------------|---------------|---------------|
|                          | Slib   | Zand         | Slib   | Zand         | Slib         | Zand          | Slib | Zand       | Slib         | Zand          | Totaal        |
| België - Zeeschelde      | 11 293 | 1 023<br>340 | 76 704 | 1 659<br>980 | 1 448<br>352 | 3 253 851     | 0    | 0          | 1 536<br>349 | 5 937 171     | 7 473 520     |
| Deurganckdok             |        |              | 61 222 | 54 304       | 249 846      | 75 305        |      |            | 311 068      | 129 609       | 440 677       |
| Drempel van Frederik     | 11 293 | 665 834      | 14 839 | 620 127      | 1 172<br>640 | 1 206 080     |      |            | 1 198<br>773 | 2 492 041     | 3 690 814     |
| Drempel van Lillo        |        |              | 642    | 751 961      |              | 1 104 250     |      |            | 642          | 1 856 211     | 1 856 853     |
| Drempel van Zandvliet    |        | 357 506      |        | 233 589      | 25 866       | 863 275       |      |            | 25 866       | 1 454 371     | 1 480 236     |
| Vaarwater Ouden Doel     |        |              |        |              |              | 4 940         |      |            | 0            | 4 940         | 4 940         |
| Nederland -Westerschelde | 0      | 0            | 0      | 0            | 0            | 7 356 857     | 0    | 346<br>963 | 0            | 7 703 820     | 7 703 820     |
| Drempel van Bath         |        |              |        |              |              | 906 452       |      |            | 0            | 906 452       | 906 452       |
| Drempel van Borssele     |        |              |        |              |              | 295 361       |      |            | 0            | 295 361       | 295 361       |
| Drempel van Hansweert    |        |              |        |              |              | 1 427 226     |      |            | 0            | 1 427 226     | 1 427 226     |
| Drempel van Valkenisse   |        |              |        |              |              | 1 142 296     |      |            | 0            | 1 142 296     | 1 142 296     |
| Gat van Ossenisse        |        |              |        |              |              | 358 550       |      | 346<br>963 | 0            | 705 513       | 705 513       |
| Nauw van Bath            |        |              |        |              |              | 284 045       |      |            | 0            | 284 045       | 284 045       |
| Overloop van Hansweert   |        |              |        |              |              | 679 597       |      |            | 0            | 679 597       | 679 597       |
| Overloop van Valkenisse  |        |              |        |              |              | 981 676       |      |            | 0            | 981 676       | 981 676       |
| Pas van Terneuzen        |        |              |        |              |              | 397 004       |      |            | 0            | 397 004       | 397 004       |
| Put van Terneuzen        |        |              |        |              |              | 557 979       |      |            | 0            | 557 979       | 557 979       |
| Vaarwater boven Bath     |        |              |        |              |              | 31 507        |      |            | 0            | 31 507        | 31 507        |
| Drempel Walsoorden       |        |              |        |              |              | 295 163       |      |            | 0            | 295 163       | 295 163       |
| Som                      | 11 293 | 1 023<br>340 | 76 704 | 1 659<br>980 | 1 448<br>352 | 10<br>610 708 | 0    | 346<br>963 | 1 536<br>349 | 13 640<br>991 | 15 177<br>340 |

Tabel 4-5: Baggerwerken voor het uitdiepen van de vaargeul [in situ m<sup>3</sup>], gealloceerd naargelang baggerlocatie. Sinds 2006 wordt het type werk geregistreerd. Jaren waarin er louter onderhoudsbaggerwerken zijn uitgevoerd, zijn hier niet weergegeven.

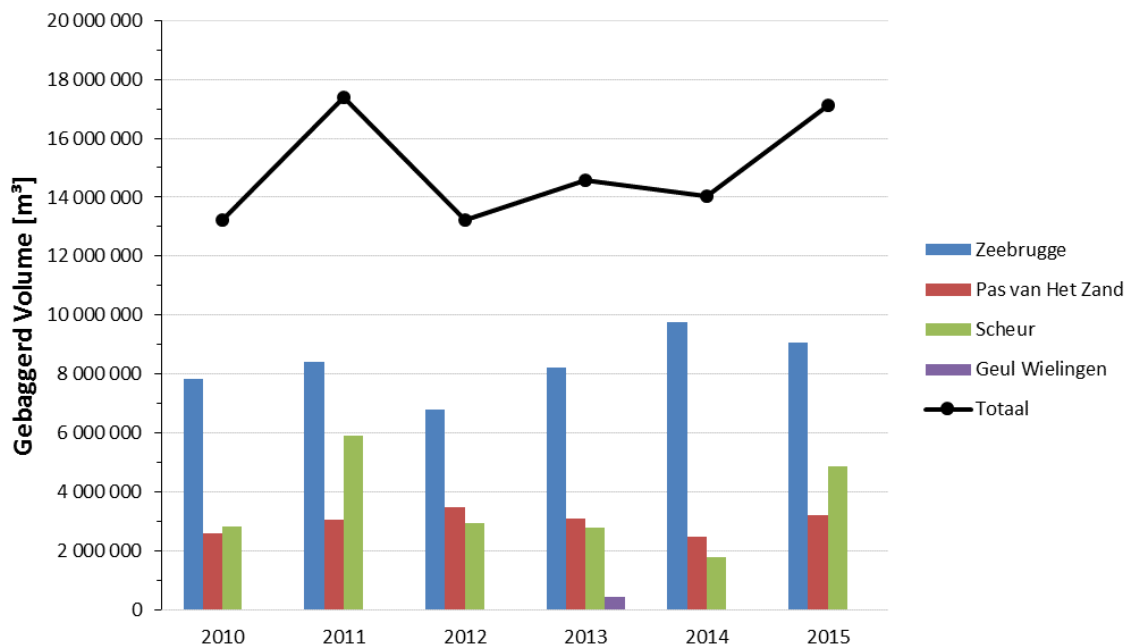


| Stortlocatie             | 2008   |              | 2009   |              | 2010         |               | 2011 |            | Eindtotaal   |               |               |
|--------------------------|--------|--------------|--------|--------------|--------------|---------------|------|------------|--------------|---------------|---------------|
|                          | Slib   | Zand         | Slib   | Zand         | Slib         | Zand          | Slib | Zand       | Slib         | Zand          | Totaal        |
| België - Zeeschelde      | 11 293 | 1 023<br>340 | 76 704 | 1 659<br>980 | 1 448<br>352 | 3 253<br>851  | 0    | 0          | 1 536<br>349 | 5 937 171     | 7 473 520     |
| Oosterweel               | 4 880  |              | 28 554 |              | 715 249      |               |      |            | 748 683      | 0             | 748 683       |
| Plaat van Boomke         |        |              | 1 591  |              |              |               |      |            | 1 591        | 0             | 1 591         |
| Punt van Melsele         | 6 413  |              | 46 558 |              | 733 103      |               |      |            | 786 075      | 0             | 786 075       |
| Putten Ketelplaat        |        |              |        |              |              | 502 714       |      |            | 0            | 502 714       | 502 714       |
| Schaar Ouden Doel        |        | 885 397      |        | 951 522      |              | 2 159<br>444  |      |            | 0            | 3 996 363     | 3 996 363     |
| Waaslandhaven            |        | 137 943      |        | 708 458      |              | 591 693       |      |            | 0            | 1 438 094     | 1 438 094     |
| Nederland -Westerschelde | 0      | 0            | 0      | 0            | 0            | 7 356<br>857  | 0    | 346<br>963 | 0            | 7 703 820     | 7 703 820     |
| Hooge Platen Noord       |        |              |        |              |              | 2 684<br>913  |      | 238<br>135 | 0            | 2 923 047     | 2 923 047     |
| Hooge Platen West        |        |              |        |              |              | 1 709<br>566  |      |            | 0            | 1 709 566     | 1 709 566     |
| Plaat van Walsoorden     |        |              |        |              |              | 2 547<br>018  |      |            | 0            | 2 547 018     | 2 547 018     |
| Rug van Baarland         |        |              |        |              |              | 415 361       |      | 108<br>828 | 0            | 524 188       | 524 188       |
| Som                      | 11 293 | 1 023<br>340 | 76 704 | 1 659<br>980 | 1 448<br>352 | 10 610<br>708 | 0    | 346<br>963 | 1 536<br>349 | 13 640<br>991 | 15 177<br>340 |

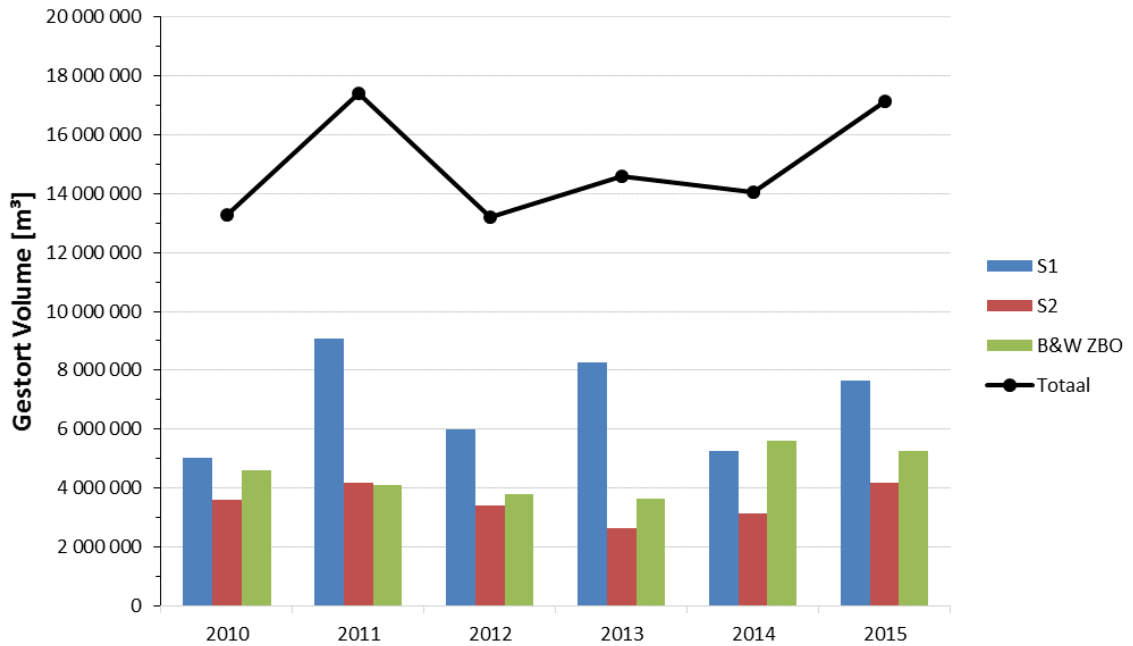
Tabel 4-6: *Baggerwerken voor het uitdiepen van de vaargeul [in situ m<sup>3</sup>], gealloceerd naargelang stortlocatie. Sinds 2006 wordt het type werk geregistreerd. Jaren waarin er louter onderhoudsbaggerwerken zijn uitgevoerd, zijn hier niet weergegeven.*

## Onderhoudsbaggerwerk

Figuur 4-10 en Figuur 4-11 tonen de recente jaarlijkse baggerinspanning voor het deelsysteem monding, gealloceerd naar respectievelijk bagger- en stortlocatie. De stortlocaties zijn terug te vinden in Bijlage B.4. In de periode 2010-2015 schommelde het jaarlijks gebaggerde volume tussen 13 M en 17,5 M in situ m<sup>3</sup>. Het grootste gedeelte van de gebaggerde sedimenten (gemiddeld >50%) is afkomstig uit de haven van Zeebrugge. Het overige volume is afkomstig uit de vaargeulen: voornamelijk Pas van het Zand en Scheur. In Wielingen zijn enkel in 2013 onderhoudsbaggerwerkzaamheden uitgevoerd. De grootste stortintensiteit (tot boven 9 Mm<sup>3</sup> in 2011) werd waargenomen in de meer offshore gelegen stortplaats "Sierra Ventana" of anders genaamd Bruggen en Wegen (B&W) S1. Ook op B&W S2, gelegen in de Vlakte van Raan, en het kustnabije B&W Zeebrugge Oost (B&W ZBO) wordt er jaarlijks meer dan 2,5 Mm<sup>3</sup> gestort. B&W ZBO wordt voornamelijk gebruikt voor de slibrijke sedimenten afkomstig uit de haven van Zeebrugge. Ook in het Oostgat, in de noordelijke vaargeul, wordt er gebaggerd. Deze sedimenten worden gestort nabij Westkapelle.



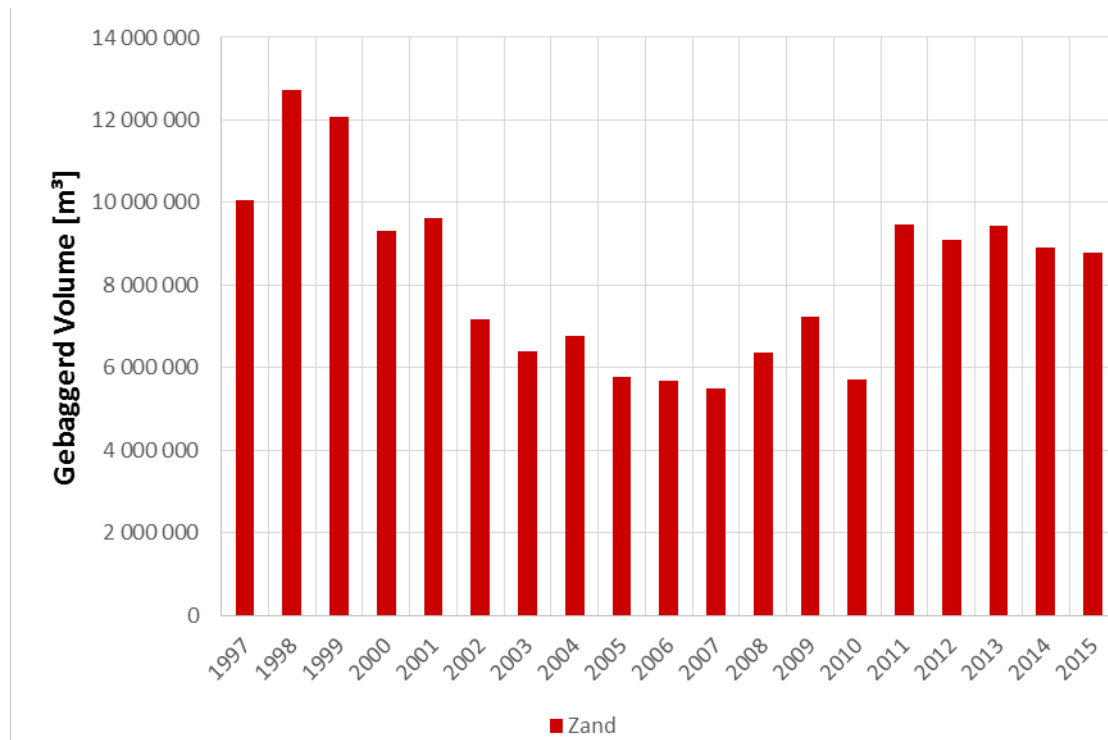
Figuur 4-10: Recente jaarlijkse baggervolumes [in situ m<sup>3</sup>] voor het deelsysteem monding, gealloceerd naar baggerlocatie (Bron: Afdeling Maritieme Toegang, Vlaamse Overheid).



Figuur 4-11: Recente jaarlijkse baggervolumes [in situ m<sup>3</sup>] voor het deelsysteem monding, gealloceerd naar stortlocatie (Bron: Afdeling Maritieme Toegang, Vlaamse Overheid).

Op de Westerschelde worden er in de vaargeulen bijna exclusief zandige sedimenten gebaggerd (Figuur 4-12). Tussen 2009 en 2010 daalde het onderhoudsbaggervolume van 7,2 Mm<sup>3</sup> tot 5,7 Mm<sup>3</sup>. In 2011 werd er 9,5 Mm<sup>3</sup> sediment gebaggerd, wat beduidend meer was dan in voorgaande jaren. In 2015 werd er 8,8 Mm<sup>3</sup>, of 0,7 Mm<sup>3</sup> minder dan in 2011, gebaggerd. De standaarddeviatie op de baggervolumes in de periode van 2011 tot en met 2015 bedraagt 0,3 Mm<sup>3</sup>. Wanneer er gekeken wordt naar de hele tijdreeks sinds 1905 (Bijlage B.5) vallen onderstaande punten op:

1. De tweede verruiming deed zich voor in 1997-1998 en kwam overeen met een piek in baggervolume. Tijdens de eerste verruiming was het jaarlijkse baggervolume lager, maar deze liep van 1970 tot en met 1975.
2. Na de eerste verruiming was er, mits een aantal minima, voor een lange periode een verhoogd baggervolume van tussen 8 Mm<sup>3</sup> en 11 Mm<sup>3</sup>. In 1993-1994 was het laatste minimum (respectievelijk 6,9 Mm<sup>3</sup> en 7,4 Mm<sup>3</sup>) voor de tweede verruiming.
3. Na de tweede verruiming was er gedurende 3 jaar een verhoogde baggerinspanning waarbij er jaarlijks een volume van meer dan 9 Mm<sup>3</sup> bovengehaald werd. Hierna viel het volume terug naar een lager niveau (5,5 - 7,1 Mm<sup>3</sup>) dat aanhield van 2002 tot en met 2009.



Figuur 4-12: Onderhoudsbaggerwerken [m<sup>3</sup> in situ] op de Westerschelde sinds de 2<sup>de</sup> verruiming van de vaargeul. Bron: Afdeling Maritieme Toegang, Vlaamse Overheid.

Het onderhoudsbaggerwerk op de Westerschelde, gealloceerd naargelang bagger- en stortlocatie, wordt gepresenteerd in respectievelijk Bijlage B.6 en Bijlage B.7. De evolutie naar bagger- en stortlocatie worden weergegeven in respectievelijk Tabel 4-7 en Tabel 4-8. Hiervoor werd het verschil tussen 2015 en 2011 berekend. Indien de absolute waarde van dit verschil groter is dan 2 keer de standaarddeviatie gedurende de periode 2009-2015, werd de evolutie gemarkeerd.

| Locatie                 | Verschil 2015 - 2011 | Std     |
|-------------------------|----------------------|---------|
| Totaal Westerschelde    | -675 724             | 248 054 |
| Ankerplaats Everingen   | 0                    | 0       |
| Drempel van Bath        | -572 467             | 192 644 |
| Drempel van Borssele    | -100 638             | 82 569  |
| Drempel van Hansweert   | 687 565              | 261 682 |
| Drempel van Valkenisse  | -567 083             | 210 742 |
| Drempel van Vlissingen  | 99 408               | 130 625 |
| Gat van Ossensisse      | -253 379             | 130 627 |
| Honte                   | 466 314              | 233 157 |
| Nauw van Bath           | -85 565              | 42 783  |
| Overloop van Hansweert  | 24 690               | 124 643 |
| Overloop van Valkenisse | -67 950              | 134 177 |
| Pas van Terneuzen       | 28 582               | 96 005  |
| Put van Terneuzen       | -114 340             | 63 119  |
| Vaarwater boven Bath    | -127 918             | 48 686  |
| Drempel Walsoorden      | -92 943              | 82 976  |

Tabel 4-7: Evolutie van onderhoudsbaggervolume [ $m^3$  in situ] op de Westerschelde, gealloceerd naar baggerlocatie: daling (groen) en stijging (rood).

| Locatie                 | Verschil 2015 - 2011 | Std     |
|-------------------------|----------------------|---------|
| Totaal Westerschelde    | -412 532             | 167 699 |
| Biezelingsche Ham       | 0                    | 0       |
| Everingen               | 0                    | 0       |
| Gat van Ossensisse      | 1 249 745            | 604 765 |
| Hoek van Baarland       | 0                    | 6 563   |
| Hooge Platen Noord      | -344 088             | 129 207 |
| Hooge Platen West       | -15 192              | 209 629 |
| Plaat van Walsoorden    | -414 379             | 160 602 |
| Rug van Baarland        | -517 499             | 235 414 |
| Schaar van de Noord     | 0                    | 0       |
| Schaar van Spijkerplaat | 0                    | 0       |
| Schaar van Waarde       | 0                    | 0       |
| SH41                    | -33 702              | 391 398 |
| SH51                    | -20 484              | 180 111 |
| SH61                    | -478 017             | 212 405 |
| SN11                    | 519 597              | 274 334 |
| SN31                    | 571 622              | 247 510 |
| SN51                    | -1 007 562           | 439 667 |
| Stortzone Ellewoutsdijk | 0                    | 0       |
| SH71                    | 77 425               | 38 713  |

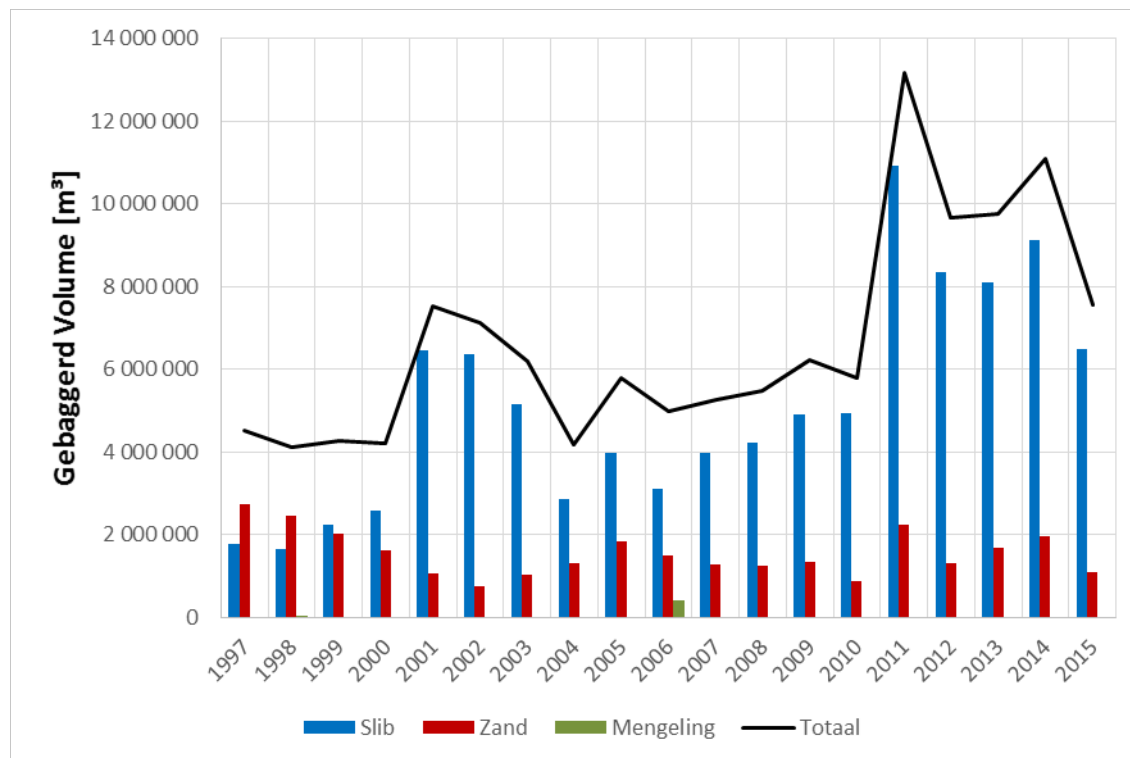
Tabel 4-8: Evolutie van onderhoudsbaggervolume [ $m^3$  in situ] op de Westerschelde, gealloceerd naar stortlocatie: daling (groen) en stijging (rood).

De bodem van de Beneden-Zeeschelde bevat beduidend meer slib dan de Westerschelde (zie ook §4.4.3). Dit komt ook naar voor in de opgebaggerde sedimenten (Figuur 4-13).

In 2010 werd er 4,9 Mm<sup>3</sup> slib bovengehaald, wat in lijn is met voorgaande jaren. Er werd 0,9 Mm<sup>3</sup> zand gebaggerd. Dit is 0,5 Mm<sup>3</sup> lager dan in 2009. In 2011 piekt zowel het gebaggerde volume slib (10,9 Mm<sup>3</sup>) als zand (2,2 Mm<sup>3</sup>). In de daarop volgende jaren is er een daling in beide sedimentfracties. In 2015 werd er 6,5 Mm<sup>3</sup> slib (4,4 Mm<sup>3</sup> minder dan in 2011) en 1,1 Mm<sup>3</sup> zand (1,1 Mm<sup>3</sup> minder dan in 2011) gebaggerd. De standaarddeviatie op de baggervolumes in de periode van 2011 tot en met 2015 voor slib en zand bedraagt respectievelijk 1,4 Mm<sup>3</sup> en 0,4 Mm<sup>3</sup>.

Wanneer er gekeken wordt naar de hele tijdreeks sinds 1895 (Bijlage B.8), vallen onderstaande punten op:

1. Pas sinds begin 80', na de eerste verruiming, wordt er slib uit de Zeeschelde gebaggerd. De opgebaggerde volumes slib kende een stijgende trend doorheen jaren.
2. In 1985 wordt er voor het eerst meer slib bovengehaald dan zand. In 1999, na de tweede verruiming, gebeurt dit opnieuw.
3. Vanaf 2001 stijgt het gebaggerde volume slib aanzienlijk.



Figuur 4-13: Onderhoudsbaggerwerken [m<sup>3</sup> in situ] op de Beneden-zeeschelde sinds de 2<sup>de</sup> verruiming van de vaargeul. Bron: Afdeling Maritieme Toegang, Vlaamse Overheid.

Het onderhoudsbaggerwerk op de Zeeschelde, gealloceerd naargelang bagger- en stortlocatie, wordt gepresenteerd in respectievelijk Bijlage B.9 en Bijlage B.10. De evolutie naar bagger- en stortlocatie worden weergegeven in respectievelijk Tabel 4-9 en Tabel 4-10. Hiervoor werd het verschil tussen 2015 en 2011 berekend. Indien de absolute waarde van dit verschil groter is dan 2 keer de standaarddeviatie gedurende de periode 2009-2015, werd de evolutie gemarkeerd.

| Locatie                                   | Slib        |           | Zand        |         |
|---|-------------|-----------|-------------|---------|
|   | 2015 - 2011 | Std       | 2015 - 2011 | std     |
| Totaal Beneden-Zeeschelde                 | -4 449 908  | 1 449 793 | -1 142 667  | 415 653 |
| Deurganckdok                              | -1 505 148  | 509 402   | 0           | 0       |
| Drempel van De Parel                      | 0           | 0         | -37 627     | 28 476  |
| Drempel van Frederik                      | -2 565 937  | 979 661   | 49 607      | 253 728 |
| Drempel van Krankeloon                    | 11 413      | 4 386     | -44 537     | 34 425  |
| Drempel van Lillo                         | -902 764    | 318 346   | -200 910    | 95 785  |
| Drempel van Zandvliet                     | 245 042     | 229 329   | -544 412    | 204 453 |
| Europaterminal                            | 0           | 0         | 0           | 0       |
| Haven Linkeroever                         | 0           | 132 540   | 0           | 0       |
| Haven Rechteroever                        | 852 106     | 751 895   | -133 478    | 65 210  |
| Kallosluis                                | -64 520     | 128 055   | 0           | 0       |
| Ketelplaat                                | 0           | 0         | 0           | 0       |
| Noordzeeterminal                          | -270 332    | 135 166   | -219 247    | 85 896  |
| Rede van Antwerpen                        | 0           | 0         | -11 303     | 5 651   |
| Toegang Boudewijn- en Van Cauwelaertsluis | -75 759     | 53 893    | -762        | 381     |
| Toegang Zandvliet- en Berendrechtsluis    | -174 009    | 238 675   | 0           | 0       |
| Vaarwater Ouden Doel                      | 0           | 0         | 0           | 0       |

Tabel 4-9: Evolutie van onderhoudsbaggervolume [ $m^3$  in situ] op de Beneden-Zeeschelde, gealloceerd naar baggerlocatie: daling (groen) en stijging (rood).

| Locatie                    | Slib        |           | Zand        |         |
|----------------------------|-------------|-----------|-------------|---------|
|                            | 2015 - 2011 | Std       | 2015 - 2011 | std     |
| Totaal Beneden-Zeeschelde  | -4 449 908  | 1 449 831 | -1 405 859  | 530 197 |
| Ballastplaat               | 0           | 0         | 0           | 0       |
| Deurganckdok               | 0           | 0         | 0           | 0       |
| Drempel van Frederik       | 0           | 0         | 0           | 0       |
| Haven Rechteroever         | -194 115    | 97 057    | -138 404    | 69 202  |
| Onderwatercel Rechteroever | 1 046 221   | 797 303   | 4 927       | 62 962  |
| Oosterweel                 | -2 737 379  | 898 270   | 0           | 0       |
| Plaat van Boomke           | 0           | 0         | 0           | 0       |
| Plaat van De Parel         | 0           | 0         | 0           | 0       |
| Plaat van Lillo            | 0           | 0         | 0           | 0       |
| Prosperpolder              | 0           | 0         | -112 734    | 109 116 |
| Punt van Melsele           | -2 564 634  | 875 971   | 0           | 0       |
| Schaar Ouden Doel          | 0           | 1 403     | -766 191    | 312 207 |
| Vlakte van Hoboken         | 0           | 0         | 0           | 0       |
| Waaslandhaven              | 0           | 62 915    | -393 456    | 164 458 |

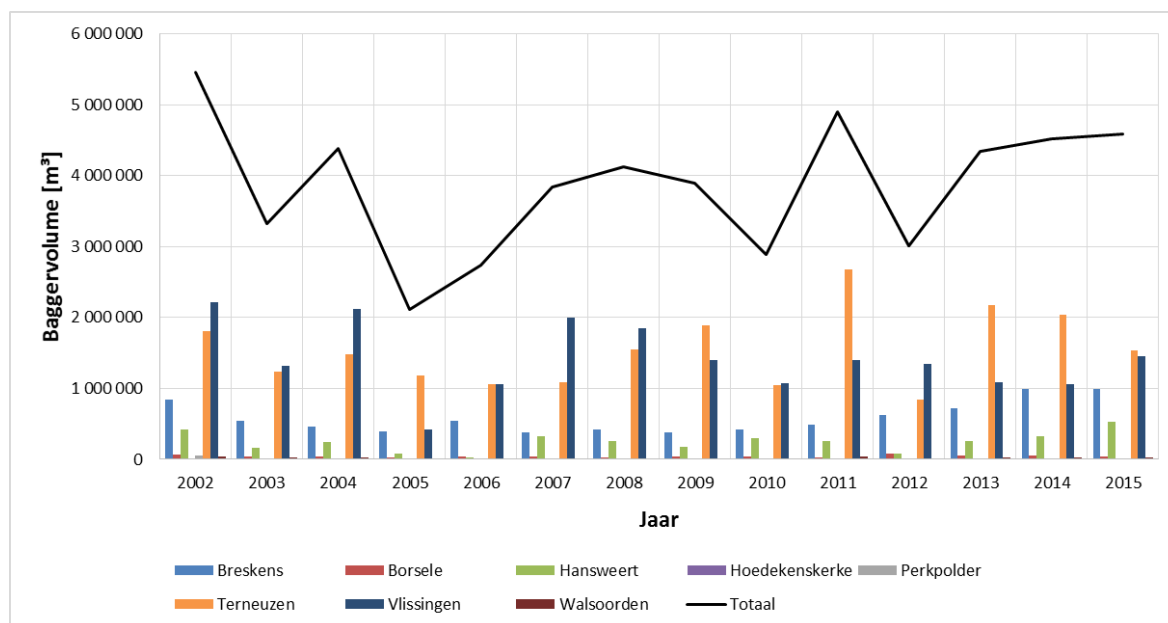
Tabel 4-10: Evolutie van onderhoudsbaggervolume [ $m^3$  in situ] op de Beneden-Zeeschelde, gealloceerd naar stortlocatie: daling (groen) en stijging (rood).

### Havenstortingen

Sinds 2009 wordt er jaarlijks tussen de  $\pm 3\text{M}$  en  $5\text{M m}^3$  havenslib gebaggerd (Figuur 4-14). De jaar-op-jaar variatie ligt vrij hoog, maar algemeen liggen de baggervolumes tussen 2010 en 2015 in hetzelfde bereik als in de periode 2002-2009. Een aantal havens wordt niet meer uitgebaggerd sinds 2005, namelijk: Perkpolder en Kruiningen.

De grootste baggerinspanning wordt geleverd in Terneuzen, Vlissingen en Breskens. Volgende trends zijn zichtbaar:

1. **Terneuzen:** Het onderhoudsbaggervolume piekt ( $>2,5\text{M m}^3$ ) in 2011. Algemeen is er een dalende trend zichtbaar gedurende de periode 2011-2015. De baggerinspanning ligt in 2015 ( $1,5\text{M m}^3$ ) opnieuw op het niveau van pre-2010. In 2004 en 2005 werd er vanuit het Kanaal Gent-Terneuzen in totaal een kleine  $40\ 000\ \text{m}^3$  sediment overgebracht en gestort in de Pas van Terneuzen. Deze hoeveelheid werd mee in rekening gebracht bij baggerlocatie "Terneuzen".
2. **Vlissingen:** Er is een aanzienlijk jaar-op-jaar variatie. Er is geen duidelijke trend. De onderhoudsbaggervolumes fluctueren tussen de  $1\text{M}$  en  $1,5\text{M m}^3$ .
3. **Breskens:** Sinds 2010 zit er een stijgende lijn in de uitgebaggerde volumes. Van  $400\ 000\ \text{m}^3$  in 2010, naar  $1\text{M m}^3$  in 2015.
4. **Hansweert:** Ook te Hansweert stijgt de inspanning van  $300\ 000\ \text{m}^3$  in 2010 naar  $>500\ 000\ \text{m}^3$  in 2015.



Figuur 4-14: Havenstortingen op de Westerschelde [ $\text{m}^3$  in situ], gealloceerd naargelang baggerlocatie (haven). Bron: Rijkswaterstaat ZD.

### Zandwinning en Extractie

In de monding wordt er zand gewonnen rondom stortlocatie B&W S1 (genaamd Sierra Ventana). Er is beslist om de zandwinning stop te zetten op de Westerschelde zodat er geen sediment meer uit het systeem gehaald wordt. Volgende punten zijn zichtbaar:

1. De zandextractie, gerapporteerd in T2009, werd stopgezet begin jaren 2000'. Zandextractie werd door aMT geregistreerd als stortmethode "levering aan derden".
2. In de Westerschelde werd de zandwinning sinds begin 21<sup>ste</sup> eeuw, geleidelijk aan afgebouwd (Bijlage B.11). Deze is stopgezet in 2014. In 2015 werd er wel een pilot opgestart nabij de plaat van Walsoorden. Hierbij mag er jaarlijks maximaal  $750\ 000\ \text{m}^3$  zand gewonnen



- worden, mits er eenzelfde hoeveelheid zand uit de Noordzee wordt overgebracht en gestort op dezelfde locatie. De vergunning loopt nog tot april 2018.
3. In de Beneden-Zeeschelde loopt de zandwinning nog tot op heden door (Bijlage B.11). De belangrijkste locaties zijn Schaar van Ouden Doel en Rupelmonding & Burcht. Op overige locaties wordt er maar sporadisch een veel kleinere hoeveelheid (grootteorde 1000 m<sup>3</sup>) zand gewonnen. Deze worden hier niet verder besproken.
    - a. Het grootste volume zand wordt gewonnen op de Schaar van Ouden Doel. Gekeken naar de evolutie sinds 2009, werd er in 2011 het grootste volume gewonnen (1,7 Mm<sup>3</sup> in situ). Hierna volgde een dalende trend tot een volume van 1,1 Mm<sup>3</sup> in 2015.
    - b. Rond de Rupelmonding & Burcht wordt er gevoelig minder zand gewonnen (tussen 20 000 en 300 000 m<sup>3</sup>). In 2010 werd er nog 185 000 m<sup>3</sup> zand gewonnen. In 2011 was er een sterke daling tot 41 000 m<sup>3</sup>. In de hierop volgende periode bleef hetzelfde niveau behouden. Zo werd er in 2015 64 000 m<sup>3</sup> zand gewonnen.
  4. In de Boven-Zeeschelde wordt er zowel zand gewonnen (Bijlage B.12) als sediment gebaggerd (Bijlage B.13).
    - a. Zandwinning vindt voornamelijk plaats op de Schelde tussen de mondingen van de Durme en de Rupel (Plaat Groenendijk, Plaat Buitenland, Plaat Onbekende en nabij Temse). Daarnaast vindt er ook zandwinning plaats op de Plaat van Sint-Amands en nabij Gent.
    - b. Het sediment afkomstig van het onderhoudsbaggerwerk op de Boven-Zeeschelde wordt zo goed als integraal onttrokken en afgevoerd ofwel herbruikt bij bouwwerken (bv. dijken). Vandaar dat de baggerwerken op de Boven-Zeeschelde worden aangezien als "sedimentextractie".
    - c. Er dient vermeld te worden dat er bij het rivier-herstelplan van de Beneden-Durme ook een aanzienlijke hoeveelheid sediment verplaatst werd (opgenomen in Bijlage B.13). Het gebaggerde sediment werd uit het systeem gehaald en gebruikt bij dijkwerken. Fase 1 en 2a zijn intussen afgerond:
      - i. Fase 1 – monding Durme tot Mirabrug: Deze fase werd volbracht in 2012-2013. Hierbij werd er 400 000 m<sup>3</sup> sediment uit de Durme gehaald en gebruikt voor de dijkwerken in Hamme, Temse en Waasmunster.
      - ii. Fase 2a – Mirabrug tot Waasmunster brug: Deze werken werden uitgevoerd van 2013 tot en met 2015. Nu werd er 450.000 m<sup>3</sup> sediment verplaatst met als eindbestemming de dijkwerken in Hamme en Dendermonde.
      - iii. Fase 2b – Waasmunster brug tot hoeve Pontrave: Deze werken liepen van 2015 tot 2016. Hierbij werd er gevoelig minder sediment uitgebaggerd (70.000 m<sup>3</sup>). Ook nu werd dit volume aangewend voor de dijkwerken te Hamme.

### *Slibslepen*

Verspreid over de Zeeschelde en zijrivieren wordt er sediment verplaatst door middel van slibslepen. Hiervoor is het praktisch onmogelijk om de sedimentvolumes te registreren. De registratie wordt uitgevoerd door middel van gepresteerde uren / dagen. De locaties waar er geslipsleept wordt zijn weergegeven in Bijlage B.14.

## **Interpretatie**

### *Monding*

Er is geen duidelijke trend in de totale hoeveelheid gebaggerd volume die groter is dan de jaar-op-jaar variatie. Verder zijn onderstaande punten zichtbaar:

1. Het grootste gedeelte van de gebaggerde sedimenten is afkomstig uit de haven van Zeebrugge.
2. In de vaargeul Wielingen zijn er recent (sinds 2010) enkel in 2013 onderhoudsbaggerwerkzaamheden uitgevoerd.
3. De grootste stortintensiteit werd waargenomen in het meer offshore gelegen B&W S1.
4. B&W Zeebrugge Oost wordt voornamelijk gebruikt voor sedimenten afkomstig uit de haven van Zeebrugge.

#### *Westerschelde*

De onderhoudsbaggervolumes vertonen een enige jaar-op-jaar variatie. Toch, gedurende de periode 2011 – 2015 daalde het onderhoudsbaggervolume met 675 000 m<sup>3</sup>. Dit is meer dan 2 keer de standaardafwijking gedurende diezelfde periode. Er lijkt zich dus een dalende trend voor te doen tussen 2011 en 2015. In de toekomst zal blijken of de onderhoudsbaggervolumes dalen naar het niveau van voor de derde verruiming.

Verder zijn onderstaande punten zichtbaar:

1. De verhoogde onderhoudsbaggervolumes gedurende de eerste en tweede verruiming zijn artificieel. Men registreert pas sinds 2006 het type werk.
2. Na de eerste en tweede verruiming was er een periode met verhoogde baggervolumes. De sprong in onderhoudsbaggervolumes tussen 2010 en 2011 met daarna een periode met verhoogde volume is gelijkaardig.
3. De lage onderhoudsbaggervolumes in 2010 zijn vermoedelijk het gevolg van de aanlegbaggerwerken. Een deel van het sediment dat anders onder de onderhoudsbaggerwerken zou vallen, werd toen mogelijk gealloceerd aan de verdiepingswerken.
4. In de Haven van Terneuzen dalen de jaarlijkse baggervolumes na 2011. In de havens van Breskens en Hansweert is er een stijgende trend.
5. Zandwinning is stopgezet.

#### *Beneden-Zeeschelde*

De onderhoudsbaggervolumes vertonen een enige jaar-op-jaar variatie. Toch, gedurende de periode 2011 – 2015 doet er zich een dalende trend voor bij zowel het gebaggerde zand als slib. Het opgebaggerde volume zand bevindt zich in 2015 opnieuw op het niveau van voor de derde verruiming. In de toekomst zal blijken of de onderhoudsbaggervolumes slib ook dalen naar het niveau van voor de derde verruiming.

Verder zijn onderstaande punten zichtbaar:

1. De verhoogde onderhoudsbaggervolumes gedurende de eerste en tweede verruiming zijn artificieel. Men registreert pas sinds 2006 het type werk.
2. Tussen 2010 en 2011 stijgt het onderhoudsbaggerwerk sterk qua volume. De stijging is zichtbaar in de zandfractie maar is het duidelijkst bij het gebaggerde slib. De stijging in slib is bijna volledig toe te wijzen aan de baggerlocaties Drempel van Frederik, Deurganckdok en in mindere mate de Drempel van Lillo. Sinds 2010 wordt het Deurganckdok op volledige diepte gebaggerd, wat de stijging hier (op zijn minst deels) verklaard. De Drempels van Frederik en Lillo liggen hier dicht tegen aan. Er is meer onderzoek nodig om na te gaan of de stijging hier ook een (al-dan-niet onrechtstreeks) gevolg was van het op diepte baggeren van Deurganckdok of van de derde verruiming. Het gebaggerd zand steeg het sterkst op de Drempel van Zandvliet. Maar ook op de Drempel van Lillo, Drempel van de Parel en Drempel van Krankeloon steeg het uitgebaggerde volume zand.

3. Het onderhoudsbaggervolume zand kwam na 2011 bijna integraal op de Schaar van Ouden Doel terecht. Het onderhoudsbaggervolume slib van in de geulen kwam zo goed als volledig terecht op stortplaatsen Punt van Melsele en Oosterweel.
4. Het materiaal gestort in de Onderwatercel Rechteroever komt integraal uit de Haven Rechteroever.
5. Het in situ volume zand gewonnen op Schaar van Ouden Doel, ligt in dezelfde grootteorde als het volume dat hier gestort wordt met de onderhoudswerken.

#### *Boven-Zeeschelde*

Er wordt meer en meer zand gewonnen. De dalende trend die zich voordeed vanaf 2004 is in 2010 veranderd in een stijgende trend. In 2015 werd er meer dan 100.000 m<sup>3</sup> in situ zand gewonnen, wat nog steeds minder is dan in 2004.

Op de Boven-Zeeschelde is er geen nood aan continue onderhoudsbaggerwerken van de volledige geul. Sinds 2010 wordt de achterstand weggewerkt op de Durme en de tijarm Gentbrugge-Melle waardoor er hier een verhoogde baggerinspanning op te merken valt. Dit past in het rivier-herstelplan van de Beneden-Durme.

### **4.3 Toetsparameter Tijdenster**

In T2009 wordt een sterke daling van de jaargemiddelde looptijd van het hoogwater en het laagwater gevonden in de Westerschelde in de 20<sup>e</sup> eeuw. *“De laatste twee decennia echter zijn de looptijden relatief stabiel gebleven in de Westerschelde. Vanaf de jaren '70-'80 is ook in de Zeeschelde de looptijd relatief constant gebleven.”*

#### **4.3.1 Rekenparameter jaargemiddelde looptijd hoogwater en jaargemiddelde looptijd laagwater**

##### **Definitie**

De looptijd van het hoogwater (laagwater) tussen twee opvolgende meetstations volgt uit het verschil van de tijdstippen van hoogwater (laagwater) tussen die twee meetstations. De jaargemiddelde looptijd is het rekenkundig gemiddelde van alle looptijden in een kalenderjaar.

Tekst T2009-rapportage over tijvenster cq. looptijd getij

*“De getijgebonden scheepvaart heeft een waterdiepte nodig, die groter is dan de beschikbare diepte van -13,1 m LAT en die slechts een deel van het getij beschikbaar is, het tijvenster. Naar gelang de diepgang van een schip groter is, is er een kleiner tijvenster beschikbaar.*

*Voor de grootte van het tijvenster zijn naast de hoog- en laagwaterstanden de voortplantingsnelheid van de hoog- en laagwaterstanden en de vorm van de getijcurve van belang. Een hogere voortplantingsnelheid betekent een kortere looptijd van het getij en een verkleining van het tijvenster voor de getijgebonden scheepvaart. De bevaarbaarheid van het estuarium neemt hierdoor af.*

*Uit het verschil van de tijdstippen van hoog- en laagwater tussen twee opvolgende meetstations volgt de looptijd<sup>23</sup>. Indien de voortplantingsnelheden van het hoog- en laagwater*

<sup>23</sup> Uit het verschil van de tijdstippen van hoogwater in twee opvolgende meetstations volgt de looptijd van hoogwater. Hetzelfde geldt voor laagwater.

*verschillend zijn treedt vervorming van de waterstandcurve op. Ook door andere niet-lineaire effecten kan vervorming van de waterstandcurve optreden. Deze getij asymmetrie uit zich door een verschil in duur van het opgaande tij (tijdsverschil tussen hoogwater en het voorafgaande laagwater) en van het afgaande tij (tijdsverschil tussen laagwater en het voorafgaande hoogwater) in een locatie."*

## Data

De data voor de rekenparameter jaargemiddelde looptijd hoogwater/laagwater zijn dezelfde als die zijn gebruikt voor het bepalen van de rekenparameter jaargemiddelde hoogwater/laagwater (zie §3.2.1). De jaargemiddelde looptijd wordt als volgt berekend:

- Vlissingen is het referentiestation;
- Bepaal de looptijd hoogwater/laagwater tussen Vlissingen en een benedenstrooms gelegen station als het verschil tussen het tijdstip van hoogwater/laagwater bij dat station en het tijdstip van hoogwater/laagwater te Vlissingen.
- Bereken de jaargemiddelde looptijd als het rekenkundige gemiddelde van de looptijden in het betreffende kalenderjaar.

Merk op dat de stations de waterstanden sinds 1987 frequenter meten (1 x per 10 minuten). De bepaling van het tijdstip waarop hoog- en laagwater optreden is hiermee nauwkeuriger geworden. Als gevolg hiervan is sinds 1987 de standaardafwijking van de jaargemiddelde looptijden voor het traject Vlissingen-Hansweert gedaald van ongeveer 6 minuten naar ongeveer 1 minuut (bron: T2009).

## Analyse

Conform de T2009-rapportage beperkt de analyse van de looptijden zich tot de belangrijkste stations, vooral deze die de langste tijdreeks hebben. Het regressiemodel bevat een constante, een lineaire trend en de nodale cyclus van 18,6 jaar. Voor ieder station zijn de parameters van het regressiemodel geschat op dezelfde reeksen als in T2009 en de verlengde meetreeksen. Met trendbreuken is in T2009 geen rekening gehouden en ook in deze analyse niet.

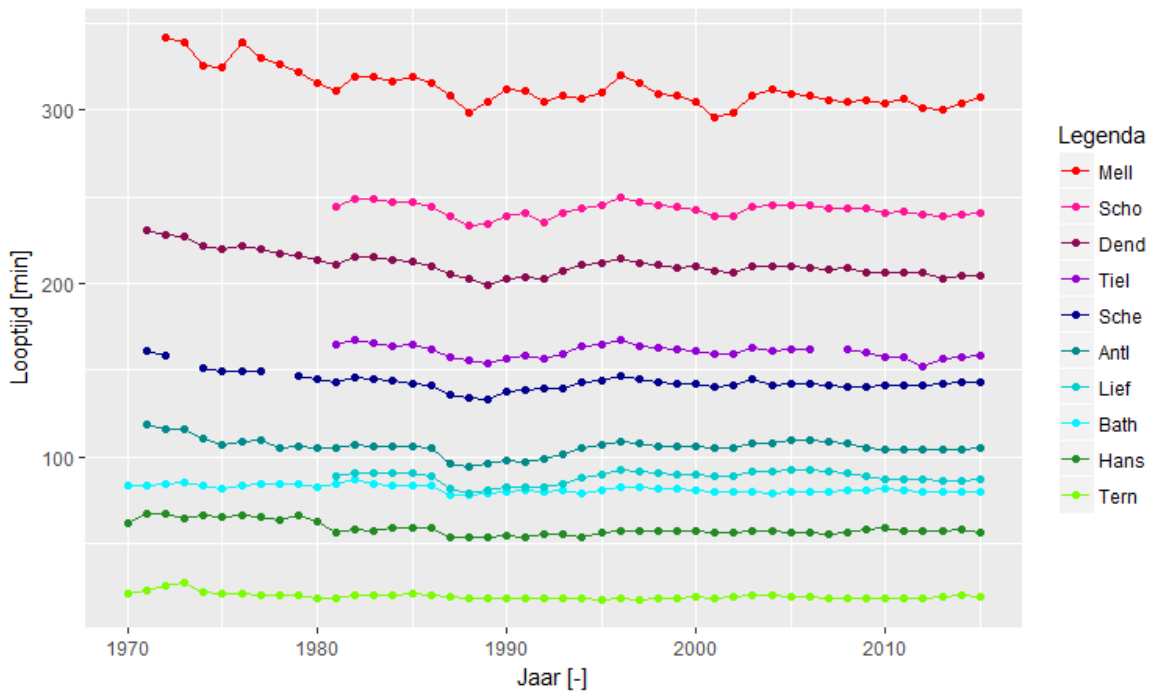
Eerst volgt een globale beschouwing van de jaargemiddelde looptijden van hoog- en laagwater. In Figuur 4-15 en Figuur 4-16 zijn de jaargemiddelde looptijden van de stations in het estuarium ten opzichte van Vlissingen (boven) en elkaar (onder) vanaf het jaar 1970 getoond. De jaargemiddelde looptijden van het hoogwater van Vlissingen tot de andere stations zijn sinds het jaar 1990 redelijk constant met jaarlijkse verschillen van maximaal ongeveer 10 minuten.

De looptijden van het laagwater zijn groter dan de looptijden van het hoogwater. Door dit verschil ontstaat getij-asymmetrie. De jaargemiddelde looptijden van het laagwater blijven voor de meeste stations licht dalen na 1990. Uit het bovenste paneel van Figuur 4-16 volgt dat de jaargemiddelde looptijden laagwater van Vlissingen naar Schelle en Antwerpen naar Schelle de laatste jaren zijn toegenomen. De variatie van deze rekenparameter is relatief groot voor de stations Melle en Tielrode. De jaarlijkse verschillen in de looptijden tussen de stations onderling zijn sinds 1990 maximaal ongeveer 10 minuten. De variatie is het grootste voor het traject Schoonaarde - Melle. De looptijd van het laagwater tussen Bath en Liefkenshoek is enkele minuten gedaald ten opzichte van het jaar 2009.

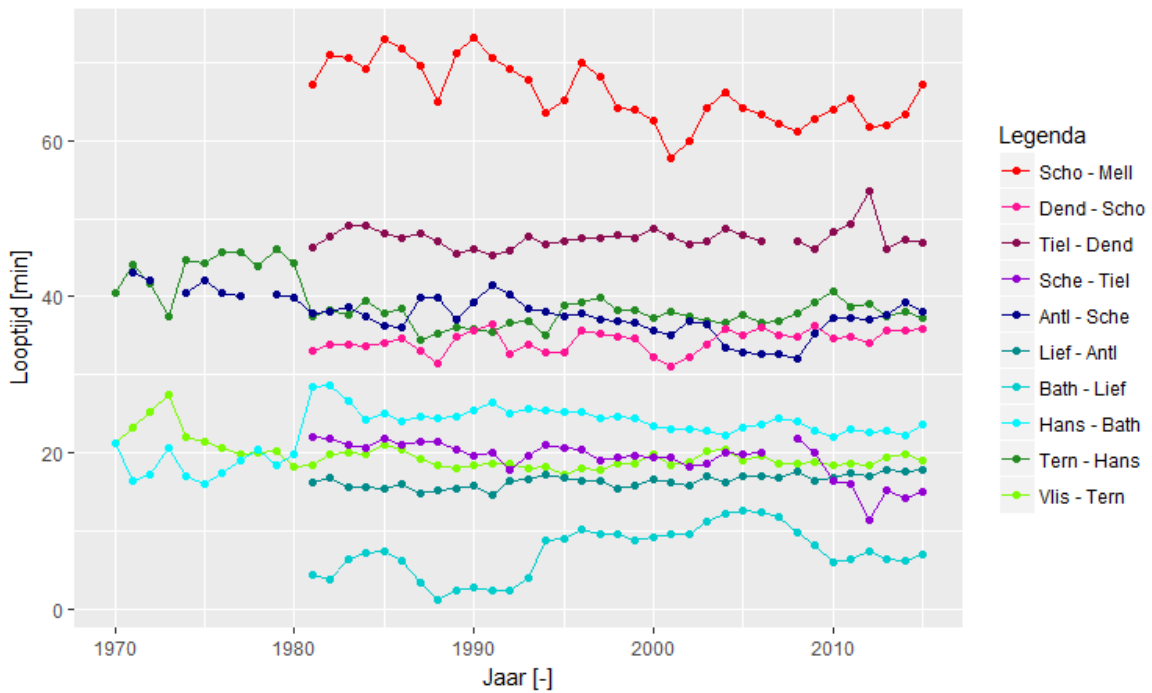
Alvorens de resultaten van de trendanalyses van de looptijden te bespreken, volgen enkele observaties aan de hand van een visuele inspectie van de jaargemiddelde looptijden tussen 2010 en 2015:

- De jaargemiddelde looptijden van het hoogwater in de Westerschelde (ten opzichte van Vlissingen) liggen boven de T2009 trendlijn. De dalende trend lijkt iets te stagneren.
- In de Zeeschelde liggen de jaargemiddelde looptijden van het hoogwater (ten opzichte van Vlissingen) voor de stations Liefkenshoek tot Duffel-Sluis enkele minuten onder de T2009 trendlijn. De dalende trend lijkt zich voor deze stations door te zetten. De dalende trend in de looptijden van de stations Dendermonde, Schoonaarde, Melle en Schelle tot Vlissingen vlakt juist af.
- De jaargemiddelde looptijden van het laagwater in de Westerschelde (ten opzichte van Vlissingen) liggen boven de T2009 trendlijn en stijgen licht (ten opzichte van het niveau rond het jaar 2000). De dalende trend zet zich niet door.
- In de Zeeschelde liggen de jaargemiddelde looptijden van het laagwater (ten opzichte van Vlissingen) voor bijna alle stations onder de T2009 trends. De dalende trend zet zich door. Uitzondering hierop vormen de looptijden van Vlissingen tot station Schelle. De waarden in de jaren 2013-2015 liggen voor dit station circa 5 minuten boven de trend.

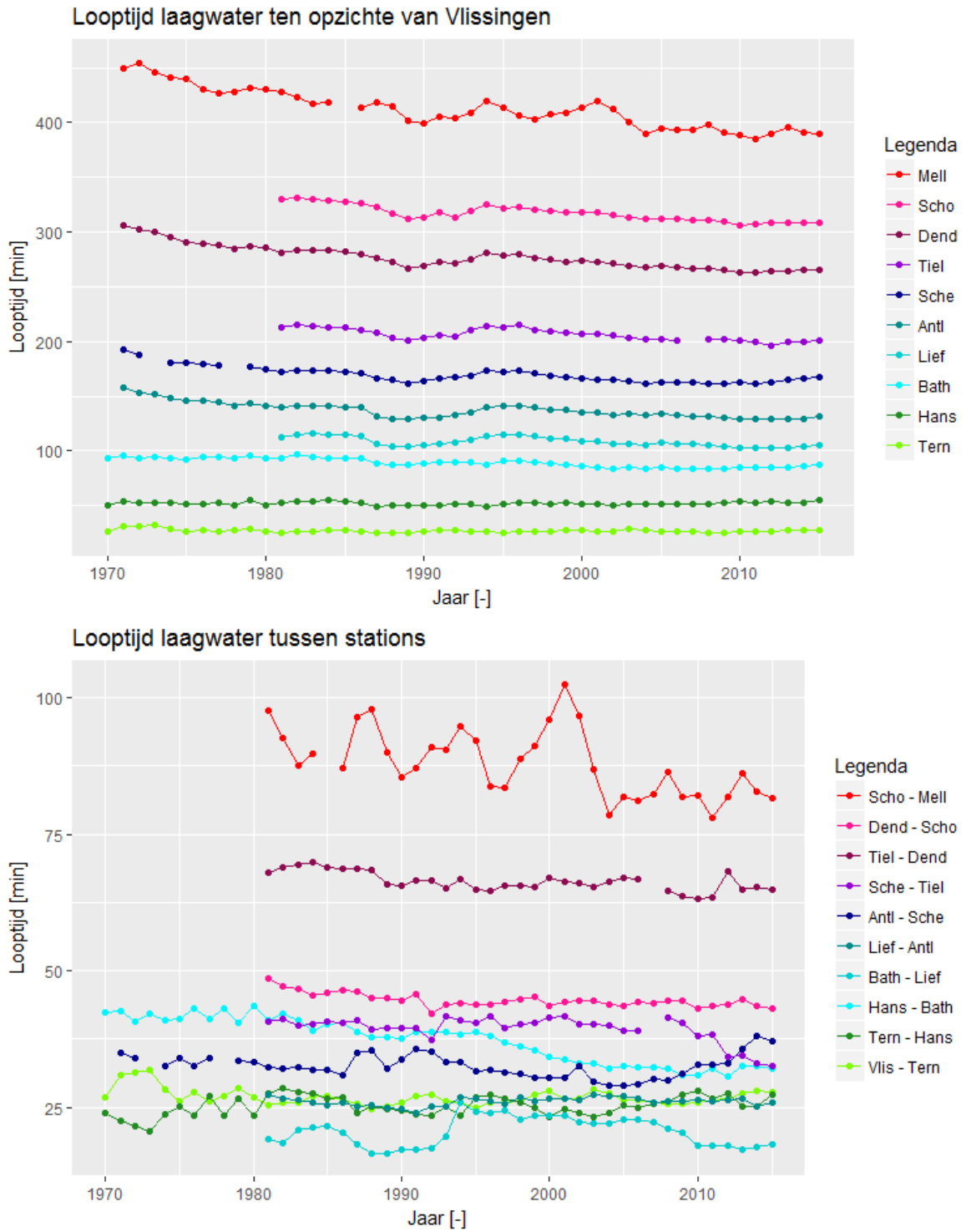
### Looptijd hoogwater ten opzichte van Vlissingen



### Looptijd hoogwater tussen stations



Figuur 4-15: Jaargemiddelde looptijd van het hoogwater vanaf Vlissingen (boven) en tussen de opeenvolgende stations (onder) in de periode 1970-2015.



*Figuur 4-16: Jaargemiddelde looptijd van het laagwater vanaf Vlissingen (boven) en tussen de opeenvolgende stations (onder) in de periode 1970-2015.*

Tabel 4-11 en Tabel 4-12 tonen de resultaten van de gereproduceerde T2009 trendanalyses voor de belangrijkste stations en een vergelijking van de waarden tussen 2010 en 2015 met de 95%-predictie-intervallen van de T2009 modellen. Het betreft de looptijden vanaf Vlissingen tot de andere stations. In Figuur 4-17 en Figuur 4-18 staat een selectie van de grafieken van de looptijden en de regressiemodellen (zie voor alle grafieken Figuur B-51 tot en met Figuur B-54 in Bijlage B.2).

| Station      | Tijdreeks   | HW trend T2009 [min/eeuw] | Waarden HW 2010-2015 binnen 95%-P.I. T2009? | Oordeel ten opzichte van T2009 |
|--------------|-------------|---------------------------|---|--------------------------------|
| Terneuzen    | 1882 - 2015 | -17,2                     | binnen                                      | neutraal                       |
| Hansweert    | 1882 - 2015 | -17,5                     | binnen                                      | neutraal                       |
| Bath         | 1957 - 2015 | -19,1                     | 2010 boven                                  | positief                       |
| Liefkenshoek | 1980 - 2015 | 23,9                      | 2014/5 onder                                | negatief                       |
| Antwerpen    | 1971 - 2015 | n.s.                      | n.v.t.                                      | n.v.t.                         |
| Schelle      | 1971 - 2015 | -25,4                     | binnen                                      | neutraal                       |
| Tielrode     | 1981 - 2015 | n.s. (-0,3)               | n.v.t.                                      | n.v.t.                         |
| Dendermonde  | 1971 - 2015 | -39,5                     | binnen                                      | neutraal                       |
| Schoonaarde  | 1981 - 2015 | n.s.                      | n.v.t.                                      | geen                           |
| Melle        | 1971 - 2015 | -72,2                     | binnen                                      | neutraal                       |
| Walem        | 1981 - 2015 | n.s. (3,1)                | n.v.t.                                      | n.v.t.                         |
| Duffel-Sluis | 1981 - 2015 | n.s. (9,8)                | n.v.t.                                      | n.v.t.                         |

Tabel 4-11: Resultaten regressiemodellen jaargemiddelde looptijden hoogwater. n.s. = niet significant, n.v.t. = niet van toepassing. Tussen haakjes de in T2009 gepresenteerde trends. 95%-P.I. is 95%-predictie-interval T2009 regressiemodel. N.B. Reproductie T2009 analyse op Tielrode, Walem en Duffel-Sluis levert niet significante modellen/trends op (met verlengde tijdreeks zijn de modellen ook niet significant). Oordeel ten opzichte van T2009 op basis van de in dit rapport significante regressiemodellen (niet significant model → geen evaluatie mogelijk).

| Station      | Tijdreeks   | LW trend T2009 [min/eeuw] | Waarden LW 2010-2015 binnen 95%-P.I. T2009? | Oordeel ten opzichte van T2009 |
|--------------|-------------|---------------------------|---|--------------------------------|
| Terneuzen    | 1882 - 2015 | -9,4                      | binnen                                      | neutraal                       |
| Hansweert    | 1882 - 2015 | -15,5                     | binnen                                      | neutraal                       |
| Bath         | 1957 - 2015 | -32,1                     | 2015 boven                                  | positief                       |
| Liefkenshoek | 1980 - 2015 | -20,8                     | binnen                                      | neutraal                       |
| Antwerpen    | 1971 - 2015 | -44                       | binnen                                      | neutraal                       |
| Schelle      | 1971 - 2015 | -52,6                     | binnen                                      | neutraal                       |
| Tielrode     | 1981 - 2015 | -32,5                     | 2012 onder                                  | negatief                       |
| Dendermonde  | 1971 - 2015 | -77,5                     | binnen                                      | neutraal                       |
| Schoonaarde  | 1981 - 2015 | -54,9                     | binnen                                      | neutraal                       |
| Melle        | 1971 - 2015 | -126,8                    | binnen                                      | neutraal                       |
| Walem        | 1981 - 2015 | -49,6                     | binnen                                      | neutraal                       |
| Duffel-Sluis | 1981 - 2015 | -40,3                     | binnen                                      | neutraal                       |

Tabel 4-12: Resultaten regressiemodellen jaargemiddelde looptijden laagwater. n.s. = niet-significant. 95%-P.I. is 95%-predictie-interval T2009 regressiemodel.

De analyses van de jaargemiddelde looptijd hoogwater leveren niet voor alle stations significante trends op. Voor de stations met significante trend zijn de verschillen ten opzichte van T2009 niet eenduidig. De jaargemiddelde looptijd hoogwater heeft een dalende trend in de Westerschelde. Voor Vlissingen–Bath valt in 2010 de looptijd hoogwater buiten het 95%-predictie-interval T2009.



Dit betekent volgens de evaluatiemethodiek een positieve ontwikkeling. Door toevoeging van de data in 2010-2015 neemt de trend voor Bath ongeveer dezelfde waarde aan als voor Terneuzen en Hansweert:  $-17$  min/eeuw. Kanttekening is dat de trends in de Westerschelde worden beïnvloed door de lange periode waarover de looptijden zijn geanalyseerd. Zoals gezegd zijn geen trendbreuken opgelegd in T2009 en dat is voor T2015 vanwege de consistentie gehandhaafd.

Voor de looptijd hoogwater van Vlissingen tot Liefkenshoek geldt dat de stijgende trend afvlakt. Voor de andere Vlaamse stations is de trend niet significant of liggen de waarden binnen de 95%-predictie-intervallen. Voor de stations Tielrode, Walem en Duffel-Sluis wordt geen trend in de data tot en met 2009 gevonden, hoewel T2009 deze wel rapporteert.

De T2009 trends in jaargemiddelde looptijd laagwater zijn voor alle stations significant en lineair dalend. Verlenging van de reeksen leidt over het algemeen tot een afzwakking van de trends. Voor station Bath ligt de waarde in 2015 boven het 95%-predictie-interval van de T2009 regressie. Dit betekent een positieve evaluatie ten opzichte van T2009. Voor station Tielrode is de evaluatie negatief, omdat de waarde in 2012 buiten het interval ligt. De evaluatie is neutraal voor de overige stations.

Figuur 4-17 en Figuur 4-18 illustreren de conclusies in Tabel 4-11 en Tabel 4-12. De figuren bevatten voor een selectie van de belangrijkste stations in de Westerschelde resp. de Zeeschelde grafieken van de T2009 trendlijnen en 95%-betrouwbaarheids- en predictie-intervallen van de jaargemiddelde looptijden hoog- en laagwater. De resultaten van de regressiemodellen met de tot en met 2015 verlengde tijdreeksen zijn ook getoond. In Figuur B-51 tot en met Figuur B-54 in Bijlage B.2 staan grafieken van de looptijden en de regressiemodellen van alle stations.

### **Interpretatie**

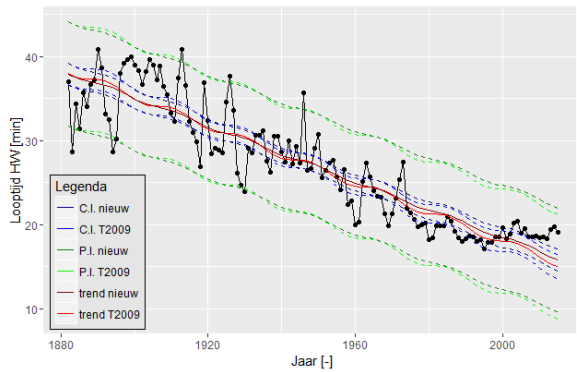
De analyses geven een wisselend beeld. Op het eerste gezicht is de indruk dat de trends in de jaargemiddelde looptijden afzwakken, omdat de waarden sinds 1990 redelijk stabiel zijn. Toepassing van de evaluatiemethodiek levert over het algemeen een neutrale ontwikkeling op ten opzichte van de trends in T2009. Voor station Bath is de ontwikkeling in de trends in jaargemiddelde looptijd hoog- en laagwater positief. Voor Tielrode (HW en LW) is de ontwikkeling negatief. Voor drie stations is de evaluatiemethodiek niet toepasbaar, omdat de (gereproduceerde) T2009 trend niet significant is.

De analyse van de looptijden geeft geen aanleiding om te veronderstellen dat de jaargemiddelde looptijd hoogwater sterker of minder sterk verandert dan de jaargemiddelde looptijd laagwater. De getij-asymmetrie en het tijvenster lijken vanaf 2009 niet te veranderen.

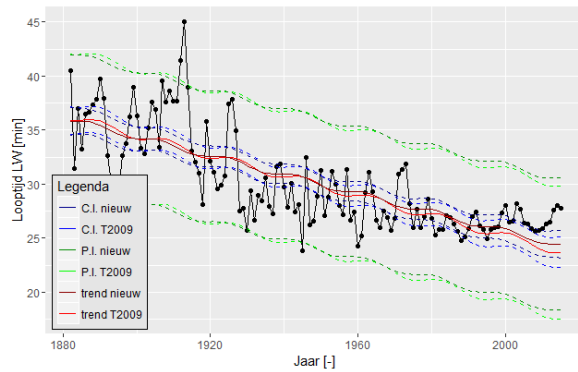
### *Aanbevelingen*

In T2009 wordt opgemerkt dat vanaf 1987 de meetfrequentie van waterstanden is verhoogd van uurlijks naar iedere 10 minuten. De fout in de bepaling van het tijdstip van het gemeten hoog- en laagwater is hierdoor gereduceerd. Direct gevolg is dat de variatie in de looptijdgegevens sinds 1987 is gedaald. Onze aanbeveling is om in het vervolg de regressiemodellen vanaf 1987 te schatten. Nu zijn de regressiemodellen zonder trendbreuk geschat en is de afgeleide trend niet goed representatief voor de periode na de ingrepen in het systeem in de jaren '70 van de 20<sup>e</sup> eeuw. De grafieken in Figuur 4-17 en Figuur 4-18 vertonen duidelijk een (tijdelijke) verhoging van de looptijden. Voor de stations in de Westerschelde is de trend in het jaargemiddelde looptijd van het laagwater vanaf 1987 tot heden positief.

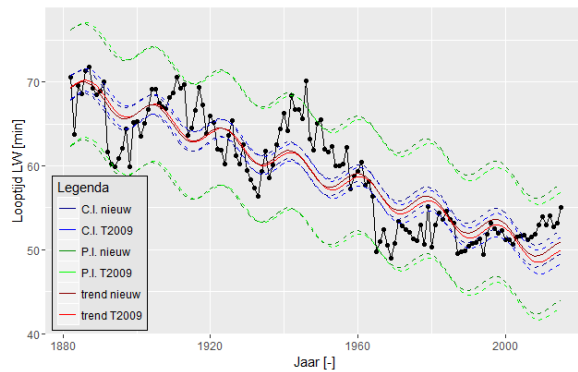
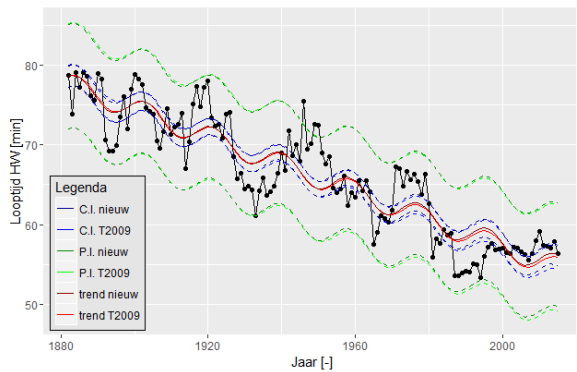
Jaarlijks gemiddelde looptijd hoogwater



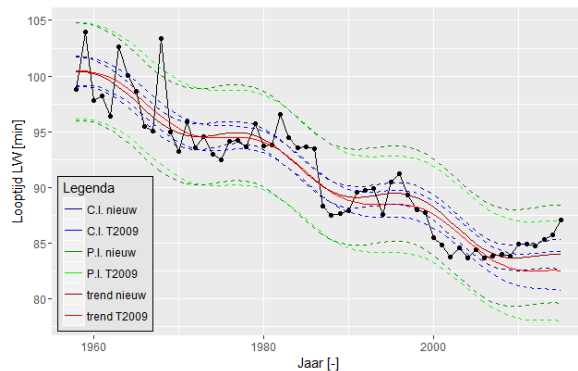
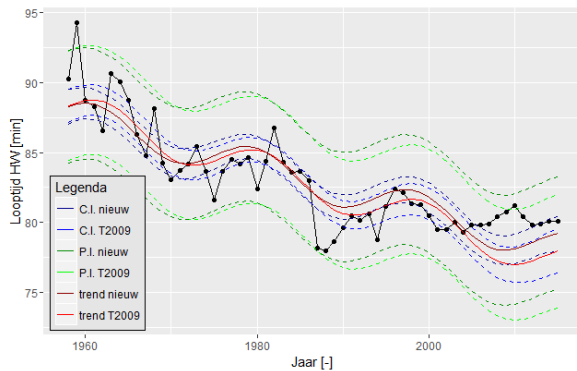
Jaarlijks gemiddelde looptijd laagwater



Viissingen – Terneuzen



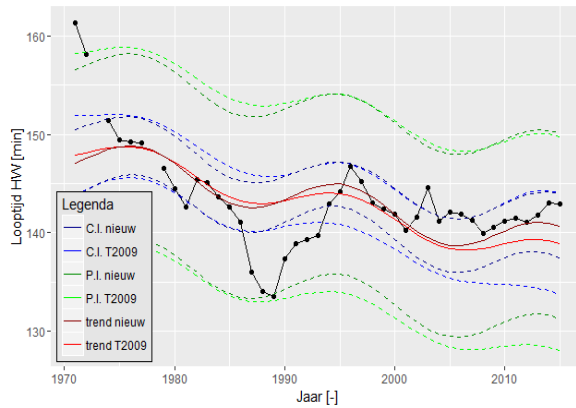
Viissingen - Hansweert



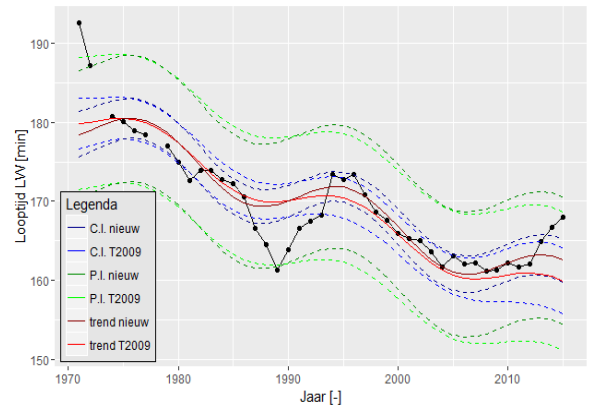
Viissingen - Bath

Figuur 4-17: Ontwikkeling van de looptijd van het jaargemiddelde hoog- en laagwater tussen Viissingen en de stations Terneuzen (1882-2015), Hansweert (1882-2015) en Bath (1957-2015) inclusief trendlijn en bijbehorende 95%-betrouwbaarheids- en predictie-intervallen.

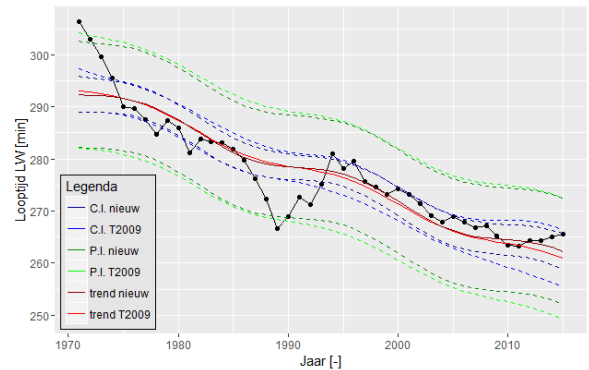
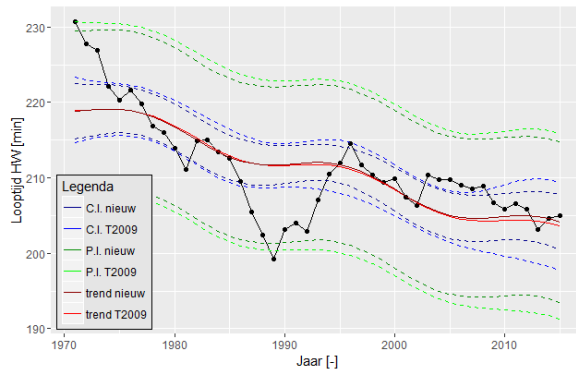
Jaarlijks gemiddelde looptijd hoogwater



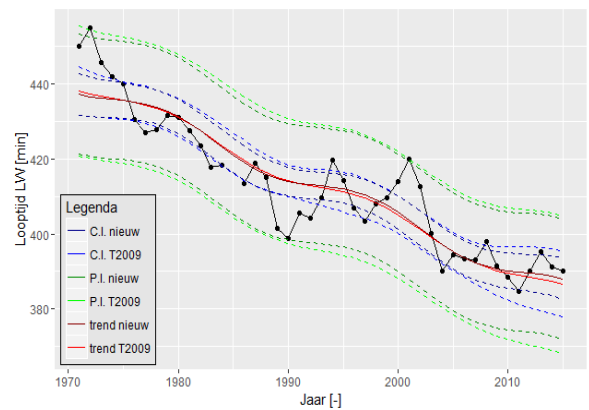
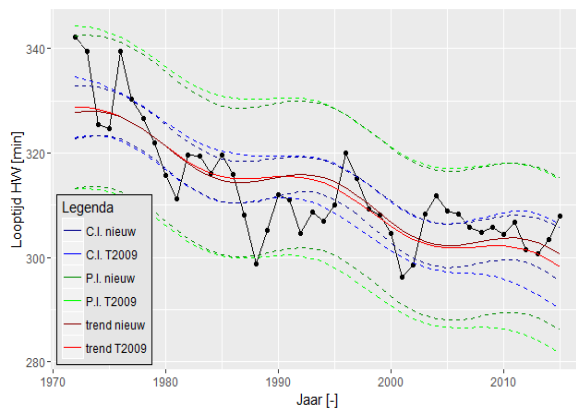
Jaarlijks gemiddelde looptijd laagwater



Vlissingen – Schelle



Vlissingen – Dendermonde



Vlissingen – Melle

Figuur 4-18: Ontwikkeling van de jaargemiddelde looptijd van het hoog- en laagwater tussen Vlissingen en enkele stations in de Zeeschelde (stroomopwaarts).

## 4.4 Verklarende parameters

### 4.4.1 Hydraulische randvoorwaarden

De hydraulische randvoorwaarden zijn ook verklarende parameters binnen de communicatie-indicator Dynamiek Waterbeweging. De resultaten van de statistische analyse van deze parameters staan in paragrafen 3.4.1 (getijslag), 3.4.2 (astronomisch getij), 3.4.3 (zeespiegelstijging), 3.4.4 (rivierafvoer) en 3.4.5 (meteorologie).

#### 4.4.2 Bathymetrie en geometrie

Bathymetrie en geometrie zijn verklarende parameters binnen de communicatie-indicator Dynamiek Waterbeweging. In paragraaf 3.4.6 staan de resultaten van de analyse van deze parameters.

#### 4.4.3 Sedimenteigenschappen

##### Definitie

Een verandering in sedimentsamenstelling kunnen een aanzienlijke invloed hebben op de grootte van het baggervolume. Daarom dienen veranderingen in onderstaande fracties (met bijhorende korrelgrootte) nauw opgevolgd te worden:

1. Zand:  $\emptyset > 63 \mu\text{m}$
2. Slib:  $\emptyset < 63 \mu\text{m}$ 
  - a. Silt:  $2\mu\text{m} < \emptyset < 63 \mu\text{m}$
  - b. Klei:  $\emptyset < 2 \mu\text{m}$

##### Data

De analyse is gebaseerd op monsternames (Waterbouwkundig Laboratorium) en labo-onderzoek van bijhorende minerale fracties (VMM) die uitgevoerd worden sinds 1989 op zowel Westerschelde als Beneden-Zeeschelde. Deze bemonsteringscampagne focust voornamelijk op de baggeractiviteit. De meetlocaties liggen dan ook op belangrijke baggerlocaties in de vaargeulen. Ze zijn genummerd beginnende aan de monding en naar de Boven-Zeeschelde toe.

Er dient vermeld te worden dat er niet in elk jaar monsters zijn genomen. Bovendien ontbreken op sommige locaties een aantal fracties. Voor meetgegevens met 2 fracties, werd de derde fractie berekend zodat de som op 100% uitkomt. Datapunten met maar 1 fractie zijn niet opgenomen in deze analyse. De locatie van de verscheidene meetpunten is terug te vinden in Bijlage B.15

Er is geen recente lithologische kaart (post 2009) beschikbaar. Voor een verdere bespreking van de oudere lithologische kaarten wordt verwezen naar het T2009 rapport.

##### Analyse

De analyse is opgesplitst naargelang morfologisch deelsysteem (§5). De evolutie tussen 2009 en 2015 wordt gepresenteerd in Tabel 4-13. Hiervoor werd het verschil tussen 2015 en 2009 berekend. Indien de absolute waarde van dit verschil groter is dan 2 keer de standaarddeviatie gedurende de periode 2009-2015, wordt de evolutie gemarkeerd. Staafdiagrammen met de lange termijn evolutie van alle meetlocaties zijn terug te vinden in Bijlage B.16.

| MT | Naam                                | Deelsysteem   | 2015 - 2009 | Std  |
|----|-------------------------------------|---------------|-------------|------|
| 1  | Wielingen - Zwin                    | Monding       | -26.2       | 10.1 |
| 2  | Wielingen - Cadzand Bad             | Monding       | -6.3        | 10.8 |
| 3  | Wielingen - Zwarte Polder           | Monding       | 0.3         | 12.9 |
| 4  | Wielingen - Kruishoofd              | Monding       | 19.9        | 11.2 |
| 5  | Dr. Vlissingen - rode kant          | Westerschelde | -2.2        | 1.6  |
| 6  | Dr. Vlissingen - groene kant        | Westerschelde | -3.1        | 1.5  |
| 7  | Dr. Borssele - groene kan           | Westerschelde | 2.4         | 2.5  |
| 8  | Dr. Borssele - rode kant            | Westerschelde | -4.0        | 2.7  |
| 9  | Pas v. Terneuzen                    | Westerschelde | -9.6        | 2.8  |
| 10 | Terneuzen                           | Westerschelde | -1.5        | 0.7  |
| 11 | Overloop v. Hansweert               | Westerschelde | -0.4        | 1.1  |
| 12 | Overloop v. Hansweert - opw.        | Westerschelde | 0.4         | 1.0  |
| 13 | Dr. Hansweert - afw. boei51         | Westerschelde | -0.2        | 1.1  |
| 14 | Dr. Hansweert - opw. boei51         | Westerschelde | -0.9        | 1.1  |
| 15 | Walsoorden                          | Westerschelde | -1.2        | 0.7  |
| 16 | Rnd pl. v. Valkenisse - omg. boei52 | Westerschelde | -1.1        | 0.7  |
| 17 | Rnd pl. v. Valkenisse - omg. boei56 | Westerschelde | -1.0        | 0.9  |
| 18 | Rnd pl. v. Valkenisse - omg. boei60 | Westerschelde | -0.6        | 0.6  |
| 19 | Dr. Valkenisse - omg. boei64        | Westerschelde | -1.3        | 1.0  |
| 20 | Dr. Valkenisse - omg. Schaarboei    | Westerschelde | 0.9         | 0.9  |
| 21 | Nauw v. Bath - afw                  | Westerschelde | -1.1        | 1.2  |
| 22 | Nauw v. Bath - opw.                 | Westerschelde | 3.7         | 1.4  |
| 23 | Dr. Bath - afw. boei70              | Westerschelde | 0.0         | 0.8  |
| 24 | Dr. Bath - opw. boei70              | Westerschelde | -1.1        | 0.6  |
| 25 | Afw. Zandvl./Vaarwater boven Bath   | Westerschelde | 4.5         | 1.5  |
| 26 | Dr. Zandvl. - rode kant             | Zeeschelde    | -15.0       | 5.5  |
| 27 | Dr. Zandvl. - groene kant           | Zeeschelde    | 0.8         | 2.8  |
| 28 | Rnd pl. v. Doel                     | Zeeschelde    | -7.3        | 4.4  |
| 29 | St. pl. Schaar v. Ouden Doel - afw  | Zeeschelde    | 0.4         | 5.0  |
| 30 | St. pl. Schaar v. Ouden Doel - opw  | Zeeschelde    | -2.2        | 7.6  |
| 31 | Geul Zandvl. sluis                  | Zeeschelde    | 10.9        | 6.4  |
| 32 | Geul Berendr. sluis                 | Zeeschelde    | 5.0         | 2.6  |
| 33 | Dok Berendr./Zandvl. sluis - afw.   | Zeeschelde    | 36.7        | 20.8 |
| 34 | Dok Berendr./Zandvl. sluis - opw.   | Zeeschelde    | 1.9         | 2.8  |
| 36 | Dr. Frederik - groene kant          | Zeeschelde    | -11.9       | 10.7 |
| 37 | Dr. Frederik - rode kant            | Zeeschelde    | -19.8       | 13.6 |
| 38 | Deurganckdok - ingang               | Zeeschelde    | -38.0       | 14.3 |
| 39 | Deurganckdok - midden               | Zeeschelde    | -11.3       | 3.8  |
| 40 | Deurganckdok einde                  | Zeeschelde    | 17.8        | 8.9  |

|    |                                   |             |             |      |
|----|-----------------------------------|-------------|-------------|------|
| 41 | Dr. Lillo - groene kant           | Zeeschelde  | -17.4       | 11.6 |
| MT | Naam                              | Deelsysteem | 2015 - 2009 | Std  |
| 42 | Dr. Lillo - rode kant             | Zeeschelde  | 2.2         | 16.2 |
| 43 | Geul Kallosluis - opw.            | Zeeschelde  | -10.2       | 3.6  |
| 44 | Geul Kallosluis - midden          | Zeeschelde  | -1.8        | 2.1  |
| 45 | Geul Kallosluis - afw             | Zeeschelde  | -6.4        | 2.4  |
| 46 | Pl. en dr. de Parel - rode kant   | Zeeschelde  | -1.3        | 16.1 |
| 47 | Pl. en dr. de Parel - groene kant | Zeeschelde  | -0.4        | 13.3 |
| 48 | Geul v.Cauwel.sluis               | Zeeschelde  | -17.0       | 8.7  |
| 49 | Geul Boud.sluis                   | Zeeschelde  | -3.7        | 3.9  |
| 50 | Dok Boud./v.Cauwel.sluis - opw.   | Zeeschelde  | -0.9        | 6.1  |
| 51 | Dok Boud./v.Cauwel.sluis - afw.   | Zeeschelde  | 39.1        | 20.8 |
| 52 | Hansadok                          | Zeeschelde  | -12.4       | 9.4  |
| 53 | Dr. Krankeloon - groene kant      | Zeeschelde  | 3.4         | 1.8  |
| 54 | Dr. Krankeloon - rode kan         | Zeeschelde  | 1.4         | 1.2  |
| 55 | Stortzone Punt v.Melsele          | Zeeschelde  | -14.0       | 14.6 |
| 56 | Stortzone Pl. v.Boomke afw.       | Zeeschelde  | -8.9        | 6.6  |
| 58 | Stortzone Pl. v.Boomke - opw.     | Zeeschelde  | 1.5         | 2.9  |
| 59 | Stortzone Oosterweel              | Zeeschelde  | -10.0       | 16.8 |
| 61 | Zeesluis Wintam - afw.            | Zeeschelde  | -9.4        | 17.1 |

Tabel 4-13: Evolutie van de sedimentsamenstelling [% zandfractie] op de Westerschelde tussen 2009 en 2015: daling (rood) en stijging (groen). Hierbij ook de benaming van de locaties en de standaarddeviatie berekend over de periode 2009 tot en met 2015. (Bron: VMM-staalnames).

### Monding

Meetpunten MT-01 tot en met MT-04 (zie ook Bijlage B.15) bevinden zich allen in de geul Wielingen (Figuur 4-18). Op geen enkele locatie stijgt de slibconcentratie tot boven de 40%. Algemeen worden de hoogste slibconcentraties opgemeten nabij de baggerstortzone ZBO (MT-01 en MT-02). Er is een sterke inter-jaarlijkse variatie, toch kan men onderstaande punten vaststellen:

- Op MT-01 en MT-02 wordt algemeen een hogere slibconcentratie opgemeten dan in MT-03 en MT-04.
- Te MT-03 en MT-04 was 2014 een extreem jaar met sterk verhoogde slibconcentraties. Zeker op het doorgaans erg zanderige MT-03 was er een aanzienlijke shift waarneembaar.
- Op MT-01 en MT-02 werden de hoogste slibconcentraties waargenomen in 2013.
- De slibconcentratie te MT-01 vertoont een stijgende trend sinds 2009, waar er toen wel een zeer lage concentratie opgemeten werd.

### Westerschelde

De meetpunten op de Westerschelde zijn terug te vinden in Bijlage B.15. MC1 wordt bemonsterd op locatie MT-05 en MT-06 die zich nabij de drempel van Vlissingen bevinden. Net zoals in T2009 blijven dit in 2015 sterk zanderige locaties. Er is wel een zeer lichte stijging in slibconcentratie waarneembaar. Deze komt nu boven de 5% uit komt. Op beide locaties zijn 2010, 2013 en 2015 de jaren met hoogst opgemeten slibconcentraties. De percentages blijven onder de 10%.

MC2 wordt niet bemonsterd aangezien de vaargeul zich rond deze mesocel slingert.

Ook MC3 bestaat voornamelijk uit zandige sedimenten. Op de Drempel van Borsele (MT-07 en MT-08) worden hogere slibconcentraties waargenomen dan in de Pas van Terneuzen (MT-09 en MT-10). Het oostelijke deel van de Pas van Terneuzen is iets zandiger dan het westelijke. Op de Pas van Terneuzen vertoont de slibconcentratie een stijgende trend.

In MC4 wordt de Overloop van Hansweert bemonsterd in MT-11 en MT-12. Hier zijn geen opmerkelijke veranderingen waarneembaar. De zandfractie blijft minimaal 95%.

MC5 wordt bemonsterd op de Drempel van Hansweert (MT-13 en MT14), Drempel van Walsoorden (MT-15), Overloop van Valkenisse (MT-16, 17 en 18) en de Drempel van Valkenisse (MT-19). Op al deze locaties bestaan de sedimenten in 2015 nog steeds uit bijna uitsluitend zandig materiaal. Er is geen duidelijke trend, noch verschil met T2009 waarneembaar. Meetlocaties MT20 (Drempel van Valkenisse), MT-21 en MT-22 (beide Bocht van Bath) bevinden zich in MC6. Op alle locaties blijven de sedimenten voornamelijk bestaan uit de zandfractie. Op MT-22 werd in 2009 de hoogste slibconcentratie opgemeten. Hierna steeg de zandfractie. Op geen enkele locatie worden de piekconcentraties van 1999 en/of 2000 geëvenaard.

MC7, tot slot, bevat meetlocaties MT-23 tot en met MT-25, allen in de Bocht van Bath. In MT-25 is er een lichte daling qua slibfractie aan de gang sinds 2008-2009.

#### *Beneden-Zeeschelde*

De locatie van de verscheidene meetpunten is terug te vinden in Bijlage B.15. Een groot deel van de meetlocaties (MT-26 tot en met MT-34 en MT-37) bevinden zich in OMES9. Gedurende de laatste jaren is een duidelijke stijgende trend in de slibconcentratie te merken in het "noordelijke deel" of rode kant van de drempel van Zandvliet (MT-26). Dit wordt niet weerspiegeld in het meer zuidelijk gelegen groene kant of afwaarts schaar van Ouden Doel (respectievelijk MT-27 en MT-29) waar de slibconcentratie, mits enige variabiliteit, navenant constant blijft. MT-28 ligt in de baggerzone 'Vaarwater van Ouden Doel', op de rand van Plaat van Doel. Hier is, met uitzondering van een lagere concentratie in 2012, eenzelfde stijgende trend qua slibgehalte te zien als te MT-26. In het opwaartse deel van de Schaar van Ouden Doel (MT-30) stijgt het slibgehalte tot een piek van 32% in 2013, waarna deze terug gestaag afzwakt naar 16% in 2015. De sedimenten in de toegangsgoulen van de Zandvliet- en Berendrechtshuis (respectievelijk MT-31 en MT-32), bestaan voornamelijk uit slib. Toch, sinds begin 2000' is er een stijgende trend in zandfractie tot 30% in 2015. De dokken kennen een verschillende evolutie. Zo is er in het afwaartse gedeelte van de dokken (MT-33) een zeer drastische terugval qua slibgehalte van 94% in 2010 naar 48% in 2011. Deze hoge zandconcentratie blijft behouden gedurende de laatste jaren. Deze sterke stijging in zandfractie wordt niet waargenomen in het opwaartse deel van de dokken (MT34), waar een slibfractie van meer dan 80% behouden blijft. De oostelijke (rode) kant van de drempel van Frederik (MT-37) kent een stijging in slibgehalte van 12% in 2009 naar een piek 58% in 2012, waarna deze afzwakt naar 32%. Hier is er dus een toename in slibgehalte ten opzichte van pre-2010.

In OMES10 zijn de groene kant van de Drempel van Frederik (MT-36), het Deurganckdok (MT-38 tot en met MT-40: ingang tot achterzijde) en de Drempel van Lillo (MT-41 en MT-42) bemonsterd. Op de Drempel van Frederik wordt er vanaf 2011 een verhoogde slibconcentratie opgemeten. Deze stijgt van 10% in 2010 naar 32% in 2011. Aan de ingang van het Deurganckdok (MT-38) schommelt het slibgehalte sinds 2010 rond de 85%, wat hoger is dan voorgaande jaren. In het midden (MT-39), is er een toename in zandgehalte, met een stijgende trend die zich voordoet sinds begin 2000' en voortzet in de laatste jaren tot 30% in 2015. Ten

opzichte van in T2009, is er een switch qua sedimentfracties: in T2009 was het zandgehalte hoger aan de ingang dan in het middelste deel, terwijl zich recent het omgekeerde voordoet. Ook achteraan het dok is de slibfractie dominant. De zandfractie varieert hier tussen 25% in 2011 en 2% in 2013. Achteraan het dok, blijft de zandfractie lager dan in het middelste deel. Op de Drempel van Lillo is er een sterke jaar-op-jaar variatie.

MT-43 tot en met MT-58 situeren zich in OMES11. In de toegangsgeul van Kallosluis (MT-43 tem MT45: opwaarts naar afwaarts) herstelt het slibgehalte zich van een minima in 2008. De slibgehaltenes blijven sinds 2010 min of meer constant. De hoogste zandgehaltenes worden opgemeten in het middelste deel, waar deze schommelt rond 20% ten opzichte van 10% op- en afwaarts. Op de Plaat en Drempel van de Parel (MT-46 en MT-47) piekt het slibgehalte in 2013 en 2014 naar waardes tussen 45 en 55%, maar in 2015 herstelt de zandfractie zich naar 90%. In zowel de toegangsgeul naar de Boudewijn- en Van Caewelaertsluis als de dokken opwaarts (respectievelijk MT-48 tot en met MT-50), blijft de slibfractie dominant. In het Hansadok (MT-52) is er in 2015 een plotse terugval in zandgehalte van een waarde rond 40% naar 13%. Aan de Drempel van Krankeloon wordt bijna uitsluitend zandfractie (>90%) gevonden. Hier is geen verandering merkbaar ten opzichte van de toestand tijdens T2009. Aan de stortzone van het Punt van Melsele (MT-55), deed er zich in 2008 een abrupte stijging in slibgehalte (tot bijna 50%) voor. Met uitzondering van een piekgehalte van 80% in 2013, blijft deze ook daarna rond hetzelfde niveau fluctueren. Het slibgehalte in het afwaartse gedeelte van stortzone Plaat van Boomke (MT-57) kende tussen 2005 en 2009 een stijgende trend. Het slibgehalte is sinds dan stabiel gebleven en fluctueert tussen 30% en 45%. Het opwaartse gedeelte van de Plaat van Boomke (MT-58), daarentegen, blijft praktisch volledig zanderig (>95%).

OMES12 wordt louter bemonsterd ter hoogte van Oosterweel (MT-59). Hier kende de slibfractie een sterke terugval in 2012, waarna deze opnieuw steeg en daarna fluctueerde tussen 60% en 80%. De hogere slibgehaltenes van 2009, verkregen na een stijging tussen 2003 en 2009, blijven dus behouden.

De Plaat van Hoboken (MT-60), in OMES13, werd louter bemonsterd in 2007, 2008 en 2011. In alle 3 de jaren werd een zandfractie van 95% opgemeten. Meetlocatie MT-61 ligt aan de meest opwaartse zijde van OMES13, afwaarts Zeesluis Wintam. Hier wordt in 2011 een uitzonderlijk hoge slibconcentratie van 59% opgemeten. Daarna stijgt de zandfractie opnieuw. MT-63 bevindt zich in de Geul van Zeesluis Wintam, net aan de uiterst afwaartse zijde van OMES14. Het verschil met het nabijgelegen punt MT-61 is beduidend, aangezien hier de slibfractie dominant is. Spijtig genoeg zijn er geen meetgegevens van na 2010.

## **Interpretatie**

### *Monding*

De opgemeten slibconcentraties hangen vermoedelijk samen met de baggeractiviteiten. Zo werd Wielingen uitgebaggerd in 2013 en was er een verhoogde stortintensiteit op de nabijgelegen baggerstortplaats Br&W Zeebrugge Oost (ZBO), waar er slib vanuit de haven van Zeebrugge gedumpt wordt, in 2014 en 2015. De stijgende trend in slibconcentratie op MT-01 is het gevolg van een zeer lage waarde in 2009. Toch is het aan te raden om een toekomstige evolutie in het oog te houden.

### *Westerschelde*

Net zoals waargenomen in T2009, is er op zo goed als alle meetpunten hoofdzakelijk zand aanwezig. Hieronder de belangrijkste punten:



1. Op de Drempel van Vlissingen is tussen 2009 en 2015 de zandfractie licht gedaald aan zowel MT-05 als MT-06. Deze daling is zo laag dat deze als niet significant wordt gezien.
2. In de Pas van Terneuzen stijgt het slibgehalte bij zowel MT-09 als MT-10. MT-10 ligt het dichtst bij de stortvakken W7, 8 en 14 voor de havenstortingen uit Terneuzen (Oost- en Westbuitenhaven, Veerhaven en Kanaal-Gent-Terneuzen). Hier is nauwelijks verschil op te merken (stijging slib met 1,5%). Bij MT-09 is er wel een duidelijk stijgende trend in het slibgehalte. MT-09 ligt meer zeewaarts op een aantal kilometer van de haven van Terneuzen, nabij de stortvakken voor Terneuzen Braakmanhaven. Mogelijk houdt deze stijging in slibgehalte verband met de aanhoudende stortingen van baggerslib.
3. Bij de berekening werd er voor MT-22 en MT-25 (respectievelijk in het Nauw van Bath-opwaarts en Afwaarts Zandvliet/ Vaarwater boven Bath) een stijging in zandfractie waargenomen. Deze zijn echter het gevolg van verhoogde slibconcentraties in 2008 en 2009. Deze trend wordt als niet significant beschouwd.

#### *Beneden-Zeeschelde*

De Beneden-Zeeschelde blijft, zoals waargenomen in T2009, steeds een hoger slibgehalte bevatten dan de Westerschelde. Hieronder de belangrijkste punten:

1. Op de Drempel van Zandvliet (rode kant – zeewaarts; MT-26), stijgt het slibgehalte sterk na 2008.
2. Op MT-28, aan de rand van de Plaat van Doel, stijgt het slibgehalte al sinds 2007. Een tijdelijk minimum zorgde ervoor dat deze evolutie niet gemarkeerd werd bij de berekening. Toch lijkt er een stijgende trend te bestaan in het slibgehalte.
3. Op MT-36 (Drempel Van Frederik – groen) is er vanaf 2011 een verhoogd slibgehalte. Tussen 2014 en 2015 daalde het slibgehalte waardoor deze evolutie niet gemarkeerd werd in de berekening. Op MT-37 (Drempel Van Frederik – rood) steeg de concentratie slib vanaf 2009 tot een maximum in 2012. Daarna daalde het slibgehalte opnieuw. Toch blijft het slibgehalte op een hoger niveau dan voor 2010. Dit doet ons besluiten dat het slibgehalte op de Drempel van Frederik verhoogd is ten opzichte van de periode voor 2009.
4. Aan de ingang (MT-38) en in het midden (MT-39) van Deurganckdok is het slibgehalte toegenomen. De trend aan de ingang is weliswaar overschat doordat er in 2009 een minimum werd opgemeten. Aan het einde van Deurganckdok is het zandgehalte dan weer gestegen ten opzichte van 2010. Hier is er wel een aanzienlijke jaar-op-jaar variatie.
5. Op MT-41 (Drempel van Lillo – groene kant) is er sinds 2011 een verhoogd slibgehalte. Tussen 2014 en 2015 daalde de slibfractie, waardoor de evolutie niet gemarkeerd werd in de berekening. Op MT-42 (Drempel van Lillo – rode kant) vertoont het slibgehalte een sterke jaar-op-jaar variatie. Sinds 2010 komen er wel hogere pieken in het slibgehalte voor dan voorheen. Op de Drempel van Lillo komen er (vaker) hogere slibgehaltenes voor dan voor 2010.
6. In de toegangsgeul van Kallosluis (MT-43 – MT-45) is het slibgehalte gestegen.
7. Op de Plaat en Drempel van de Parel (MT-46 en MT-47) vertoont de sedimentsamenstelling een sterke jaar-op-jaar variatie. Sinds 2010-2011 komen er hier hogere pieken in het slibgehalte voor dan voorheen. Het slibgehalte was wel weer vrij laag in 2015.
8. Bij de afwaartse dokken Boudewijn- en Van Caewelaertsluis (MT-51) vertoont de sedimentsamenstelling een sterke jaar-op-jaar variatie. Mogelijk stijgt het zandgehalte met de jaren.
9. Aan de stortzone Punt van Melsele (MT-55) is de sedimentsamenstelling sterk variabel (piek in slibgehalte in 2013). Toch lijkt het dat er sinds 2009 hogere slibconcentraties worden opgemeten dan voorheen.

10. Afwaarts de stortzone Plaat van Boomke (MT-56) de sedimentsamenstelling sterk variabel. Globaal gezien lijkt het slibgehalte te stijgen sinds 2003. Dit is niet op te merken opwaarts de stortzone Plaat van Boomke (MT-58).

#### 4.4.4 Morfologische dynamiek

De morfologische dynamiek van het Schelde estuarium wordt besproken in §5.

### 4.5 Conclusies

De communicatie-indicator kent twee toetsparameters: Beschikbare diepte en Tijdenster. In de T2009-rapportage zijn door toepassing van regressiemodellen op meetgegevens trends bepaald in de rekenparameters jaargemiddeld hoog- en laagwater, jaarlijks onderhoudsbaggervolume en de jaargemiddelde looptijd hoog- en laagwater. De gevonden trends gelden als referentie voor de T2015 evaluatie.

Net als in de communicatie-indicator hydrodynamiek waterbeweging zijn de beschikbare meetgegevens in de periode 2010-2015 bewerkt tot waarden per jaar. De regressiemodellen en analyses uit T2009 zijn opnieuw toegepast om de trends te reproduceren. Vervolgens zijn de data tot en met 2015 ook geanalyseerd om een indruk te krijgen van eventuele trendwijzigingen.

#### Beschikbare diepte

In T2009 werden stijgende trends in de rekenparameters jaargemiddeld hoogwater en jaargemiddeld laagwater gevonden. Uit de analyse van het jaargemiddelde laagwaterstanden volgt dat de ontwikkeling van de trends voor het grootste deel van de stations ten opzichte van T2009 *neutraal* is. De evaluatie van het jaargemiddeld hoogwater is bij hydrodynamiek waterbeweging besproken.

De rekenparameter Onderhoudsbaggervolume wordt louter geëvalueerd op de trend sinds 2011, die zowel op de Zeeschelde als de Westerschelde dalend is. In de toekomst zal blijken of de onderhoudsbaggervolumes dalen naar het niveau van voor de derde verruiming. Zandwinning op de Westerschelde is, afgezien van een Pilot, stopgezet. In de haven van Terneuzen dalen de jaarlijkse baggervolumes na 2011. In de havens van Breskens en Hansweert is er een stijgende trend. Op de Beneden-Zeeschelde steeg het jaarlijks onderhoudsbaggervolume slib sterk tussen 2010 en 2011. Dit door verhoogde slibvolumes op baggerlocaties Drempel van Frederik, Deurganckdok en in mindere mate de Drempel van Lillo. Sinds 2010 wordt het Deurganckdok op volledige diepte gebaggerd, wat de stijging hier (op zijn minst deels) verklaard. De Drempels van Frederik en Lillo liggen hier dicht tegen aan. Er is meer onderzoek nodig om na te gaan of de stijging hier ook een (al-dan-niet onrechtstreeks) gevolg was van het op diepte baggeren van Deurganckdok of van de derde verruiming. Op de Boven-Zeeschelde werd er sinds 2010 meer en meer zand gewonnen. De achterstand in onderhoudsbaggerwerken op de Durme en de tijarm Gentbrugge-Melle werd weggewerkt.

#### Tijdenster

De ontwikkeling in de trends in jaargemiddelde looptijd van het hoog- en laagwater is voor de meeste stations in de Westerschelde en de Zeeschelde *neutraal* ten opzichte van de trends in T2009. Dit is in lijn met de conclusie in T2009 dat in de laatste 20 (30) jaar de looptijden relatief stabiel / constant zijn gebleven in de Westerschelde (Zeeschelde).

De verklarende parameters in deze communicatie-indicator zitten vervat binnen de communicatie-indicatoren Dynamiek waterbeweging en Plaat-en Geulstelsel.

In het deelsysteem monding stijgt het slibgehalte aan de westzijde van Wielingen. De sedimentsamenstelling in de Westerschelde blijft gedomineerd door de zandfractie. In de Pas van Terneuzen is er wel een stijgende trend in het slibgehalte waargenomen. Op de Beneden-Zeeschelde is of (1) het slibgehalte verhoogd of (2) wordt er meer frequent, verhoogde slibgehaltenes opgemeten dan in de periode voor 2009-2010: Drempel van Zanvliet (rood), Plaat van Doel, Drempel van Frederik, ingang en midden van Deurganckdok, Drempel van Lillo, toegangsheul Kallosluis, Plaat en Drempel van de Parel, stortzone Punt van Melsele en afwaarts Plaat van Boomke. Het zandgehalte steeg dan weer aan het einde van Deurganckdok en de in afwaartse dokken Boudewijn- en Van Caewelaertsluis.



## 5 Plaat- en geulsysteem

### 5.1 Inleiding

#### 5.1.1 Definitie

Anders dan bij de overige communicatie-indicatoren, wordt de communicatie-indicator Plaat- en geulsysteem niet geëvalueerd met behulp van een rekenpiramide, noch rekenparameters. Dit was oorspronkelijk wel het geval bij het opstellen van de referentie in T2009 (Depreiter *et al.* 2014). In deze studie wordt de herziening van de evaluatiemethodiek (Maris *et al.* 2014) gevolgd. De analyse van de communicatie-indicator wordt ruimtelijk ingedeeld in 3 deelsystemen, met name: (1) de monding zeewaarts van de lijn Vlissingen-Breskens, (2) het meergeulensysteem van de Westerschelde en (3) het enkelgeulsysteem van de Zeeschelde. Voor ieder deelsysteem dient een aantal onderzoeksvragen opgelost te worden met behulp van een set verklarende parameters.

De analyse van de communicatie-indicator Plaat-en geulsysteem draait rond de fysieke systeemkenmerken van het Schelde-estuarium. Hierbij wordt de realiteit getoetst aan het streefbeeld, opgesteld in de Lange termijnvisie 2030:

“De instandhouding van de fysieke systeemkenmerken van het estuarium is uitgangspunt van beheer en beleid”.

Of meer in detail:

“Een open en natuurlijk mondingsgebied, een systeem van hoofd- en nevengeulen met tussenliggende platen en ondiepwatergebieden in de Westerschelde en een riviersysteem met meanderend karakter in de Zeeschelde. Daarnaast treft men een grote diversiteit aan van schorren, slikken en platen in zout, brak en zoet gebied, gecombineerd met natuurvriendelijke oevers. “

#### 5.1.2 Data

Voor de analyse van de morfologische ontwikkeling werd voornamelijk gebruik gemaakt van de digitale vaklodingen (monding) en/of verwerkte bodemgrids (Westerschelde en Zeeschelde). Ook droogvalduurkaarten werden bij de analyse betrokken om daarmee de link met de communicatie-indicator Leefbaarheid te versterken. Deze bodemliggingsgegevens werden aangeleverd door Rijkswaterstaat (RWS) en afdeling Maritieme Toegang (aMT).

Voor bepaalde verklarende parameters, werd er ook gebruik gemaakt van:

- Droogvalduurkaarten opgesteld door Rijkswaterstaat Zee en Delta (RWS ZD).
- De zandbalans opgesteld door RWS ZD. Hier zitten ook al de baggergegevens in opgenomen.
- Gemeten waterstanden in de Westerschelde aangeleverd door Rijkswaterstaat Centrale Informatievoorziening (RWS CIV) en in de Zeeschelde door het Waterbouwkundig Laboratorium (WL).
- Gerapporteerde antropogene ingrepen (§3.4.6).
- Bodembemonstering (§4.4.3).

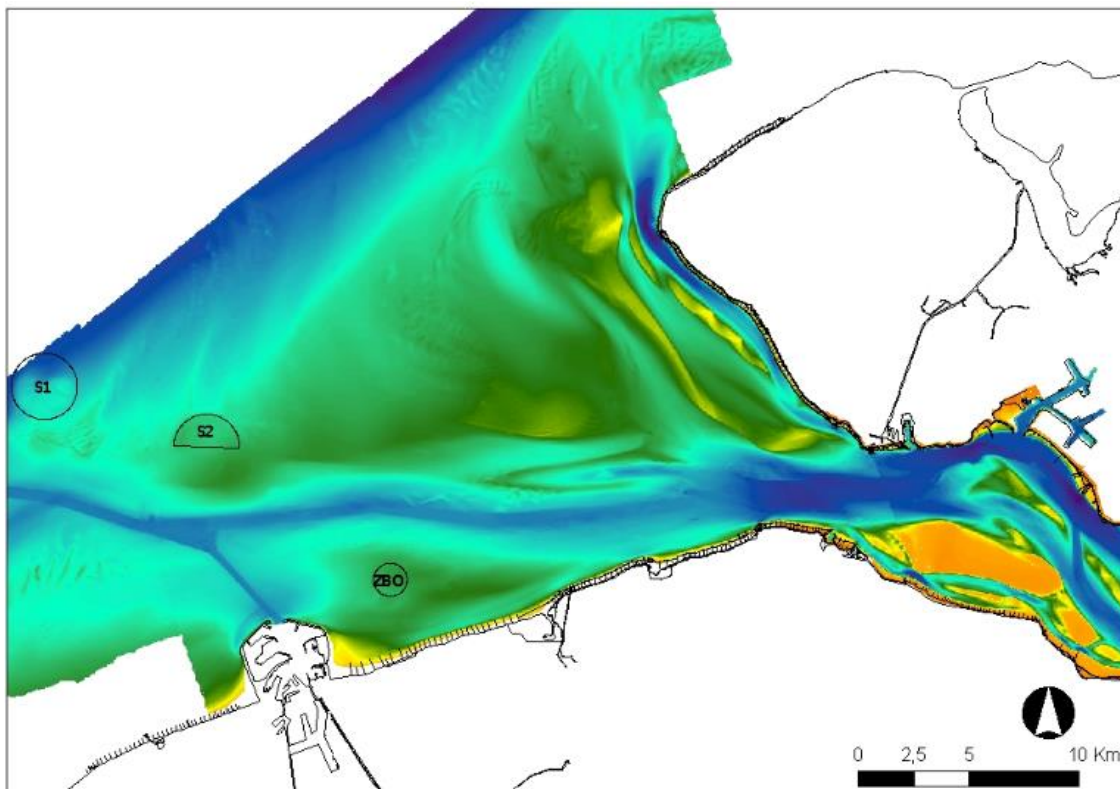
## 5.2 Deelsysteem monding

### 5.2.1 Definitie

Het deelsysteem monding strekt zich westwaarts uit vanaf de lijn Vlissingen-Breskens. Er bestaat nog onduidelijkheid met betrekking tot de westelijke begrenzing, aangezien een harde grens als de -20m contour als onnatuurlijk beschouwd wordt. Daarom werd de westelijke begrenzing in deze studie louter vastgelegd op basis van de databeschikbaarheid, met andere woorden de aangeleverde vaklodingskaarten. Concreet betekent dit dat zowel de Haven van Zeebrugge, als baggerstortplaatsen B&W S1, B&W S2 en B&W ZBO als onderdeel van het deelsysteem beschouwd worden (zie ook §4.2.3).

Voor het deelsysteem monding dienen volgende onderzoeksvragen beantwoord te worden:

- Zijn er veranderingen in de weidsheid of openheid van het gebied?
- Is er een evolutie in zijn rol als overgangsgebied?
- Zijn er ingrepen geweest in de natuurlijke morfologie van het mondingsgebied?



*Figuur 5-1: Deelsysteem "mondning" – Vaklodingskaarten (aangeleverd via het VLIZ) met aanduiding van de Belgische baggerstortplaatsen: B&W S1 (S1), B&W S2 (S2) en B&W Zeebrugge Oost (ZBO). De achtergrond is een gecombineerd grid van vaklodingskaarten uit 2014 (Westerschelde en Monding tot en met Zeebrugge en B&W S2) en 2011 (ten westen van Zeebrugge, inclusief B&W S1).*

## 5.2.2 Erosie en Sedimentatie (kaart)

### Definitie

Een erosie-sedimentatiekaart toont de bathymetrische evolutie tussen 2 tijdstippen. Hiervoor werd gebruik gemaakt van de vaklodingskaarten. De monding wordt niet jaarlijks in zijn geheel opgemeten. Daarom werd bij deze studie eerst geanalyseerd wat de geografische spreiding is voor ieder jaar. Hieruit kwam naar voor dat er in 2008 en 2014 het grootste oppervlak werd opgemeten. De erosie-sedimentatiekaart (met hierin B&W S2 en B&W ZBO) werd daarom opgesteld door de bathymetrie van 2014 te verminderen met deze van 2008. Gegevens rondom B&W S1 waren niet beschikbaar in 2014. Voor deze zone zijn de gegevens van 2008 en 2011 geanalyseerd.

### Analyse

De morfologische evolutie tussen 2008 en 2014 (en 2008-2011 voor de zone rondom B&W S1) wordt gepresenteerd in Figuur 5-2. De geomorfologische configuratie in de monding (en voornamelijk de Vlake van Raan) is stabiel dan deze in de Westerschelde. De verandering situeert zich voornamelijk op de volgende vier zones:

1. De baggerstortplaatsen: hier treedt er sedimentatie op door het storten van baggerspecie. De grootste impact is zichtbaar rondom B&W S1 (evolutie 2008-2011) ook al wordt hier aan zandwinning gedaan. Rondom B&W ZBO is er ophoging.
2. In het Scheur en de Wielingen treedt er verdieping op die (groten-)deels te wijten is aan het uitbaggeren van de vaargeul. Toch, aan de zijde van B&W ZBO is er ophoging op te merken. De zandrug aan de noordflank van Wielingen ontwikkelt zich verder, terwijl een gelijkaardige rug ten noorden hiervan verder erodeert (zie ook Cleveringa, 2008).
3. De noordelijke vaargeul (Sardijngeul en Oostgat) wordt verder tegen de kust opgeduwd door migratie van de zandbanken. Hierdoor ontstaat een steile overgang van zee naar land wat de kust kwetsbaar maakt voor kusterosie (Provincie Zeeland, 2006).
4. De Geul van Walvischstaart verdiept en migreert noordwaarts samen met de noordoostelijke rug (Elleboog).

## 5.2.3 Volume van ingrepen bij de monding

Voor een gedetailleerde beschrijving van de antropogene ingrepen wordt verwezen naar §3.4.6. Algemeen kan gesteld worden dat er een aanzienlijke hoeveelheid sediment verplaatst werd door bagger- en stortwerken. Deze hebben mogelijk een invloed op de lokale sedimentologie (§4.4.3).

## 5.2.4 Sedimentologie van de monding

De sedimentologie van de monding wordt besproken in §4.4.3. Kort samengevat:

- Op geen enkele locatie stijgt het slibgehalte tot boven de 40%.
- De hoogste slibconcentraties worden opgemeten nabij baggerstortzone B&W ZBO.
- Het slibgehalte stijgt aan de westelijke zijde van de vaargeul Wielingen.

## 5.2.5 Zanduitwisseling tussen de monding en de Westerschelde

Het zandtransport, berekend in de sedimentbalans van Rijkswaterstaat ZD (§5.3.2), vertoont een stijging van het volume zand dat geïmporteerd wordt vanuit de monding naar de Westerschelde. Tussen 2004 en 2009 werd er 13,3 Mm<sup>3</sup> (in situ volume) zand geïmporteerd

terwijl dit in de periode 2010-2015 20,9 Mm<sup>3</sup> was. Dit komt overeen met een stijging van 7,6 Mm<sup>3</sup>.

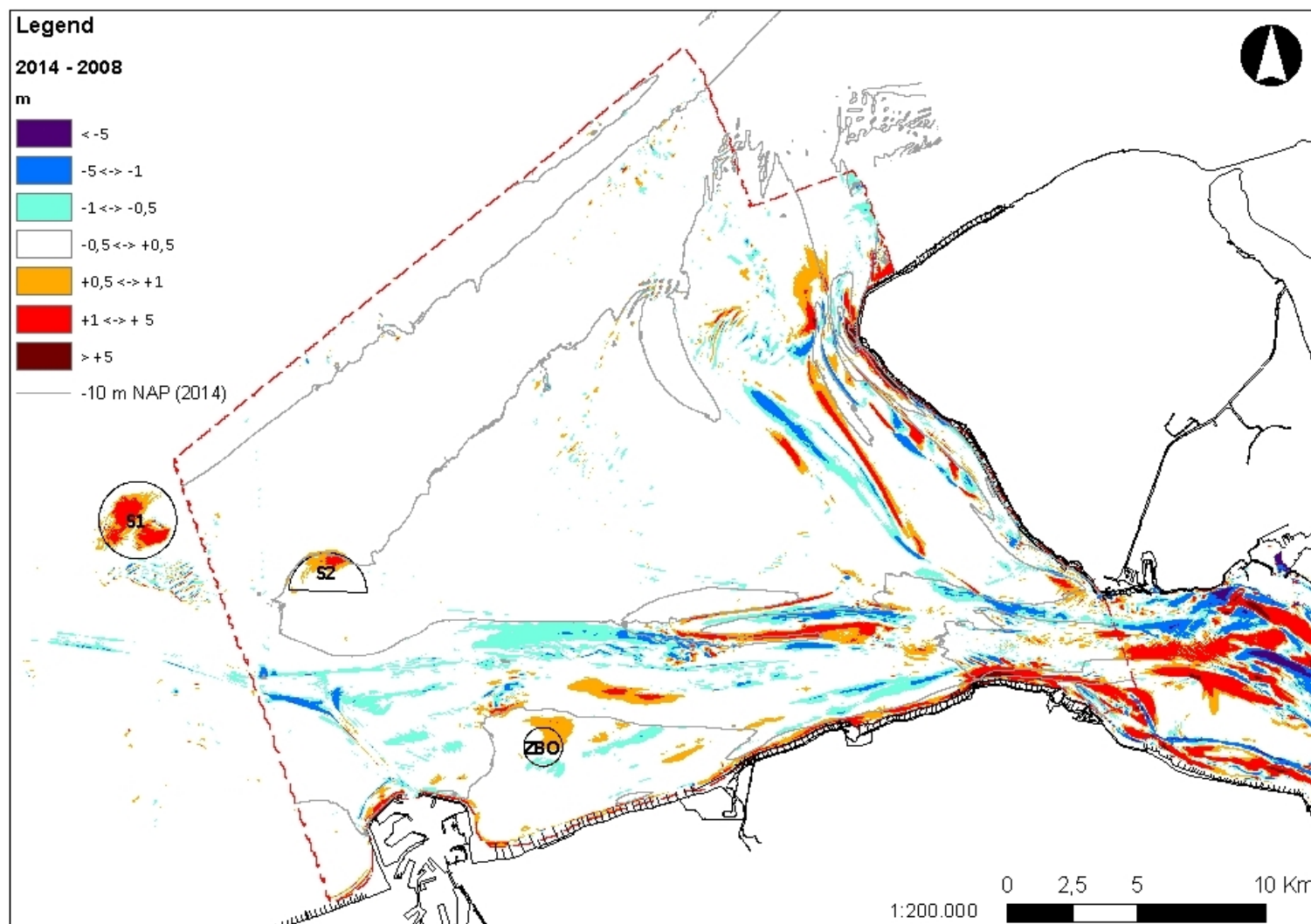
### **5.2.6 Interpretatie monding**

Ten opzichte van de basissituatie, gerapporteerd in T2009, is er in de weidsheid/openheid van de monding niets significant gewijzigd.

De rol als overgangsgebied wordt momenteel niet geregistreerd met terreinmetingen. Uit de berekeningen van de zandbalans RWS ZD blijkt wel dat er in de periode 2010-2015 7,6 Mm<sup>3</sup> meer zand geïmporteerd werd dan in de periode 2004-2009.

Er vinden nog steeds antropogene ingrepen plaats: bagger- en stortactiviteiten en strandsuppleties. Er zijn dus ingrepen geweest in de natuurlijke morfologie van het mondingsgebied.





Figuur 5-2: Morfologische evolutie tussen 2008 en 2014 met aanduiding van de geografische extent van de erosiekaart 2008-2014 (Rode stippellijn) en de baggerlocaties B&W S1 (S1), B&W S2 (S2) en B&W ZBO (ZBO). Voor data rondom B&W S1 wordt gebruik gemaakt van de erosie-sedimentatiekaart tussen 2008-2011.

## 5.3 Meergeulensysteem

### 5.3.1 Definitie

Het deelsysteem meergeulensysteem komt grotendeels overeen met de geografische spreiding van de Westerschelde. Het wordt gekenmerkt door een stelsel van diepere geulen omgeven door intergetijdengebieden. Het meergeulensysteem bestaat uit 6 bochtengroepen, elk opgebouwd uit een gekromde eb- en een rechte vloedgeul die tezamen een macrocel vormen (Figuur 2-2).

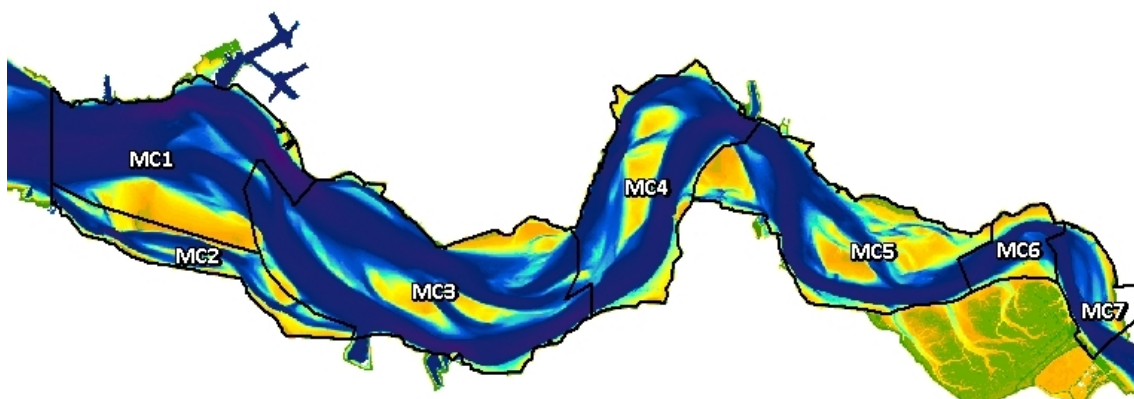
De fysieke systeemkenmerken vertalen zich in een reeks patronen en processen die zich afspelen op een breed scala aan dimensies. Net daarom wordt dit deelsysteem geanalyseerd met een set verklarende parameters, elk toegespitst op een welbepaalde tijd- en ruimteschaal:

1. Grootschalige dynamiek: De dimensies en hydro- en morfodynamische processen op de schaal van het deelsysteem als geheel.
2. Macroschaal dynamiek: De dimensies en hydro- en morfodynamische processen van de toetsparameters van individuele grote geulen.
3. Mesoschaal dynamiek: De dimensies en hydro- en morfodynamische processen van de toetsparameters van kleinere morfologische elementen: de kortsluitgeulen door de platen en de drempelzones met drempelgeulen.

Het meergeulensysteem wordt onderzocht op alle 3 de ruimtelijke schalen, elk met zijn eigen onderzoeksvragen. Deze worden later gecombineerd in een samenhangende analyse die onderstaande overkoepelende vragen behandelt:

- Hoe veranderen de globale configuratie, de aanwezigheid van karakteristieke morfologische elementen en hun gedrag op het niveau van de bochtengroepen?
- Hoe veranderen de parameters per ruimteschaal in de tijd en zijn deze evoluties bovendien onderling gerelateerd?
- Wat zijn hiervan de implicaties voor de morfologische dynamiek?

De overgang van een meergeulensysteem naar een ééngelensysteem is ongewenst. Deze evolutie kan het gevolg zijn van (1) een geul die verdwijnt of (2) een bochtengroep die verdrinkt. Beide extreme scenario's zijn verder uitgewerkt in Maris *et al.* (2014).



Figuur 5-3: Indeling meergeulensysteem naar Macrocellen bovenop de bathymetrische configuratie van 2015 (Bron: Rijkswaterstaat ZD).

### 5.3.2 Grootschalige Dynamiek

#### Definitie

Bij de grootschalige dynamiek worden belangrijke veranderingen in globale dimensies ten opzichte van grootschalige systeemrandvoorwaarden onderzocht. Op Figuur 5-3 is een kaart te zien met de gebruikte morfologische eenheden.

#### Erosie en Sedimentatie (kaart)

De morfologische evolutie wordt weergegeven in Figuur 5-4 en Figuur 5-5. Hierin wordt onderaan de situatie van 2009 geschetst, met daarboven de bodemligging in 2015. De verschillen zijn aangeduid met behulp van een erosie-sedimentatiekaart. Aangezien de derde verruiming zich voordeed in 2010, wordt ook de erosie-sedimentatiekaart tussen de jaren 2011-2015 gepresenteerd onderaan Figuur 5-5. Dit laat toe om louter de evolutie van het systeem te onderzoeken. In onderstaande paragrafen wordt de evolutie besproken per macrocel. In §5.3.4 wordt de evolutie van de kortsluitgeulen meer in detail bekeken.

In Macrocel 1 (MC1) is er een sterke morfologische verandering van de Spijkerplaat. Dit maakt deel uit van de langjarige cyclus van de Spijkerplaat en bijhorende Schaar van Spijkerplaat. Zo is er sedimentatie aan de noordwaartse zijde (met andere woorden de zuidzijde van de Honte), terwijl er erosie optreedt aan de kant van de Schaar van Spijkerplaat. Aan de noord- en westflank van Hooge Platen treedt er sedimentatie op. Ook op de Plaat van Breskens is er sedimentatie. Het geultje tussen de Plaat van Breskens en Hooge Platen migreert naar Hooge Platen toe. Aan de flanken van Hooge Springer treedt er erosie op. De sedimentatie aan landwaartse zijde van Mesocel 2 (MC2) blijft zich handhaven. Aan de zuidflank van Hooge Platen treedt er erosie op.

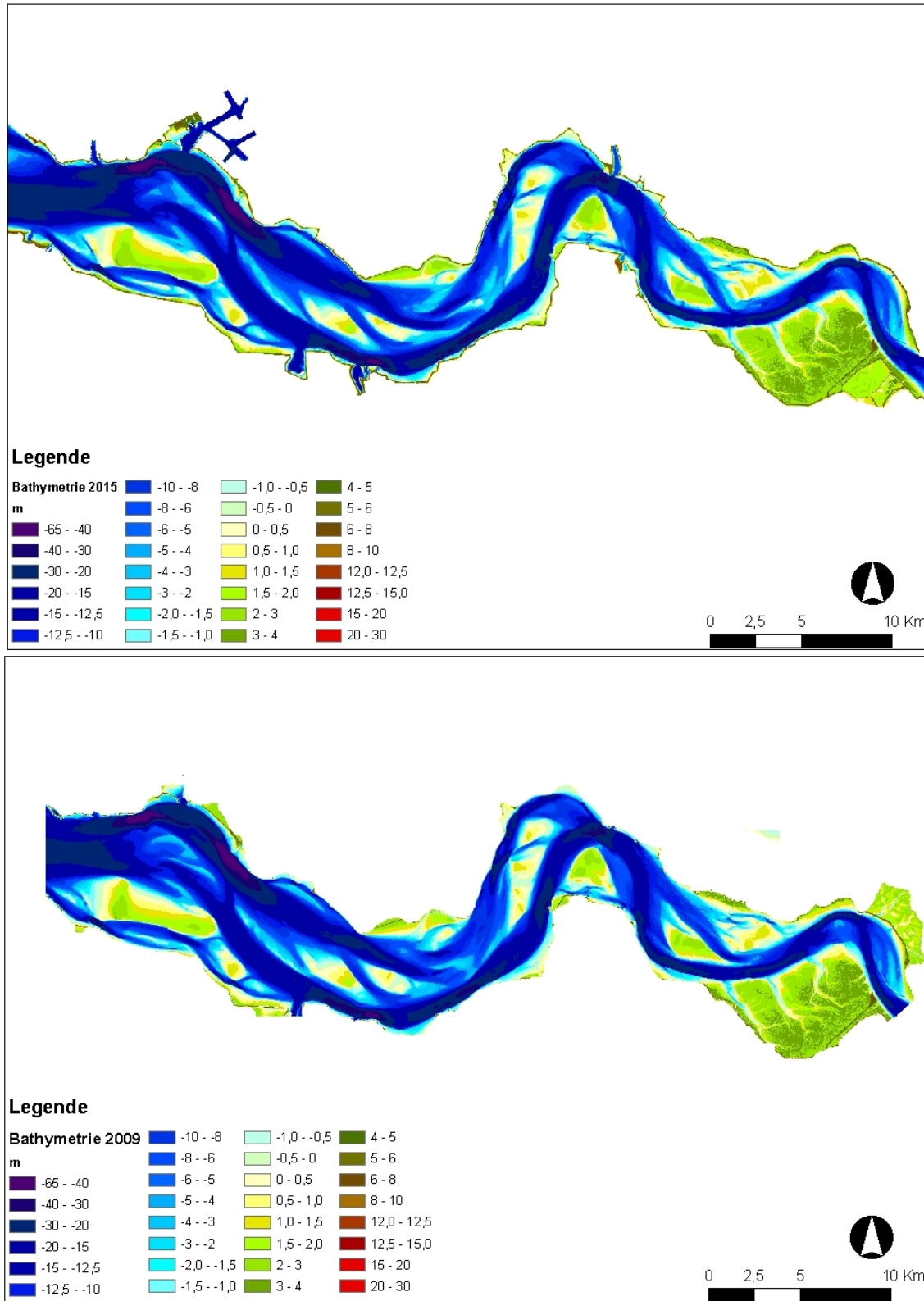
In Macrocel 3 (MC3) is er een vernauwing van de Pas van Borsele door sedimentatie aan beide flanken. Er doet zich weinig verandering voor in de Pas van Terneuzen. De cyclische patronen van de drempelgeulen rondom Straatje van Willem worden besproken in §5.3.4.

De configuratie van Macrocel 4 (MC4) wijzigt drastischer. Zo worden eb- en vloedgeul meer van elkaar gescheiden door sterke sedimentatie op de Rug van Baarland. Ook het aanhechten van de zuidelijk gelegen drempel en het verzanden van de ebschaar hebben hiertoe bijgedragen. Een groot deel van het Middelpgat sedimenteert waardoor deze ondieper wordt. In deze geul treedt er wel erosie op nabij de Biezelingse Ham en aan de zijde nabij de Plaat van Baarland. De vloedgeul (Geul van Ossenis en Overloop van Hansweert) erodeert sterk in het zuidoosten (nabij de Platen van Hulst) en het noordwesten (nabij de Rug van Baarland en de Molenplaat). De vloedgeul sedimenteert nabij de zuidelijke kant van de Rug van Baarland en bij de inloop naar de Schaar van Ossenis.

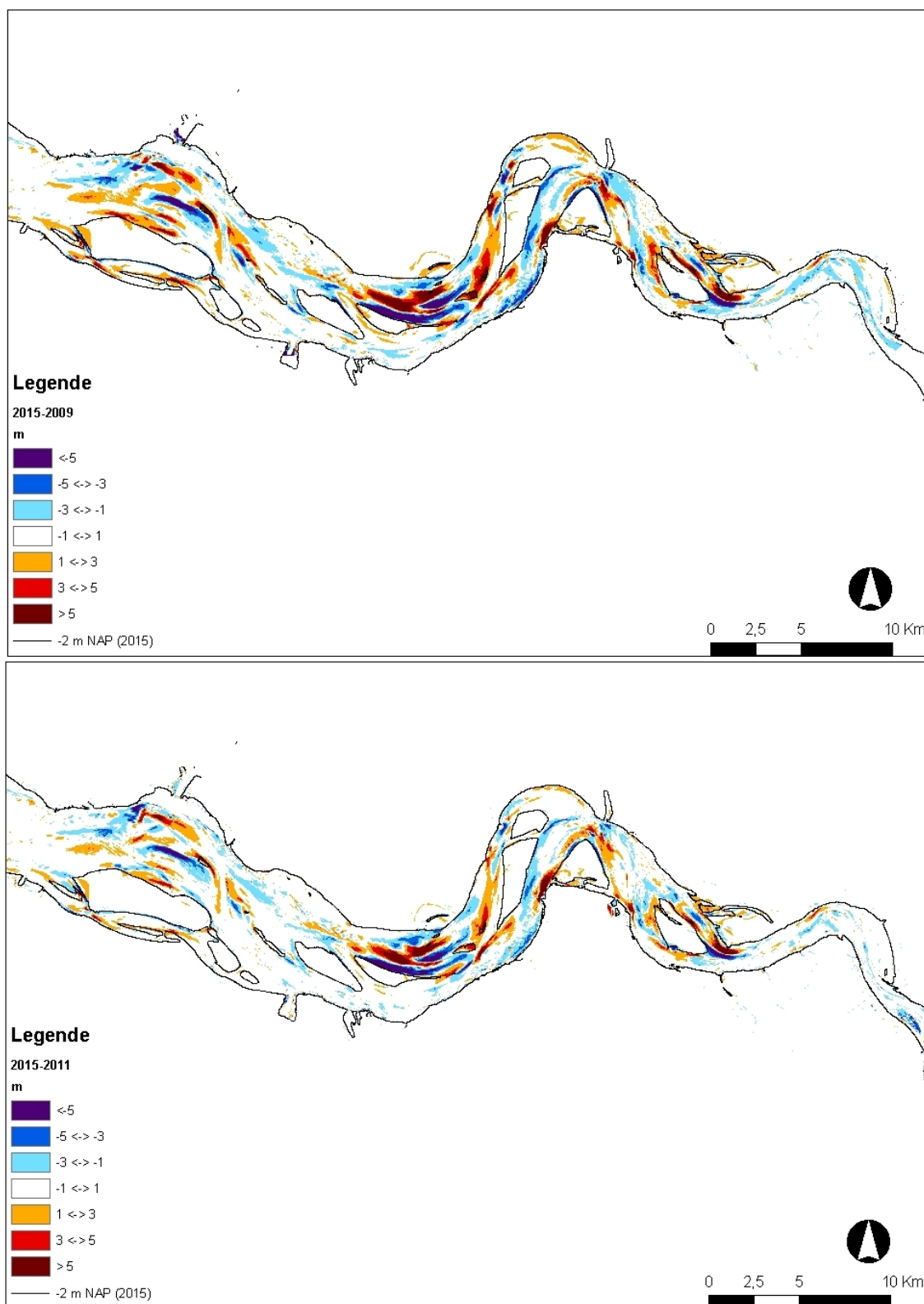
De Plaat van Ossenis in Macrocel 5 (MC5) hoogt op aan zuidwestelijke flank. Aan noordwest- en noordoostelijke zijde sedimenteert de ondiepe geul, terwijl de flanken van het litoraal eroderen. Er treedt sedimentatie op aan de noordoost en –westelijke zijde van de Plaat van Walsoorden. De oostelijke punt van deze plaat is sterk geërodeerd. In 2014 deed er zich een plaatval voor aan de zuidflank van de Plaat van Walsoorden, wat zichtbaar is op de erosiekaart. Er treedt sedimentatie op aan de zuidwestflank van de Plaat van Valkenisse. De sedimentatie van Zimmermangeul aan afwaartse zijde blijft ook na 2009 gestaag voortgaan.

Er treedt erosie op in de Schaar van de Noord in Macrocel 6 (MC6). De grootste verdieping gebeurde voor 2011. Het Nauw van Bath sedimenteert dan weer aan landwaartse zijde. De

westelijke zijde van het Nauw van Bath sedimenteert. De Pas van Rilland in Macrocel 7 (MC7) verdiept. Ook hier trad de meeste erosie op voor 2011.



Figuur 5-4: Evolutie van het meergeulensysteem met: Situatieschets 2015 (Boven) en de situatie in 2009 (Onderaan).



*Figuur 5-5: Evolutie van het meergeulensysteem met: Erosie-sedimentatiekaart tussen de jaren 2009-2015 (Boven) en een erosie-sedimentatiekaart tussen 2011-2015 m.a.w. van na de derde verruiming (Onderaan).*

## Hypsometrische curve

### Definitie

De hypsometrische curve toont het wateroppervlak in functie van waterpeil. Hierbij wordt het areaal cumulatief uitgezet ten opzichte van de waterdiepte. Analoog aan T2009, werd binnen deze studie genormaliseerd door de arealen te delen door het totale oppervlak<sup>24</sup>. Men kijkt dus naar het relatieve aandeel van het areaal ten opzichte van het totale oppervlak. Dit laat toe de verschillende jaren en/of macrocellen onderling te vergelijken. Merk op dat dit verschillend is van §3.4.6 waar er naar de totale oppervlakte gekeken wordt.

### Analyse

In de analyse wordt gefocust op de verandering sinds 2009 (Figuur 5-6 - Figuur 5-12). Deze grafiek werd bekomen door alle arealen te verminderen met het overeenkomstig areaal van de situatie in 2009. De globale verandering per macrocel (som hoofd- en nevengeul) sinds 1955 en 2009 is terug te vinden in Bijlage C.2.

In MC1 was er in 2010 en 2011 een afname in areaal van het ondiepste deel (-12,5 en +3,5m NAP). Ook na 2011 daalde het areaal onder -7,5 m NAP. Tussen 2014 en 2015 was er een sterke afname van het areaal boven -2,5 m NAP. Daarnaast zien men na 2011 een lichte (<0,5%) uitbreiding van de diepste zones, gelegen onder -25 à -22,5 m NAP, ten opzichte van de situatie in 2009. Het oppervlak tussen -22,5 en -15 m NAP krimpt. Sinds 2014 bevinden er zich meer zones tussen -15 en -11 m NAP.

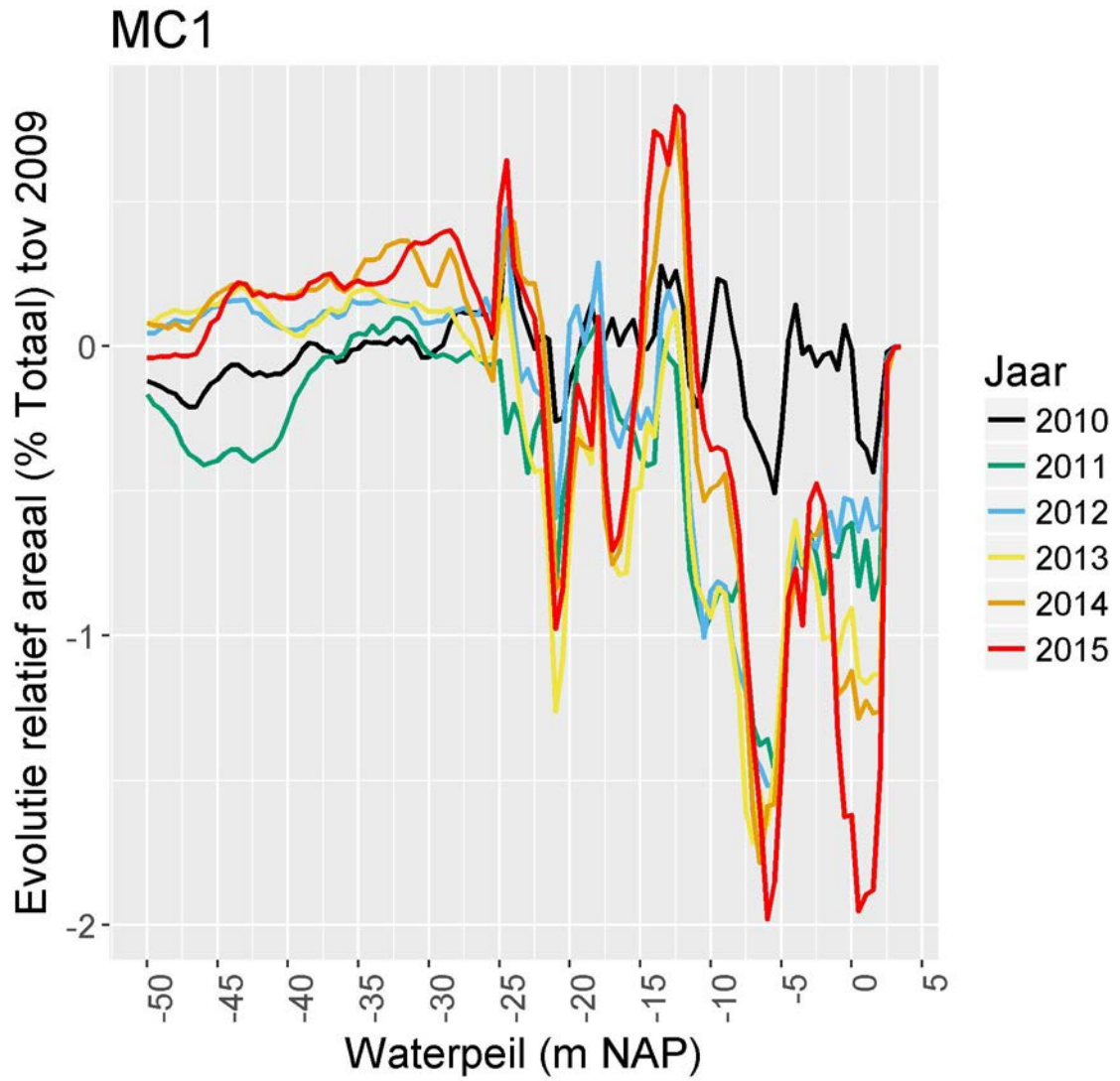
In MC2 is er sinds een algemene afname van het volledige areaal onder + 3,5 m NAP.

Sinds 2013 is er een uitbreiding van de diepste zones (< -20 m NAP) in MC3. Tussen 2009 en 2010 heeft er zich een duidelijke afname voorgedaan van de zone tussen -22,5 en -12,5 m NAP. Tussen 2010 en 2011 was er een licht herstel, maar na 2012 kromp deze zone opnieuw. Tussen 2010 en 2011 kromp het areaal tussen -10 en +3,5 m NAP. De zone onder 0 m NAP herstelde zich daarna. Zo was er in 2015 een groter gebied dat zich tussen -12,5 en -2,5 m NAP bevindt dan tijdens de situatie in 2009. Het areaal tussen -1 m NAP en +3,5 m NAP ligt nog steeds lager.

In MC4, MC5, MC6 en MC7 is het areaal tussen -20 m NAP en -15 m NAP sterk gestegen tussen 2010 en 2011. Deze uitbreiding zette zich ook daarna voort. In zowel MC4 als MC5 is het gebied tussen -12,5 en 0 m NAP gekrompen. De zone tussen -2,5 en -10 m NAP is hier het sterkst gekrompen. In MC6 is het areaal tussen -15 en 0 m NAP gekrompen terwijl de diepste (-25 tot -20 m NAP) en ondiepste zones (0 tot +3,5 m NAP) krompen.

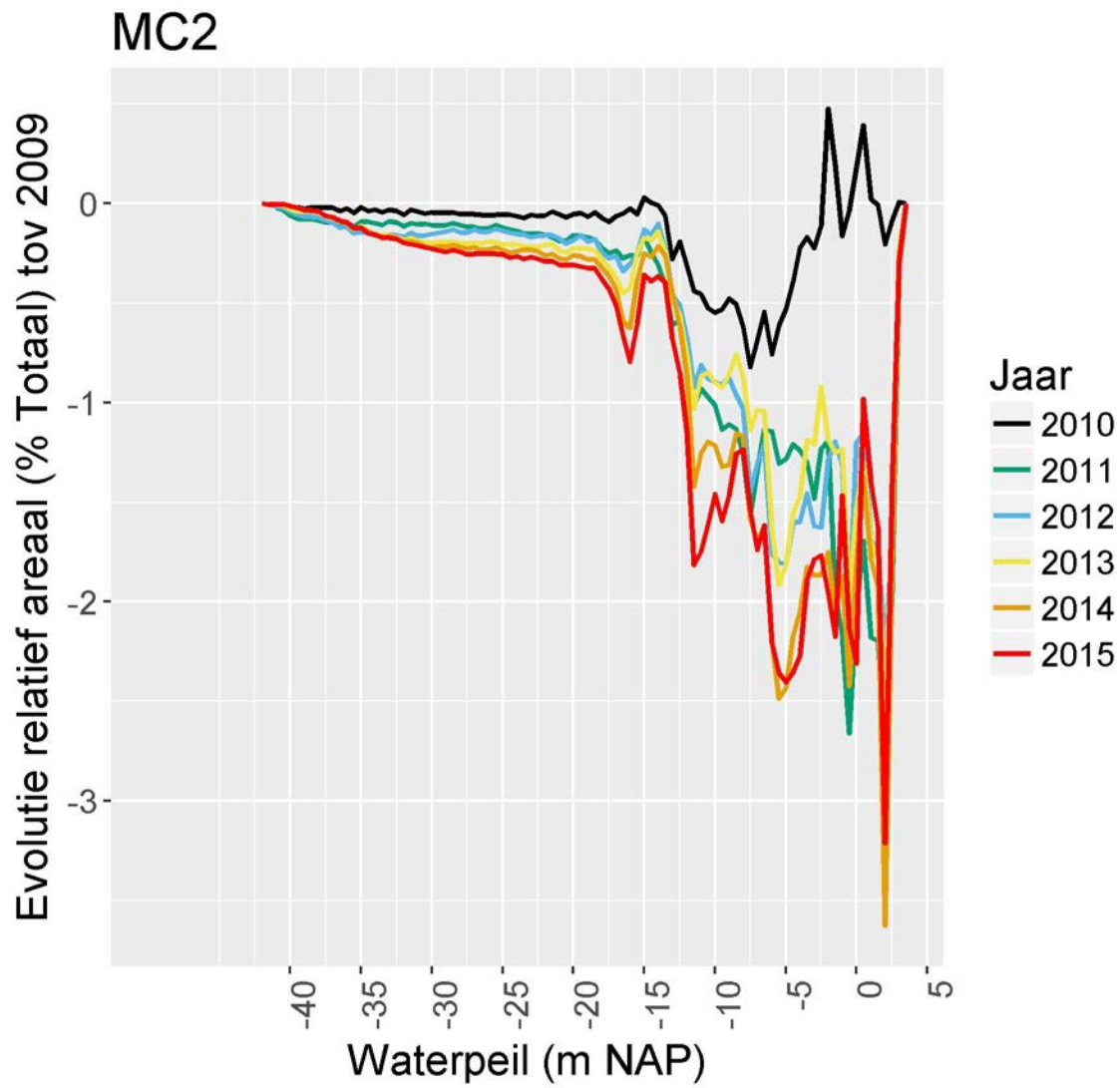
---

<sup>24</sup> Hier gedefinieerd als alles onder +3,5 m NAP.



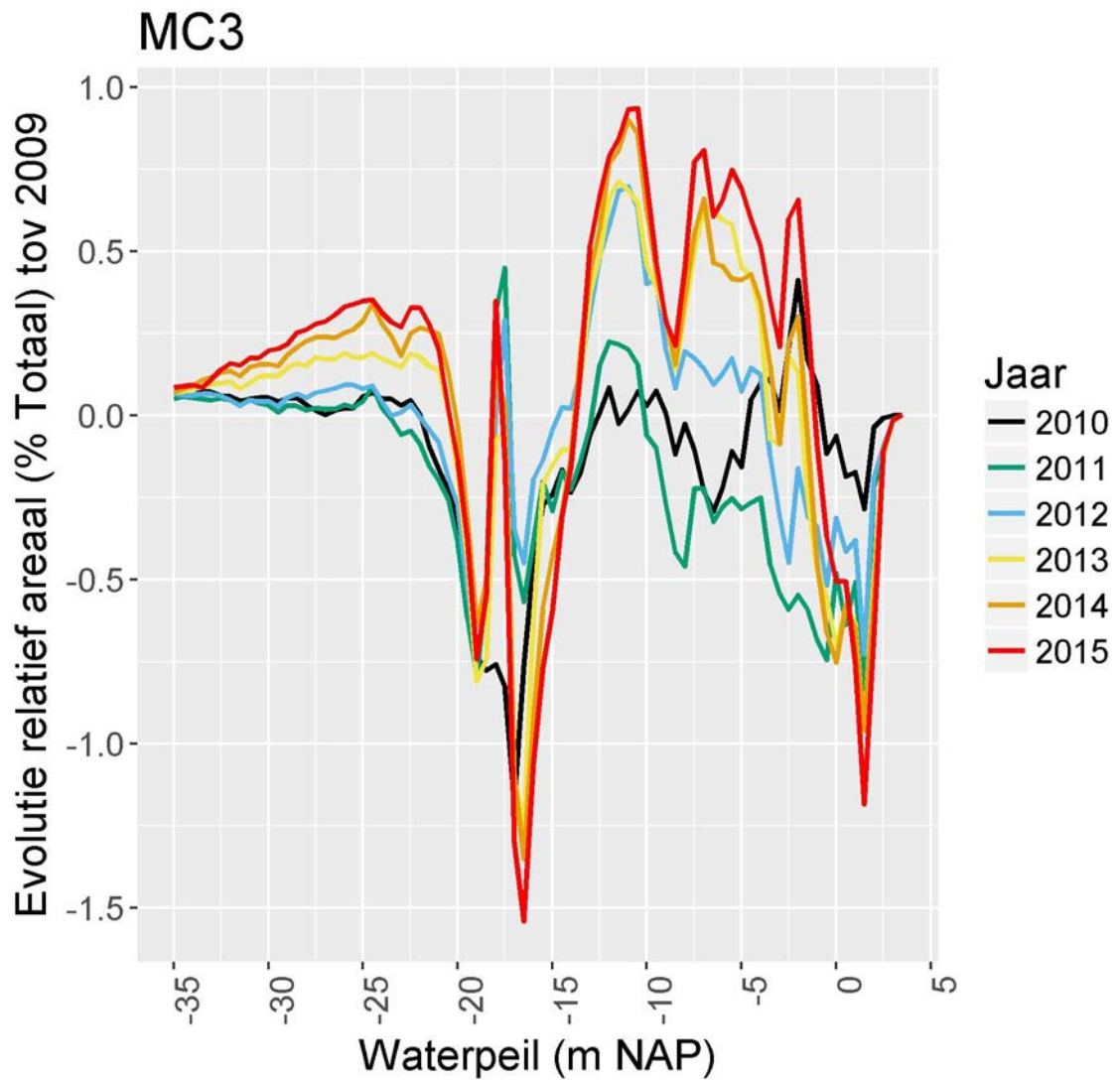
Figuur 5-6: Verandering van de hypsometrische curve in MC1 ten opzichte van de situatie in 2009. De arealen zijn genormaliseerd door te delen door het totale oppervlak.



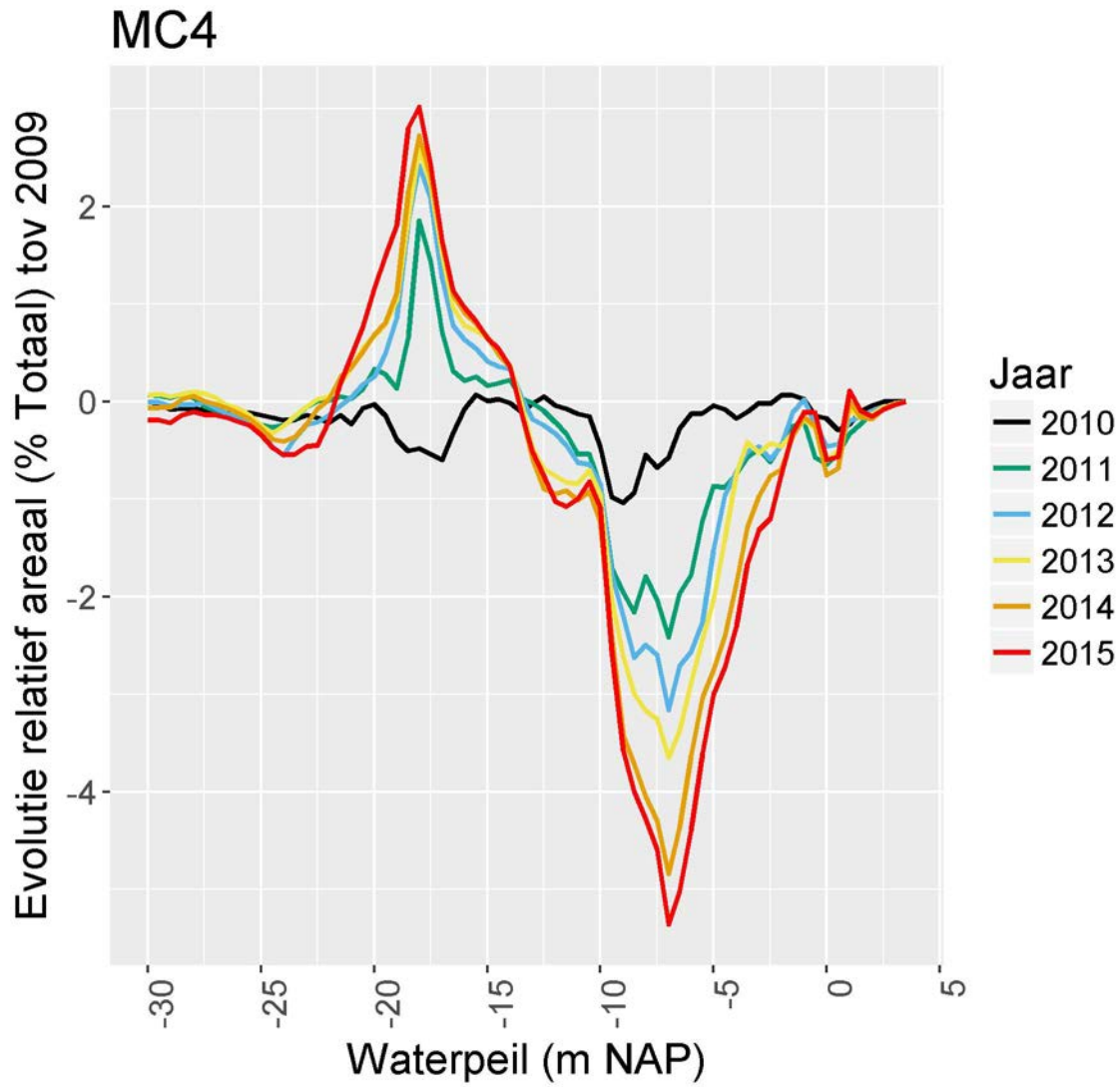


Figuur 5-7: Verandering van de hypsometrische curve in MC2 ten opzichte van de situatie in 2009. De arealen zijn genormaliseerd door te delen door het totale oppervlak.

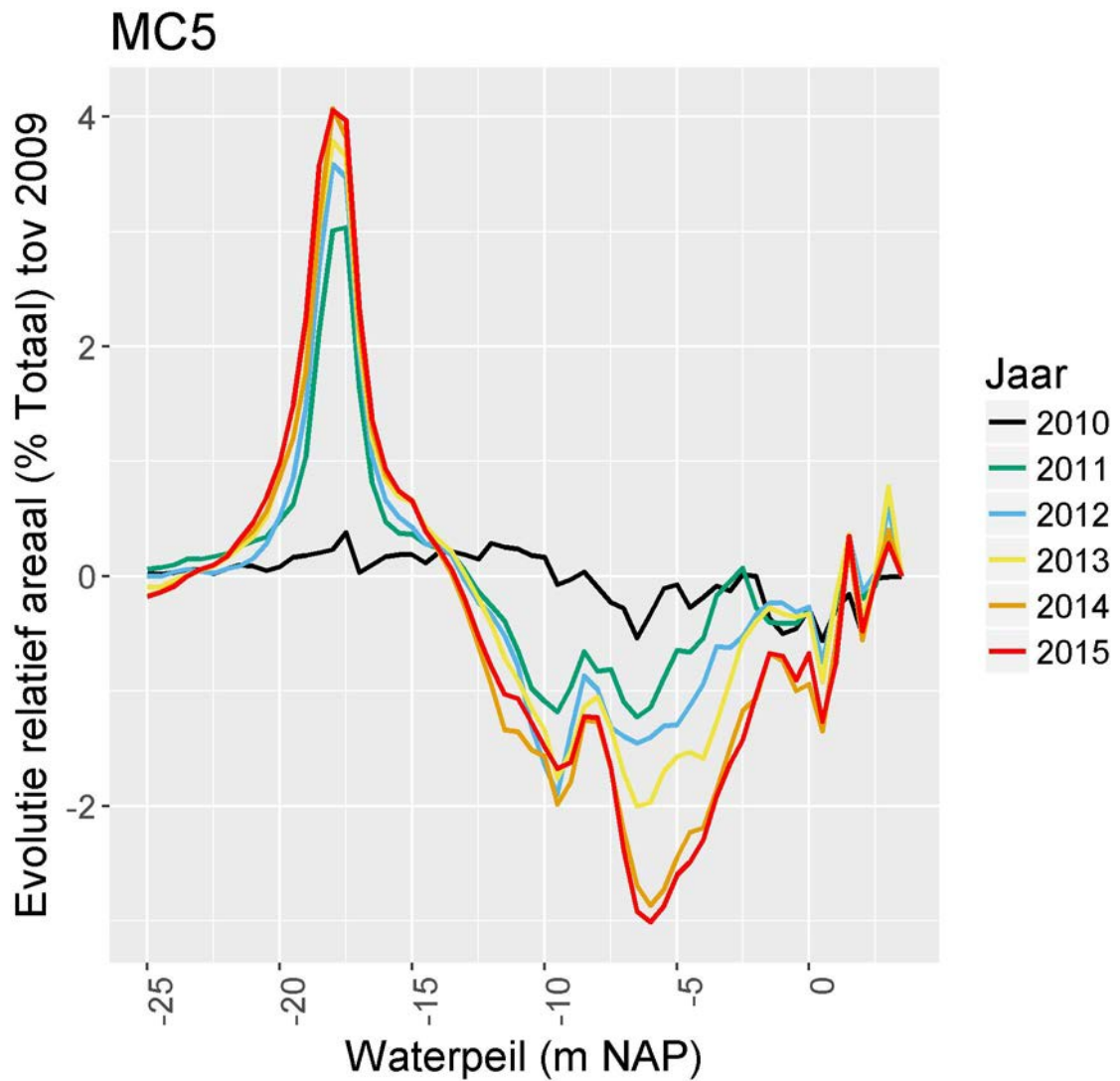




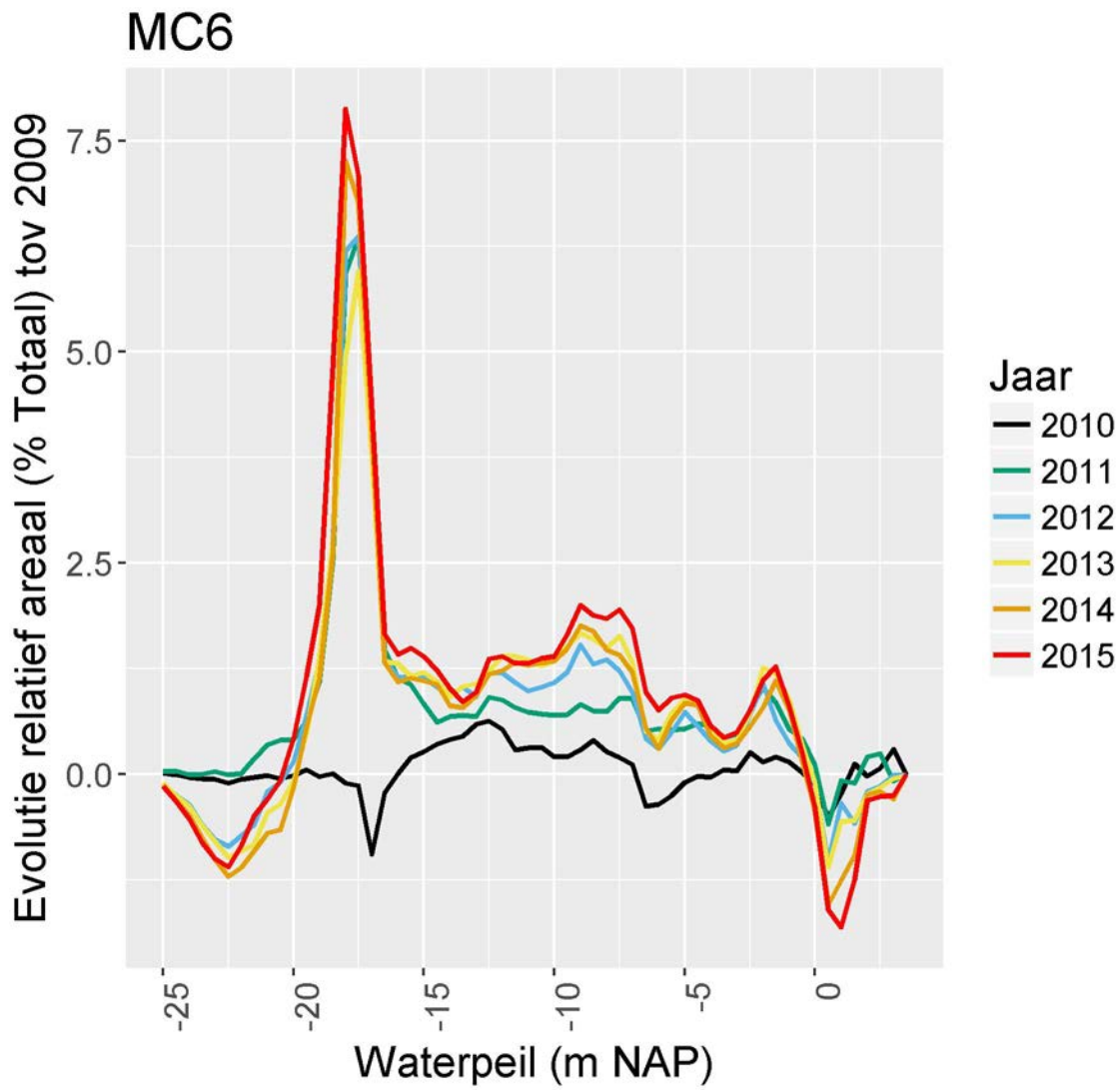
Figuur 5-8: Verandering van de hypsometrische curve in MC3 ten opzichte van de situatie in 2009. De arealen zijn genormaliseerd door te delen door het totale oppervlak.



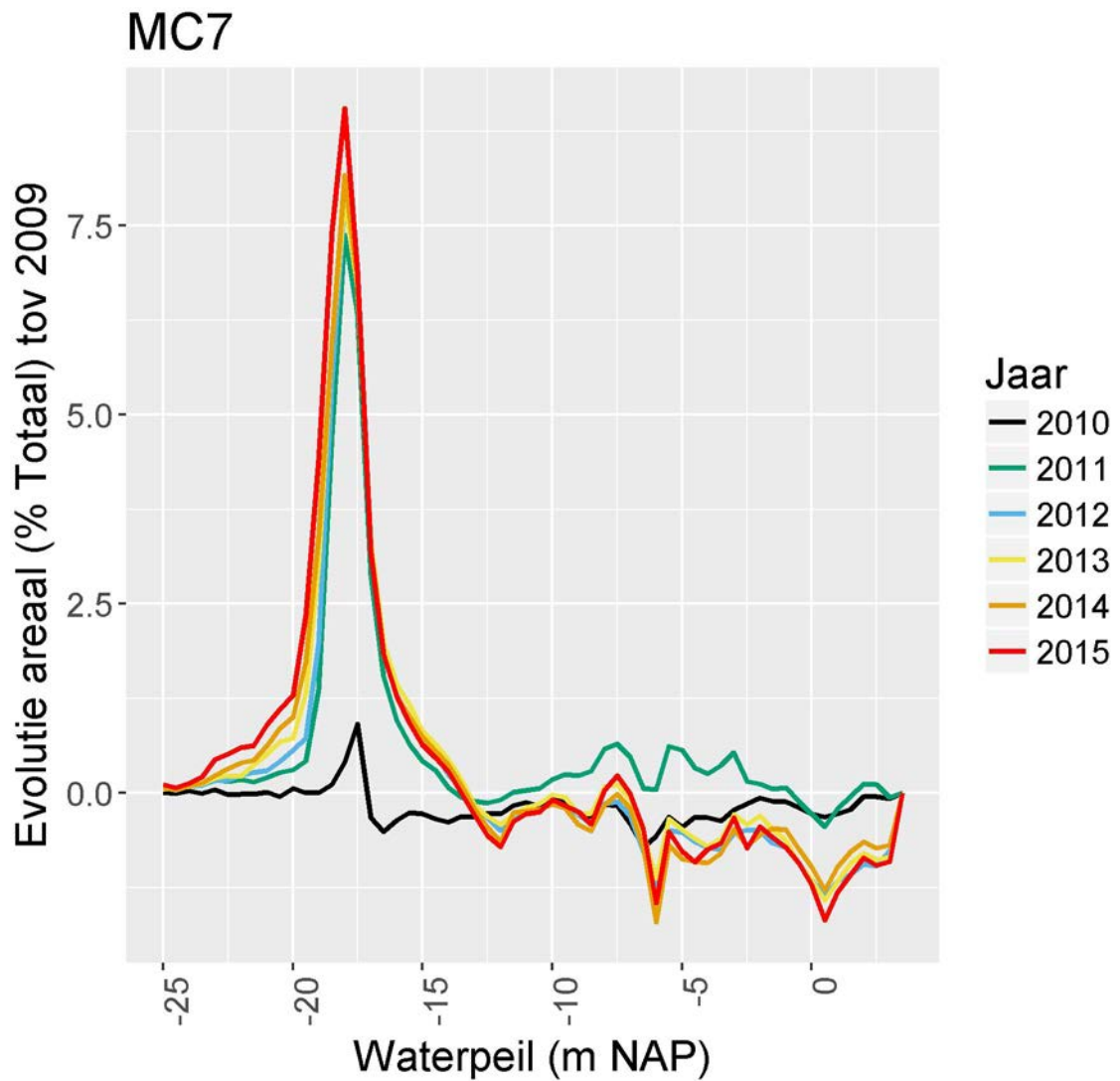
Figuur 5-9: Verandering van de hypsometrische curve in MC4 ten opzichte van de situatie in 2009. De arealen zijn genormaliseerd door te delen door het totale oppervlak.



Figuur 5-10: Verandering van de hypsometrische curve in MC5 ten opzichte van de situatie in 2009. De arealen zijn genormaliseerd door te delen door het totale oppervlak.



Figuur 5-11: Verandering van de hypsometrische curve in MC6 ten opzichte van de situatie in 2009. De arealen zijn genormaliseerd door te delen door het totale oppervlak.



Figuur 5-12: Verandering van de hypsometrische curve in MC7 ten opzichte van de situatie in 2009. De arealen zijn genormaliseerd door te delen door het totale oppervlak.

## Relatie areaal intergetijdengebied vs. Breedte-diepte verhouding ( $r_s$ - $\beta$ )

### Definitie

Ook  $r_s$ - $\beta$  is een manier om de grootschalige morfologische tendens te onderzoeken. Hierbij wordt het relatieve areaal intergetijdengebied<sup>25</sup> ( $r_s$ ) uitgezet ten opzichte van de Breedte-diepte verhouding bij 0 m NAP ( $\beta$ ). Deze werden als volgt berekend:

$$r_s = \frac{A_{HW}}{A_{LW}}$$

Met:  $r_s$  = het relatieve areaal intergetijdengebied

$A_{HW}$  = Wateroppervlak bij hoogwater

$A_{LW}$  = Wateroppervlak bij laagwater

$$\beta = \frac{b_{gem}}{d_{gem}}$$

Met:  $\beta$  = Breedte-diepte verhouding

$b_{gem}$  = gemiddelde breedte bij 0 m NAP

$d_{gem}$  = gemiddelde diepte bij 0 m NAP

Waarbij:

$$d_{gem} = \frac{V_{NAP}}{A_{NAP}}$$

$$b_{gem} = \frac{A_{NAP}}{L}$$

Met:  $V_{NAP}$  = watervolume onder 0 m NAP

$A_{NAP}$  = wateroppervlak bij 0 m NAP

$L$  = lengte van het morfologisch segment (Bijlage C.1)

Binnen deze analyse dient er rekening gehouden te worden met enige onzekerheid binnen de meetdata. Ook is er een natuurlijke variatie tussen de verschillende jaren. Enkel de trend die zich voor verscheidene jaren manifesteert, dient bekeken te worden. Zowel een daling in  $r_s$  als in  $\beta$  betekent een versteiling van de geul en/of plaatranden.  $r_s$  focust eerder op het intergetijdengebied, terwijl  $\beta$  een betere indicator is voor de dieper gelegen delen.

### Analyse

In Figuur 5-13 wordt  $r_s$ - $\beta$  per macrocel gepresenteerd. De evolutie van  $r_s$ - $\beta$  wordt samengevat in Tabel 5-1. De evoluties per macrocel zijn:

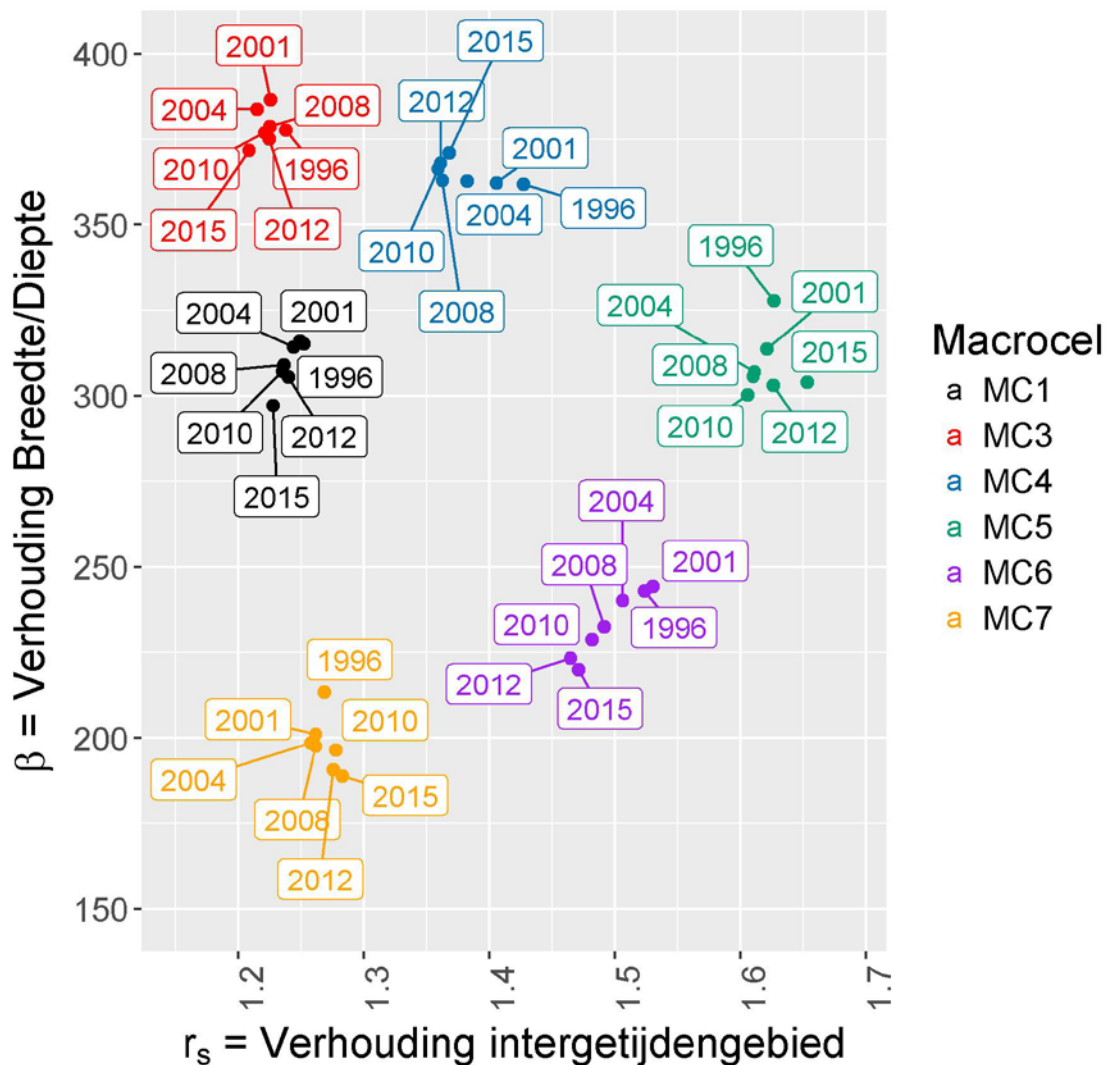
- MC1: Tussen 1996 en 2008 daalde zowel de verhouding van het intergetijdengebied als de breedte-diepte verhouding. Tussen 2008 en 2012 was er nauwelijks evolutie. Daarna daalden beide parameters opnieuw.
- MC3: Hier lijkt er vrij veel jaar-op-jaar variatie te zien zonder dat een duidelijke trend zichtbaar is. Tussen 2012 en 2015 daalde zowel  $r_s$  als  $\beta$ . Bij volgende opmetingen zal blijken of dit daadwerkelijk een trend was of deel van de jaar-op-jaar variatie.
- MC4: Tussen 1996 en 2008 daalde enkel  $r_s$ . Daarna steeg  $\beta$  terwijl  $r_s$  constant bleef.

<sup>25</sup> Wateroppervlak bij hoogwater / wateroppervlak bij laagwater. Hierbij werd gebruik gemaakt van de Droogvalduurkaarten (Bron: Rijkswaterstaat ZD).

- MC5: Tussen 1996 en 2008 daalde zowel  $r_s$  als  $\beta$ . Tussen 2008 en 2010 zette deze trend zich voort. Gedurende 2010-2015 steeg  $\beta$  opnieuw naar het niveau van 2008 terwijl  $r_s$  steeg naar een nieuw maximum.
- MC6: Tussen 1996 en 2008 daalde zowel  $r_s$  als  $\beta$ . Een trend die zich verder zette gedurende 2008 en 2012. Tussen 2012-2015 daalde  $\beta$  verder, terwijl  $r_s$  licht steeg.
- MC7: Tussen 1996 en 2001 daalde  $\beta$  sterk. Ook  $r_s$  daalde wat. Tussen 2001 en 2008 bleven beide parameters constant. Gedurende 2008-2015 daalde  $\beta$  verder terwijl  $r_s$  steeg.

| Macrocel | 1996 → 2008 |         | 2008 → 2015 |                  |
|----------|-------------|---------|-------------|------------------|
|          | $r_s$       | $\beta$ | $r_s$       | $\beta$          |
| MC1      | -           | -       | -           | -                |
| MC3      | 0           | 0       | 0           | 0                |
| MC4      | -           | 0       | 0           | +                |
| MC5      | -           | -       | +           | 0 (+ sinds 2010) |
| MC6      | -           | -       | -           | -                |
| MC7      | -           | -       | +           | -                |

Tabel 5-1: Evolutie van  $r_s - \beta$  voor de periode 1996-2008 en 2008-2015: toename (+), afname (-) en (0) voor fluctuerend/gelijk/puntenwolk.



Figuur 5-13: Relatie areaal intergetijdengebied vs. Breedte-diepte verhouding ( $r_s - \beta$ ) voor de verschillende macrocellen op de Westerschelde.

## Zandbalans

### *Definitie*

De gegevens gebruikt voor deze studie zijn afkomstig uit de Sedimentbalans Westerschelde van Rijkswaterstaat Zee en Delta. Hier worden louter de resultaten van RWS ZD gerapporteerd. De volledige verwerking werd uitgevoerd door RWS ZD die het sedimentvolume inschatten op basis van de peilingen. Met een zandbalans worden onder andere onderstaande parameters berekend:

1. Evolutie van het watervolume in de geulen, gedefinieerd beneden -5m NAP.
2. Evolutie van het volume sediment: of er sedimentatie of erosie optreedt.
3. Netto sedimentflux ten gevolge van antropogene ingrepen (baggeren, storten, zandwinning).
4. Sedimentflux aan op- en afwaartse zijde van het segment.
5. Het netto "natuurlijke" sedimentvolume in de geulen, indien er geen menselijke invloed zou geweest zijn. Enige voorzichtigheid bij de interpretatie van deze parameter is aangeraden.

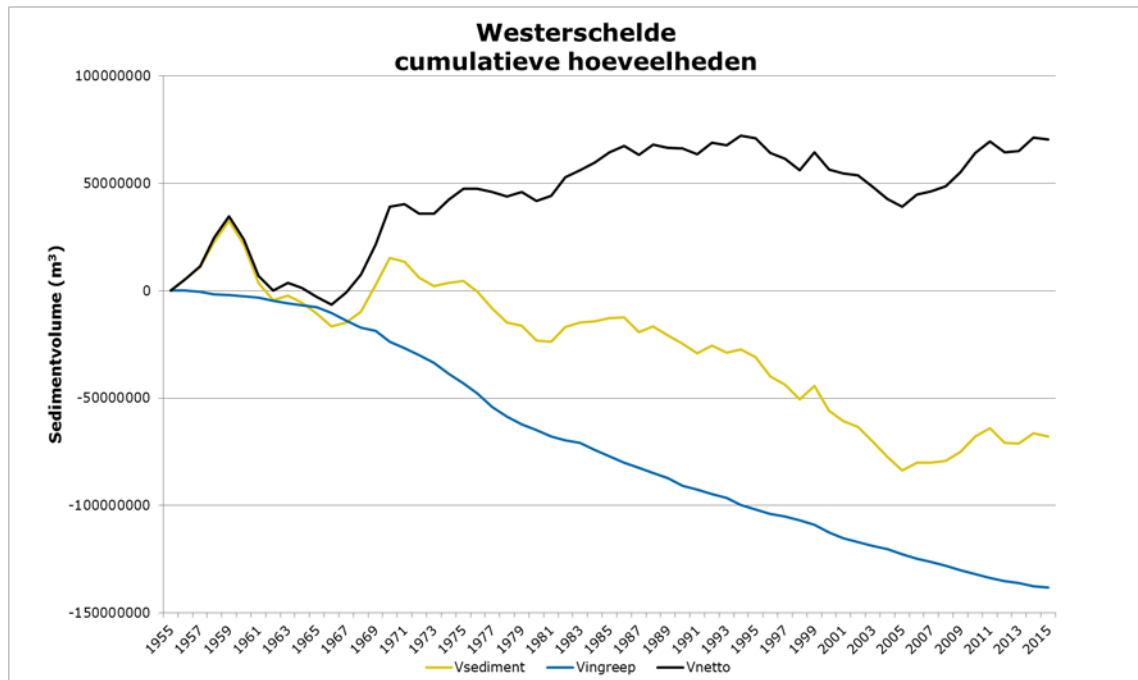
Een aanname werd gemaakt met betrekking tot de flux aan Belgisch-Nederlandse grens en sedimentatie op het Verdrongen Land van Saeftinghe. Daarnaast zitten er, zoals eerder aangehaald, onzekerheden in de gebruikte bodemgrids. Het is belangrijk te beseffen dat er een behoorlijke bandbreedte rond de berekende waarden zit. Het valt daarom af te raden de absolute aantallen te gebruiken. Een trendanalyse voor het bepalen van grootschalige veranderingen is wel mogelijk.

### *Analyse Zandvolume*

In Figuur 5-14 staan de resultaten weergegeven van de zandbalans voor de gehele Westerschelde met volumeveranderingen ten opzichte van 1955. In Bijlage C.3 worden de resultaten per macrocel gepresenteerd (Bron: Sedimentbalans Rijkswaterstaat Zee en Delta). Voor een meer gedetailleerd overzicht van de antropogene ingrepen wordt verwezen naar (§3.4.6). De evolutie wordt samengevat in Tabel 5-2.

Globaal gezien, over de hele Westerschelde, was er een daling van het sedimentvolume tussen 1970 en 2005. Daarna steeg het zandvolume tot in 2011. Het zandvolume daalt tot in 2013 om dan te stijgen tussen 2013-2014. Tussen 2014-2015 daalde het sedimentvolume opnieuw.





Figuur 5-14: Zandbalans Westerschelde (Bron: Sedimentbalans Rijkswaterstaat Zee en Delta, data ontvangen van M. Schrijver). Op deze grafiek is de cumulatieve evolutie zichtbaar van het sedimentvolume berekend op basis van peilingen (Geel), Volume van ingrepen (Blauw) en het Netto "natuurlijk" volume, indien er geen directe antropogene ingrepen uitgevoerd zouden zijn (Zwart). Volumes zijn weergegeven in  $m^3$ .

De evolutie in Macrocel 1 en Mesocel 2 werd samen berekend. Sinds 2011 is het waargenomen sedimentvolume relatief constant gebleven. Hier is er dus een trendbreuk zichtbaar in 2011. Zonder de menselijke ingrepen zou er een netto verlies aan sediment zijn opgetreden, analoog aan de historische evolutie tussen 1992 en 2005.

Vanaf 2009 werd er opnieuw netto sediment uit Macrocel 3 gehaald door de mens. Vanaf 2011 is een trendbreuk zichtbaar in het gepeilde sediment volume waarbij er een verlies aan sediment werd opgemeten. Indien er geen menselijke invloed zou geweest zijn, zou dit verlies vermoedelijk sterk ingeperkt worden of mogelijk zelfs stagneren in de laatste jaren (2013-2015).

De stijging in het cumulatieve volume van ingrepen in Macrocel 4 wordt, afgezien van een kleine terugval tussen 2010 en 2011, ook na 2009 voortgezet. Hierdoor is er een stijging in het waargenomen sedimentvolume. Zonder het netto positieve volume van ingrepen zou het systeem eroderen. Het systeem zou zich dus van nature uit in tegengestelde richting ontwikkelen.

In de oostelijke macrocellen (5, 6 en 7) is het netto volume van ingrepen negatief. In Macrocel 5 is het sedimentvolume gestegen sinds 2011. Tussen 2014 en 2015 was er een licht verlies aan sediment. Zonder de antropogene invloed zou het systeem sterker sedimenteren. In Macrocel 6 en Macrocel 7 is er een verlies aan sediment. Zonder het baggeren zou het systeem sedimenteren.

| Macrocel  | 2000→ 2009                     | 2009 → 2015                                  |
|-----------|--------------------------------|--|
| MC1 & MC2 | Winst versterkt door storten   | Stabiel (sinds 2011) dankzij storten         |
| MC3       | Winst versterkt door storten   | Verlies (sinds 2011) versterkt door baggeren |
| MC4       | Verlies afgezwakt door storten | Winst gestuurd door storten                  |
| MC5       | Stabiel dankzij baggeren       | Winst (sinds 2011) afgezwakt door baggeren   |
| MC6       | Verlies gestuurd door baggeren | Verlies gestuurd door baggeren               |
| MC7       | Verlies gestuurd door baggeren | Sterk verlies gestuurd door baggeren         |

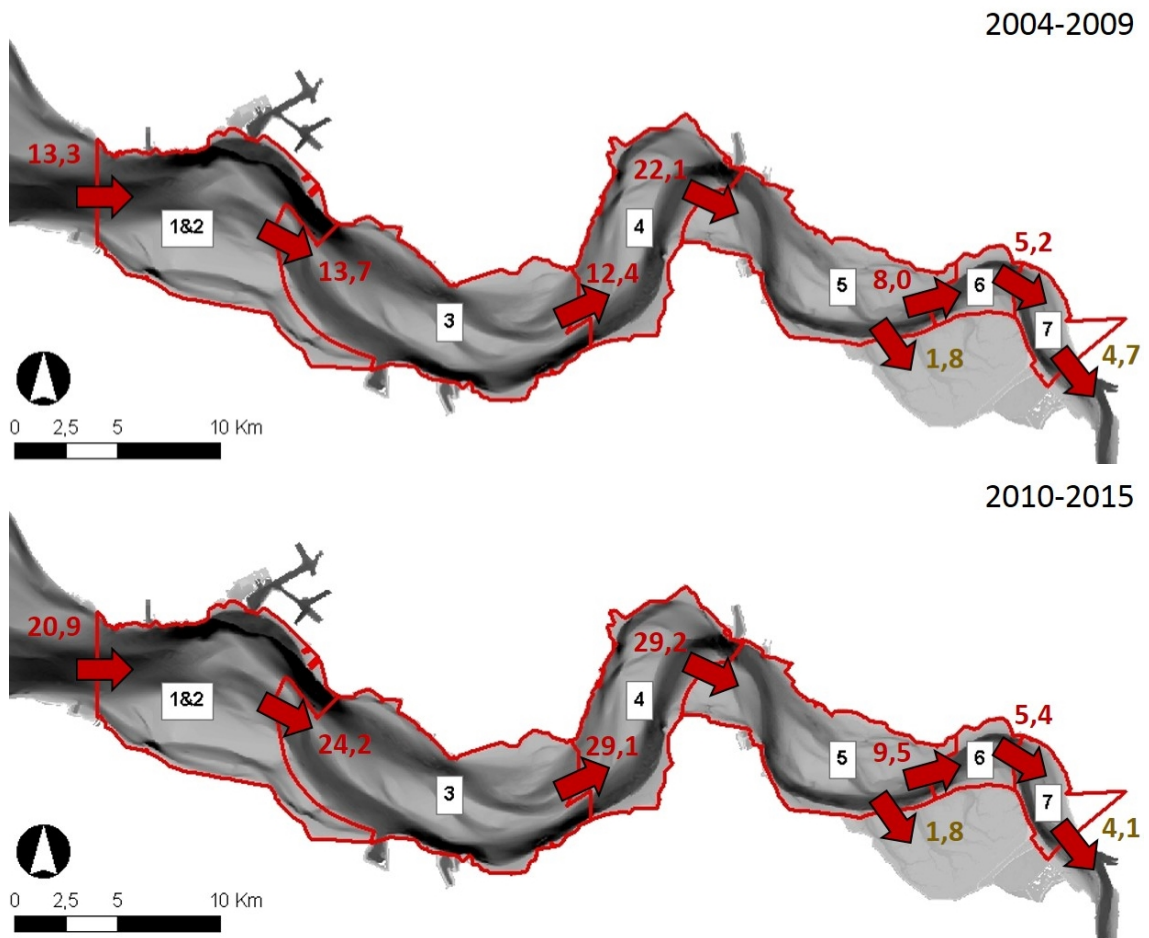
Tabel 5-2: Evolutie zandvolume per macrocel voor de periode 2000-2009 en 2009-2015.

#### Analyse Zandtransport

In Figuur 5-15 wordt het natuurlijke zandtransport weergegeven. Het zand dat verplaatst werd bij bagger- en stortactiviteiten is niet mee in rekening gebracht. Er werd een aanname gedaan voor het transport over de Belgisch-Nederlandse grens en over de sedimentatie op het Verdronken Land van Saeftinge. Tussen elke macrocel is het zandtransport gestegen:

- Monding → MC1 & MC2: Tussen 2004 en 2009 werd er 13,3 Mm<sup>3</sup> (in situ volume) zand geïmporteerd. In de periode 2010-2015 was dit 20,9 Mm<sup>3</sup>.
- MC1 & MC2 → MC3: Tussen 2004 en 2009 werd er 13,7 Mm<sup>3</sup> zand geïmporteerd. In de periode 2010-2015 was dit 24,2 Mm<sup>3</sup>.
- MC3 → MC4: Tussen 2004 en 2009 werd er 12,4 Mm<sup>3</sup> zand geïmporteerd. In de periode 2010-2015 was dit 29,1 Mm<sup>3</sup>.
- MC4 → MC5: Tussen 2004 en 2009 werd er 22,1 Mm<sup>3</sup> zand geïmporteerd. In de periode 2010-2015 was dit 29,2 Mm<sup>3</sup>.
- MC5 → MC6: Tussen 2004 en 2009 werd er 8,0 Mm<sup>3</sup> zand geïmporteerd. In de periode 2010-2015 was dit 9,5 Mm<sup>3</sup>.
- MC6 → MC7: Tussen 2004 en 2009 werd er 5,2 Mm<sup>3</sup> zand geïmporteerd. In de periode 2010-2015 was dit 5,4 Mm<sup>3</sup>.

Het zou nuttig blijken indien deze berekende waarden in de toekomst gevalideerd zouden worden met terreinmetingen.



Figuur 5-15: Natuurlijk zandtransport [Mm<sup>3</sup> in situ / 6 jaar] op de Westerschelde gedurende de periode 2004-2009 (Boven) en 2010-2015 (Onder). Er werd een aanname gedaan voor het transport over de Belgisch-Nederlandse grens en over de sedimentatie op het Verdrongen Land van Saeftinge (Bron: Sedimentbalans RWS ZD).

### Sedimentologie van de Westerschelde

Inzichten in de lokale sedimentologie worden verkregen door middel van bodemonsters en analyse van de baggerspecie. Deze worden besproken in §4.4.3. De sedimentsamenstelling in de Westerschelde blijft gedomineerd door de zandfractie. In de Pas van Terneuzen is er wel een stijgende trend in het slibgehalte waargenomen.

### 5.3.3 Macroschaal Dynamiek

#### Definitie

De macroschaal Dynamiek spitst zich toe op de grote eb- en vloedgeulen, de belangrijkste elementen van iedere macrocel. De onderlinge relatie beïnvloedt de morfologische evoluties op mesoschaal. Op Macroschaal dient onderzocht te worden:

- Of het dynamisch evenwicht van de geulen verandert onder invloed van het baggeren en/of storten.
- De sedimenttransportcapaciteit.
- Wat de implicaties hiervan zijn op de onderhoudsbaggerwerkzaamheden.

#### Watervolume van geulen

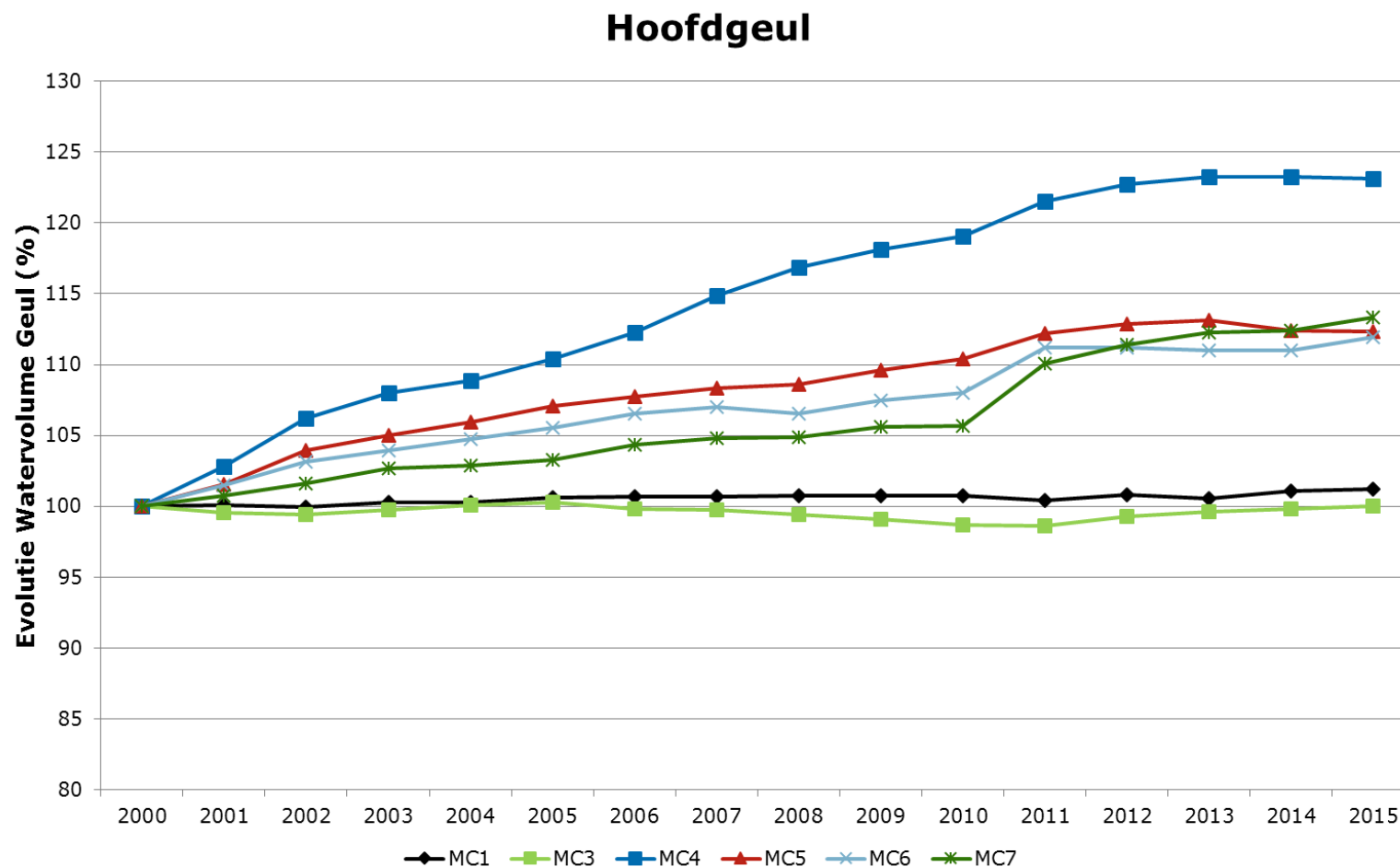
##### Definitie

Het watervolume van de verschillende geulen werd berekend beneden -5m NAP. De gegevens zijn afkomstig van de Sedimentbalans van Rijkswaterstaat Zee en Delta.

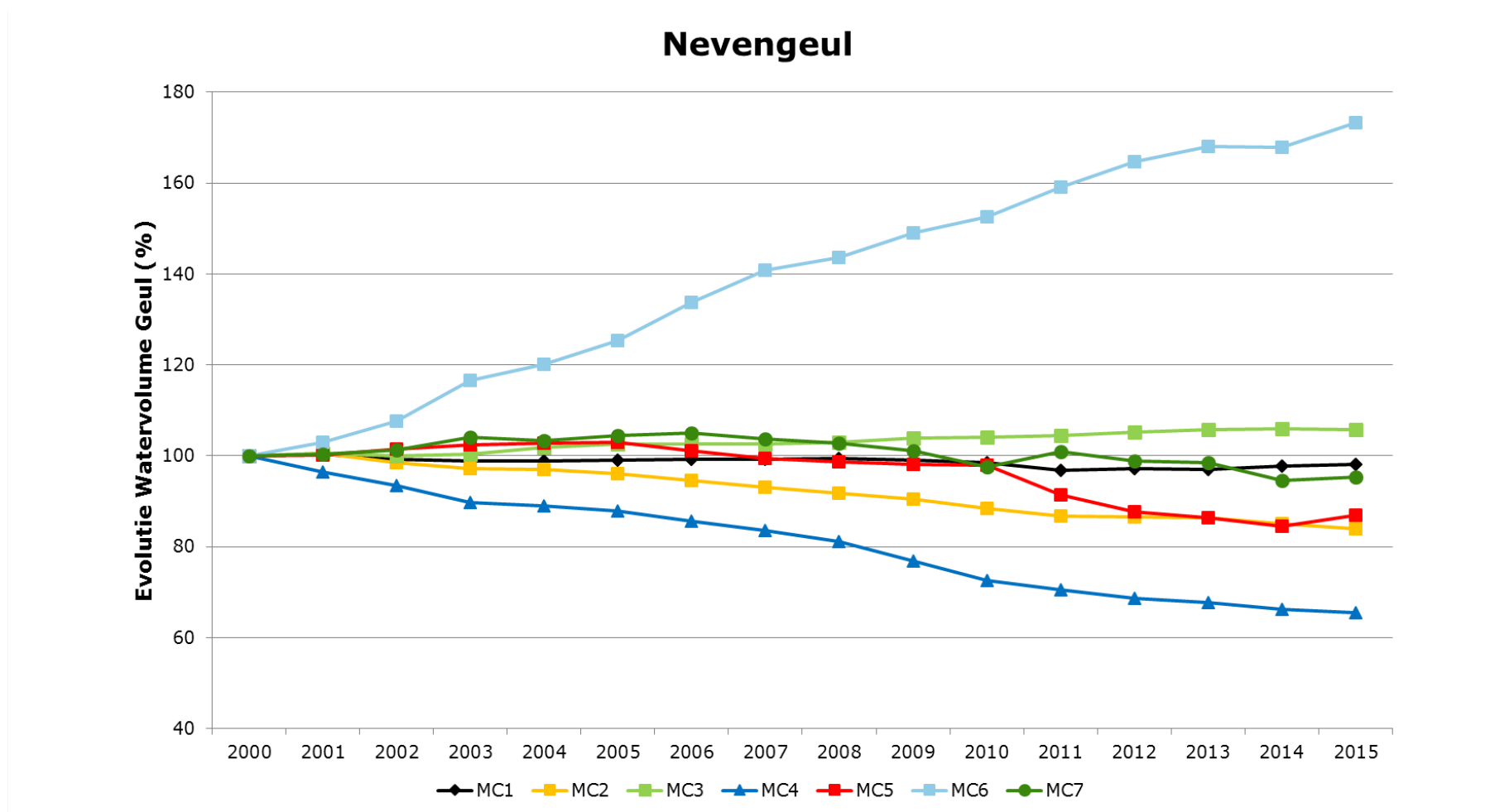
##### Analyse

De lange termijn evolutie van de verschillende hoofd- en nevengeulen is terug te vinden in Bijlage C.4. De evolutie van de hoofd- en nevengeul sinds 2000 is weergegeven in Figuur 5-16 en Figuur 5-17 als procentuele verandering ten opzichte van het watervolume in 2000. De evolutie is samengevat in Tabel 5-3.

- MC1: het watervolume van de hoofdgeul steeg tussen 2000 en 2015 met 1,1%. Tussen 2010 en 2011 was er een terugval. Het watervolume in de nevengeul daalde tussen 2001 en 2003 met 1,5%. Daarna steeg het volume tot het in 2008 opnieuw 99,4% van het watervolume in 2000 bedroeg. Tussen 2008 en 2011 daalde het volume met het grootste verlies tussen 2010 en 2011 (-2%). Hierna steeg het watervolume opnieuw. In 2015 was het watervolume van de nevengeul 1% lager dan in 2009.
- MC2: het watervolume van de nevengeul (Vaarwater langs Hoofdplaat) daalde tot in 2012. Tussen 2012 en 2013 bleef het constant om dan verder te dalen tot een minimum in 2015.
- MC3: Tussen 2005 en 2010 daalde het watervolume in de hoofdgeul. Deze daling stagneerde tussen 2010 en 2011 om daarna opnieuw te stijgen. Het watervolume van de nevengeul steeg gedurende 2000-2013. Tussen 2014 en 2015 is deze stijging gestagneerd.
- MC4: het watervolume van de hoofdgeul steeg tot in 2013. Daarna bleef het watervolume relatief constant. Het watervolume in de nevengeul daalde gedurende de periode 2000-2015. De daling lijkt af te zwakken tussen 2014 en 2015.
- MC5: het watervolume van de hoofdgeul steeg tot in 2012 om dan te stagneren. Het watervolume van de nevengeul daalde licht tussen 2005 en 2010. Daarna wordt een relatief grote daling ingezet tot in 2014. Tussen 2014 en 2015 steeg het watervolume.
- MC6: Het watervolume van de hoofdgeul steeg tot in 2011, met de grootste sprong tussen 2010 en 2011. Daarna bleef het watervolume constant. Tussen 2014 en 2015 steeg het volume opnieuw. Het watervolume van de nevengeul steeg gedurende de hele periode 2000-2015.
- MC7: Het watervolume in de hoofdgeul steeg gedurende de hele periode 2000-2015. De grootste sprong is zichtbaar tussen 2010 en 2011. Het watervolume van de nevengeul daalde tussen 2006 en 2010. Tussen 2010 en 2011 steeg het watervolume om daarna opnieuw te dalen tot 2014. Tussen 2014 en 2015 was er opnieuw een lichte stijging. Gedurende de periode 2009-2015 is het watervolume kleiner geworden.



Figuur 5-16: Evolutie van het watervolume beneden -5m NAP in de hoofdgeulen op de Westerschelde. (Bron: Sedimentbalans RWS ZD).



Figuur 5-17: Evolutie van het watervolume beneden -5m NAP in de nevengeulen op de Westerschelde. (Bron: Sedimentbalans RWS ZD).

| Macrocel | Nevengeul        |                  | Hoofdgeul    |                           |
|----------|------------------|------------------|--------------|---------------------------|
|          | 2000 → 2009      | 2009 → 2015      | 2000 → 2009  | 2009 → 2015               |
| MC1      | + (- sinds 2008) | - (+ sinds 2011) | +            | +                         |
| MC2      | -                | -                |              |                           |
| MC3      | +                | + (0 sinds 2014) | - sinds 2005 | +                         |
| MC4      | -                | -                | +            | + (0 sinds 2013)          |
| MC5      | -                | - (+ sinds 2014) | +            | + (0 sinds 2012)          |
| MC6      | +                | +                | +            | + (0 tussen 2011 en 2014) |
| MC7      | - sinds 2006     | -                | +            | +                         |

Tabel 5-3: Evolutie van het watervolume in de geulen voor de periode 2000-2009 en 2009-2015: toename (+), afname (-) en (0) voor neutraal.

## Gemiddelde Geuldiepte

### Definitie

De gemiddelde geuldiepte werd berekend door het totale watervolume beneden -2m NAP te delen door het wateroppervlak bij -2m NAP. Bij de bekomen waarde wordt achteraf 2 meter bijgeteld zodanig een diepte ten opzichte van het referentiepeil Om NAP te bekomen.

### Analyse

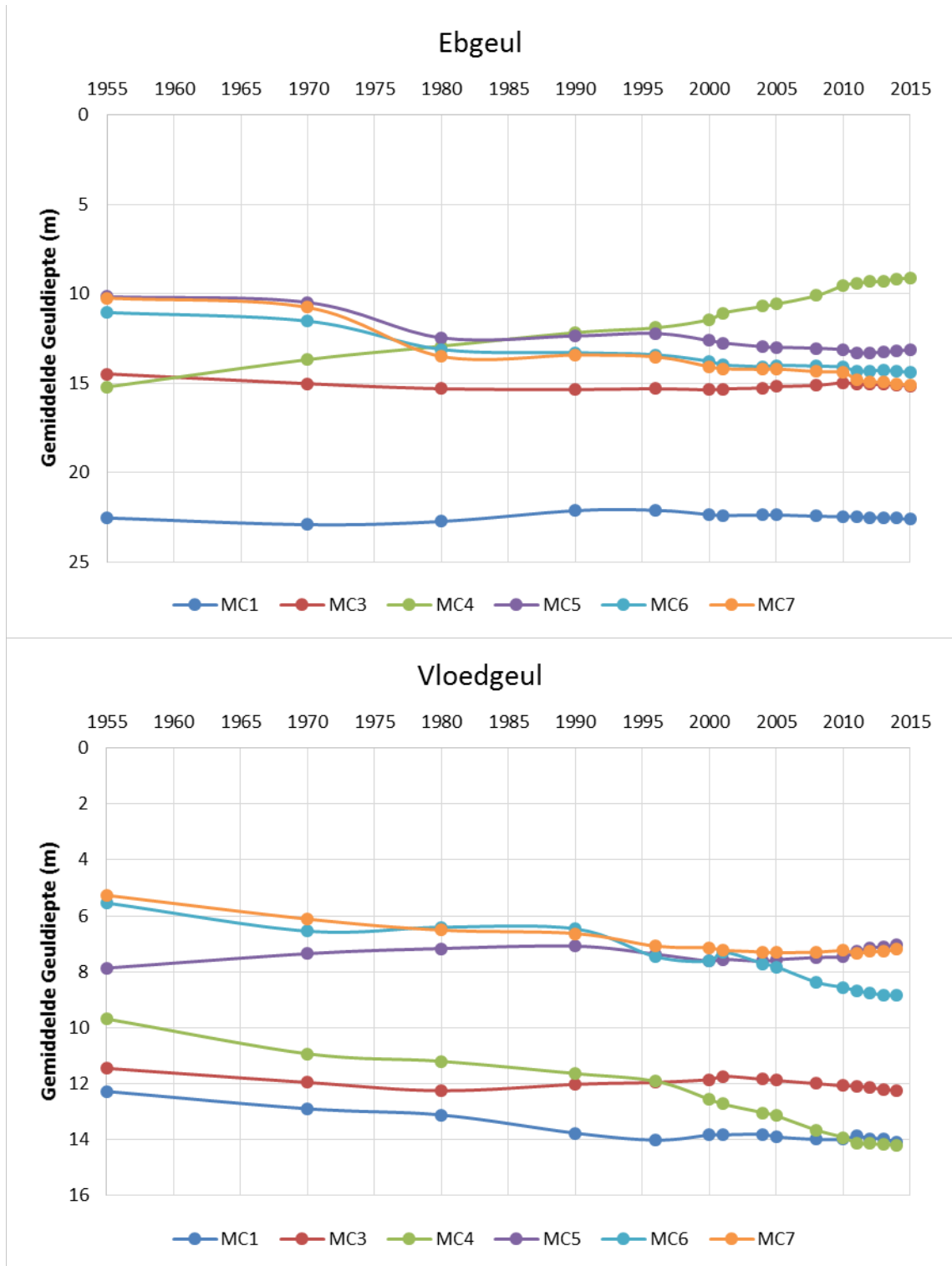
De lange termijn trend van de gemiddelde geuldiepte voor zowel eb- als vloedgeul wordt gepresenteerd in Figuur 5-18. In Figuur 5-19 wordt de verandering ten opzichte van de situatie in 2000 weergegeven. De evolutie is samengevat in Tabel 5-4.

- MC1: Tussen 2000 en 2008 bleef de gemiddelde geuldiepte van de ebgeul constant. 2012 steeg het volume. De gemiddelde geuldiepte van de vloedgeul daalde licht tussen 2000 en 2008. Tussen 2010 en 2011 was er een daling die teniet gedaan werd door een stijging tussen 2011 en 2012. Daarna bleef de diepte van de vloedgeul constant.
- MC3: Tussen 2000 en 2008 daalde de gemiddelde geuldiepte van de ebgeul. Deze trend zette zich voort tot in 2010. Vanaf 2011 stijgt de gemiddelde geuldiepte. De geuldiepte van de vloedgeul steeg tussen 2008 en 2011. Daarna stagneerde de stijging. Vanaf 2014 wordt er een daling waargenomen.
- MC4: Zowel tussen 2000 en 2008 als daarna daalde de gemiddelde geuldiepte in de ebgeul. Zowel tussen 2000 en 2008 als daarna steeg de gemiddelde geuldiepte in de vloedgeul.
- MC5: Tussen 2000 en 2008 steeg de gemiddelde geuldiepte in de ebgeul. Deze trend zette zich voort tot in 2011. Vanaf 2012 daalt de gemiddelde geuldiepte van de ebgeul. Tussen 2000 en 2004 steeg de gemiddelde geuldiepte van de vloedgeul. Daarna daalde de geuldiepte licht tot er zich tussen 2010-2011 een ferme daling werd ingezet. Deze daling in geuldiepte stagneerde in 2013 waarna de geuldiepte van de vloedgeul terug steeg.
- MC6: Tussen 2000 en 2008 steeg de gemiddelde geuldiepte in de ebgeul. Deze trend zette zich voort tot in 2011. Tussen 2012 en 2013 daalde de diepte licht. Daarna steeg de diepte terug tot ze in 2015 opnieuw het niveau van 2011 bereikte. Tussen 2000 en 2015 steeg de gemiddelde geuldiepte van de vloedgeul.
- MC7: Tussen 2000 en 2008 steeg de gemiddelde geuldiepte in de ebgeul. Deze trend zet zich ook daarna verder. Tussen 2010 en 2011 was er een sterke stijging. Tussen 2000 en 2005 steeg de gemiddelde geuldiepte van de vloedgeul. Daarna daalde de geuldiepte. Tussen 2010 en 2011 was er wel een plotse stijging in de geuldiepte van de vloedgeul.

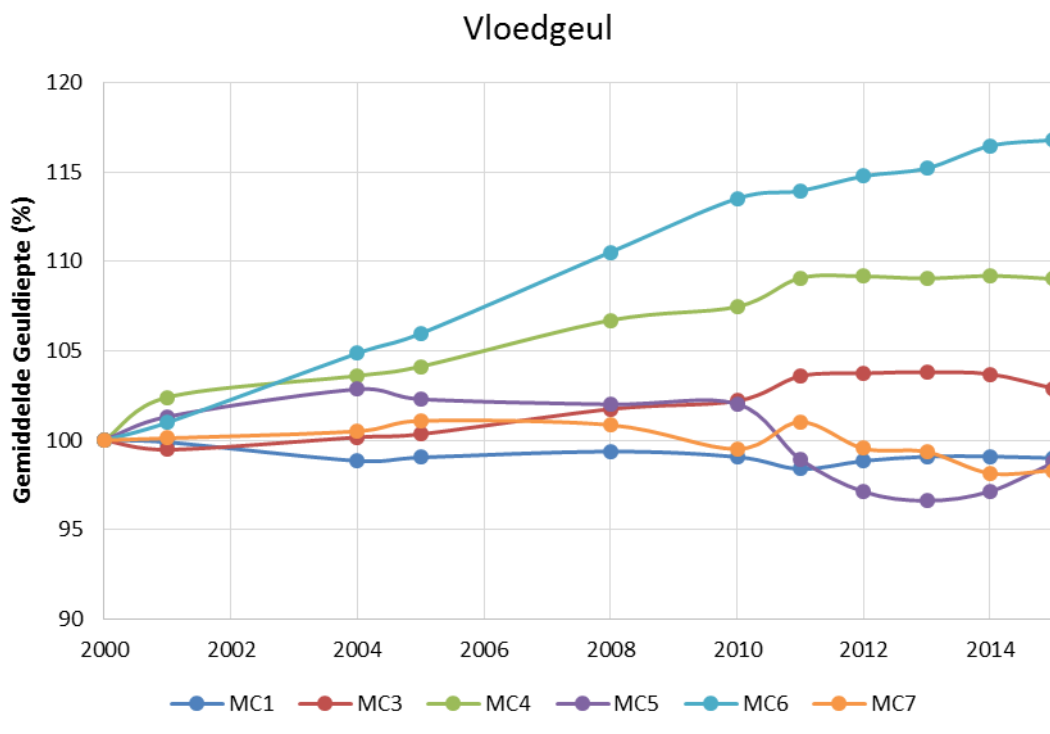
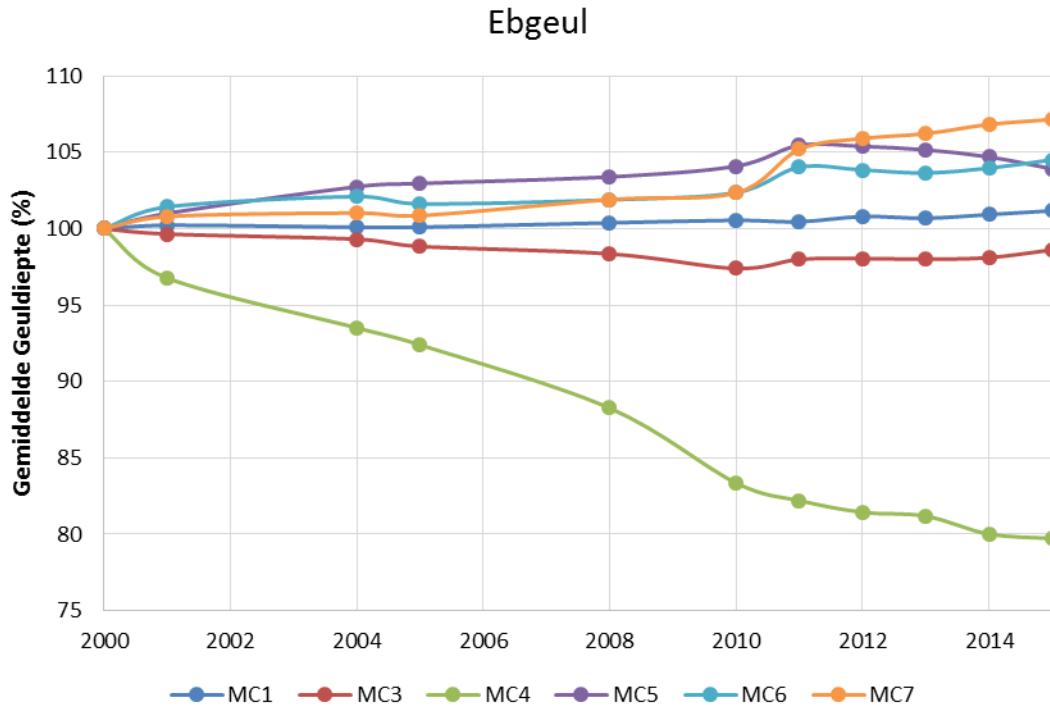
| Macrocel | Ebgeul      |                | Vloedgeul      |                  |
|----------|-------------|----------------|----------------|------------------|
|          | 2000 → 2008 | 2008 → 2015    | 2000 → 2008    | 2008 → 2015      |
| MC1      | 0           | +              | -              | 0                |
| MC3      | -           | + (vanaf 2011) | +              | 0 (- sinds 2014) |
| MC4      | -           | -              | +              | +                |
| MC5      | +           | - (vanaf 2012) | - (sinds 2004) | + (sinds 2013)   |
| MC6      | +           | +              | +              | +                |
| MC7      | +           | +              | - (sinds 2004) | -                |

Tabel 5-4: Evolutie van de gemiddelde geuldiepte voor de periode 2000-2008 en 2008-2015: toename (+), afname (-) en (0) voor neutraal.





Figuur 5-18: Gemiddelde geuldiepte van de eb- (Boven) en vloedgeul (Onder), per macrocel.



Figuur 5-19: Evolutie in gemiddelde geuldiepte van de eb- (Boven) en vloedgeul (Onder) sinds 2000, per macrocel.

## Kantelindex

### Definitie

De kantelindex is een maat voor de relatieve belang van de ebgeul ten opzichte van de vloedgeul. Ze wordt berekend door het natuurlijk logaritme te nemen van de verhouding tussen de gemiddelde geuldiepte van de eb- versus vloedgeul.

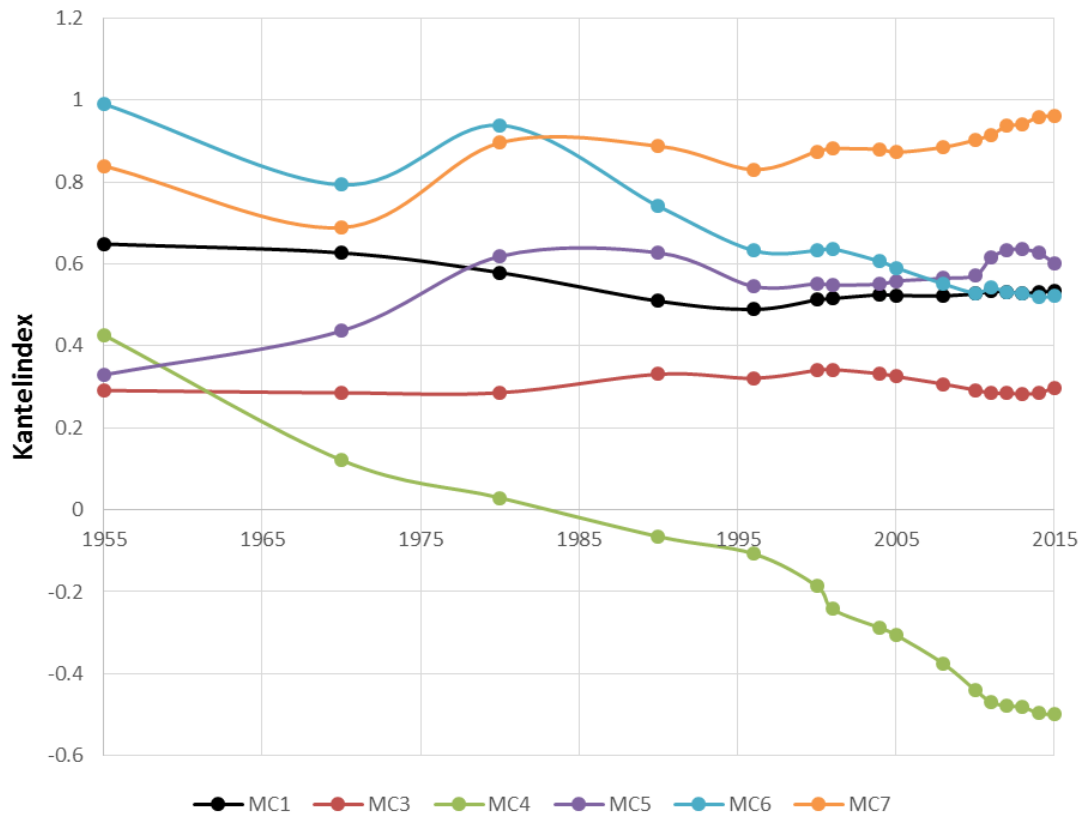
### Analyse

De lange termijn trend van de kantelindex voor zowel eb- als vloedgeul wordt gepresenteerd in Figuur 5-20. In Figuur 5-21 wordt de verandering ten opzichte van de situatie in 2000 weergegeven. De evolutie is samengevat in Tabel 5-5.

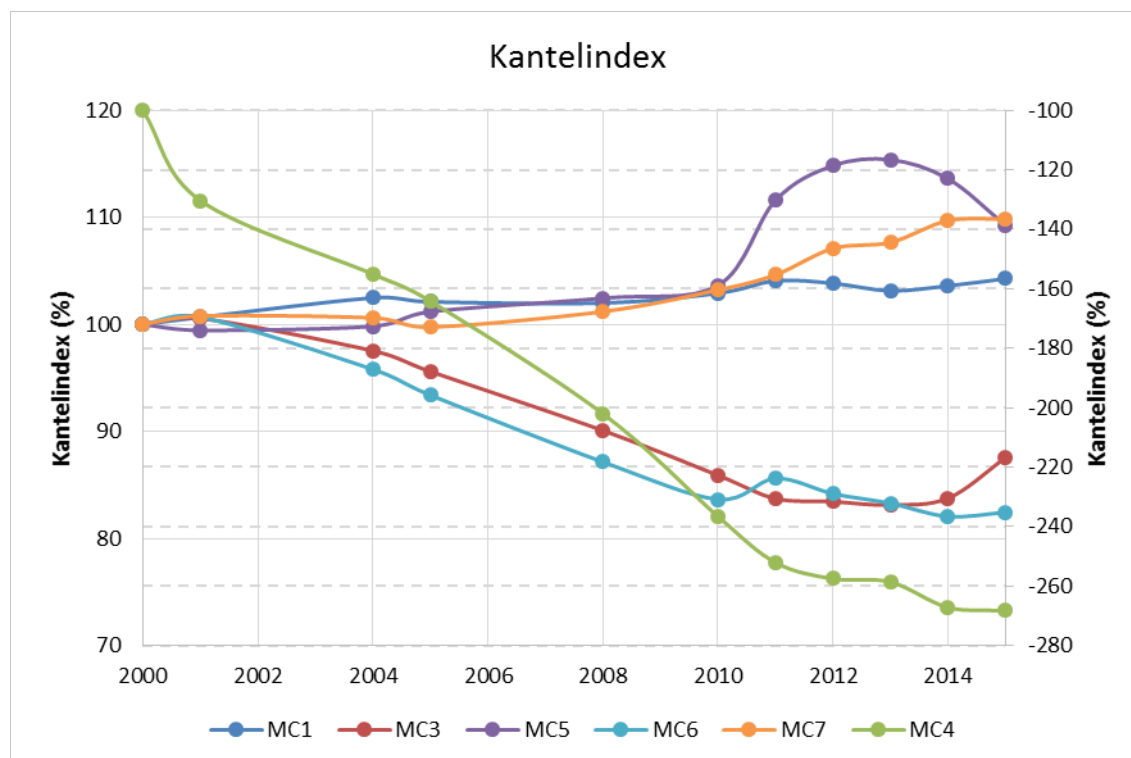
- MC1: De kantelindex steeg tussen 2000 en 2004, waarna ze constant bleef tot 2010. Tussen 2010 en 2011 steeg de kantelindex opnieuw om dan te dalen tot in 2013. Tussen 2013 en 2015 steeg de kantelindex opnieuw. Gedurende de periode 2008-2015 is de kantelindex gestegen.
- MC3: De kantelindex daalde tot een minimum in 2013. Daarna steeg de kantelindex.
- MC4: De kantelindex daalde sterk tot 2012. Midden de jaren '80 is de vloedgeul (Gat van Ossensisse en Overloop van Hansweert) dieper geworden dan de ebgeul (Middelgat) waardoor de kantelindex negatief werd. Tussen 2012 en 2013 bleef ze constant om dan opnieuw te dalen tussen 2013 en 2012. Tussen 2014 en 2015 bleef ze opnieuw gelijk. Het lijkt er op dat vanaf 2011 de kantelindex minder snel daalt. Metingen in de toekomst zullen uitwijzen of de daling gestopt is.
- MC5: De kantelindex steeg tot 2013. De grootste sprong gebeurde tussen 2010 en 2011. Vanaf 2013 daalt de kantelindex.
- MC6: De kantelindex daalde tussen 2001 en 2010. Tussen 2010 en 2011 steeg de kantelindex opnieuw om daarna terug te dalen tot in 2014. Tussen 2014 en 2015 was er een lichte stijging. Gedurende de periode 2008-2015 is de kantelindex gedaald. Het valt af te wachten of deze daling in de toekomst stagneert.
- MC7: De kantelindex steeg bijna continu tussen 2000 en 2015. Tussen 2014 en 2015 was de stijging miniem.

| Macrocel | Kantelindex |                  |
|----------|-------------|------------------|
|          | 2000→ 2008  | 2008 → 2015      |
| MC1      | +           | +                |
| MC3      | -           | - (+ sinds 2013) |
| MC4      | --          | -                |
| MC5      | +           | + (- sinds 2013) |
| MC6      | -           | -                |
| MC7      | +           | +                |

Tabel 5-5: Evolutie van de kantelindex voor de periode 2000-2008 en 2008-2015: toename (+), afname (-) en (0) voor neutraal.



Figuur 5-20: De kantelindex, weergegeven per macrocel.



Figuur 5-21: Evolutie van de kantelindex sinds 2000, per macrocel. Merk op dat de evolutie van MC4 gepresenteerd wordt op een secundaire verticale as (rechts). Aangezien de kantelindex hier negatief is, worden de percentages negatief weergegeven.

## Verhouding Getijvolumes

### Definitie

De verhouding van getijvolumes tussen de hoofd- en nevengeul geeft een indicatie van in hoeverre deze geulen in evenwicht zijn. De verhouding werd berekend door het volume doorheen de hoofdgeul te delen door dit doorheen de nevengeul. De gegevens gebruikt in deze analyse werden aangeleverd door Rijkswaterstaat ZD en zijn berekend met het SCALWEST2000 model.

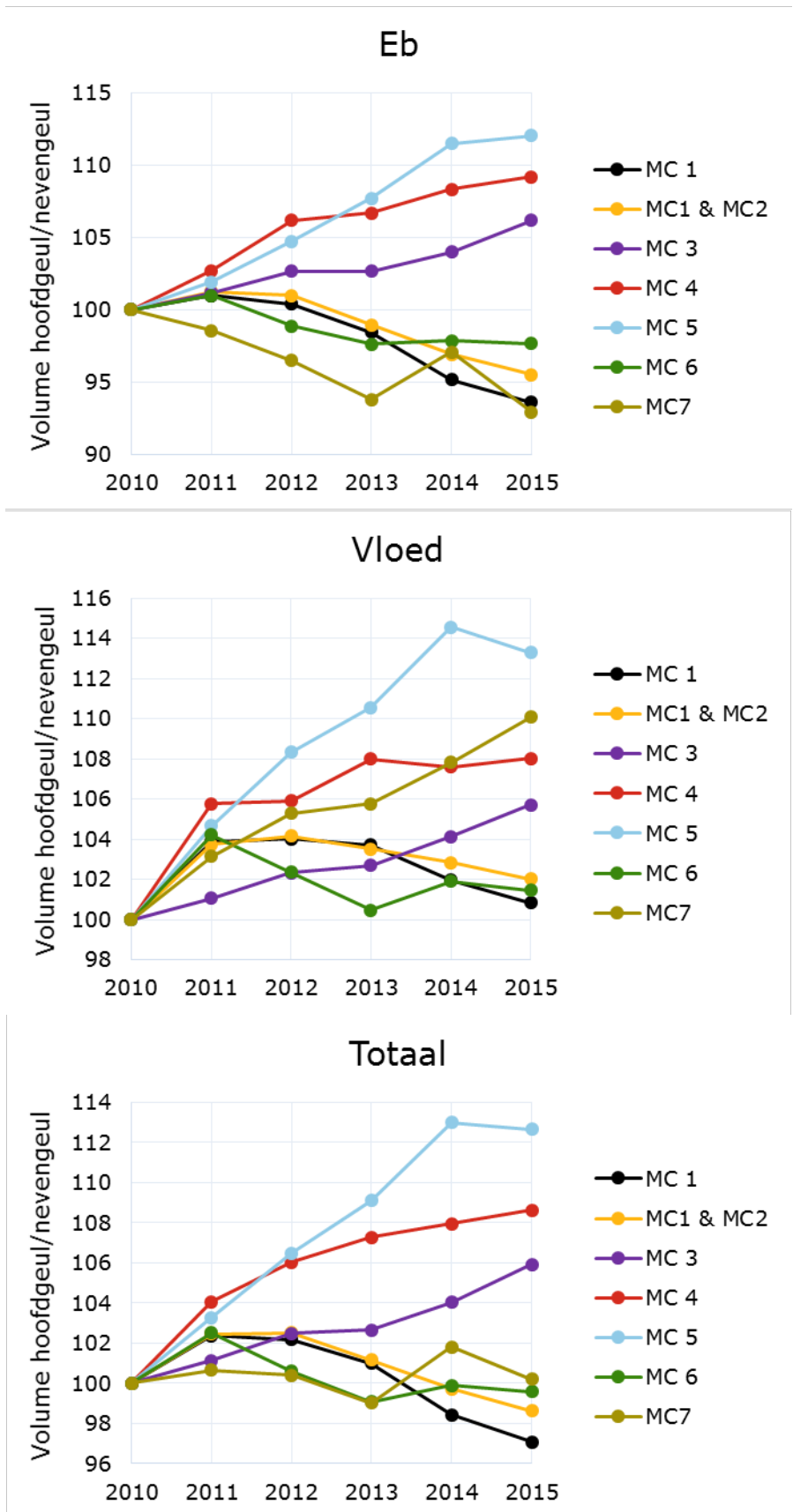
### Analyse

De evolutie van de verhouding in getijvolumes in absolute aantallen is terug te vinden in Bijlage C.5. In Figuur 5-21 wordt de verandering ten opzichte van de situatie in 2010 weergegeven. De evolutie is samengevat in Tabel 5-6.

- MC1: De verhouding van de getijvolumes tijdens eb stijgt tussen 2010 en 2011. Daarna daalt de verhouding. De verhouding tijdens vloed stijgt tussen 2010 en 2012 om daarna te dalen. De verhouding tijdens de totale cyclus stijgt tussen 2010 en 2011 om daarna te dalen.
- MC1 & MC2: Indien het getijvolume dat doorheen het Vaarwater langs Hoofdplaat bij de nevengeul wordt opgeteld verkrijgen we een gelijkaardige evolutie.
- MC3: zowel de verhouding tijdens eb, vloed als de totale cyclus stijgt gedurende 2010-2015.
- MC4: Hier is de vloedgeul (Gat van Ossenissee en Overloop van Hansweert) de hoofdgeul. zowel de verhouding tijdens eb, vloed als de totale cyclus stijgt gedurende 2010-2015.
- MC5: zowel de verhouding tijdens eb, vloed als de totale cyclus stijgt gedurende 2010-2015.
- MC6: De verhouding tijdens eb daalt gedurende 2010-2015. De verhouding tijdens vloed stijgt relatief sterk tussen 2010 en 2011 om daarna te dalen tot een minimum in 2013. Tussen 2013 en 2014 stijgt de verhouding tijdens vloed opnieuw om daarna opnieuw te dalen. De verhouding tijdens de totale cyclus kent een gelijkaardig verloop als dit van tijdens vloed.
- MC7: De verhouding tijdens eb daalt gedurende 2010-2015. De verhouding tijdens vloed stijgt tussen 2010 en 2015. De verhouding tijdens de totale cyclus kent een sterk variabel verloop. Er is geen duidelijke trend zichtbaar.

| Macrocel   | Verhouding Getijvolume 2010 → 2015 |                  |                  |
|------------|------------------------------------|------------------|------------------|
|            | Eb                                 | Vloed            | Totaal           |
| MC1        | - (- sinds 2011)                   | + (- sinds 2012) | - (- sinds 2011) |
| MC1 & MC 2 | - (- sinds 2011)                   | + (- sinds 2012) | - (- sinds 2012) |
| MC3        | +                                  | +                | +                |
| MC4        | +                                  | +                | +                |
| MC5        | +                                  | +                | +                |
| MC6        | - (- sinds2011)                    | + (- sinds 2011) | - (- sinds 2011) |
| MC7        | -                                  | +                | 0                |

Tabel 5-6: Evolutie van de verhouding van de getijvolumes: toename (+), afname (-) en (0) voor neutraal.



Figuur 5-22: Evolutie sinds 2010 in verhouding van de watervolumes die doorheen de hoofd- versus nevengeul stromen tijdens eb (Boven), Vloed(Midden) en de totale Getijcyclus (Onder).  
Bron: SCALWEST2000 model Rijkswaterstaat Zee en Delta, data ontvangen van M. Schrijver.

## Getijweglengte

### Definitie

De getijweglengte is een maat voor hoever een waterdeeltje reist binnen één getijcyclus. Deze wordt berekend door het vloedvolume af te trekken van het ebvolume<sup>26</sup> en dit te delen door het gemiddelde doorstroomoppervlak van de geulen. Voor de berekening wordt gebruik gemaakt van de getijvolumes, gepresenteerd in bovenstaande parameter.

In een van nature veranderend systeem zou deze verhouding constant blijven. De getijweglengte neemt af in een systeem dat erodeert ten gevolge van baggeren, terwijl de verhouding toeneemt bij sedimentatie ten gevolge van het storten (Maris *et al.* 2014).

### Analyse

De uitschieter van MC4 in 2011 is het gevolg van een verhoogd ebvolume door de eb- en vloedgeul. Dit is mogelijk te wijten aan onvolkomenheden in de bathymetrische data of modelonzekerheden. Er wordt hier verder geen belang aan gehecht. De jaar-op-jaar verschillen zijn te groot om een geloofwaardige trend te kunnen onderscheiden. Daarom wordt er geconcludeerd dat de getijweglengte binnen elke macrocel constant blijft. Omwille van de mogelijke onzekerheid die gepaard gaat met de berekening van deze parameter, lijkt het beter de grootschalige verschillen op lange termijn te onderzoeken. De gemiddelde waarden gedurende de periode 2010-2015 zijn terug te vinden in Tabel 5-7.

| Jaar              | MC1        | MC3        | MC4        | MC5        | MC6        | MC7        |
|-------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 2010              | 651        | 936        | 938        | 973        | 695        | 659        |
| 2011              | 667        | 935        | 1004       | 964        | 680        | 638        |
| 2012              | 659        | 933        | 932        | 978        | 676        | 646        |
| 2013              | 660        | 923        | 925        | 971        | 663        | 629        |
| 2014              | 667        | 924        | 936        | 968        | 664        | 633        |
| 2015              | 655        | 925        | 936        | 981        | 673        | 645        |
| <b>Gemiddelde</b> | <b>660</b> | <b>929</b> | <b>945</b> | <b>972</b> | <b>675</b> | <b>642</b> |

Tabel 5-7: Getijweglengte [m] per macrocel.

<sup>26</sup> Volume tijdens één getijdecyclus.

## Watervolume van geulen i.r.t. volume van ingrepen

### Definitie

Deze parameter beschrijft de evolutie van het watervolume per eb- en vloedgeul beneden het referentieniveau van NAP -5m. Menselijke ingrepen ( $V_i$ ) kunnen een aanzienlijke invloed hebben op het volume van de geulen. Daarom wordt getoetst of de waargenomen evolutie ( $V_{tot}$ ) al dan niet gestuurd wordt door de antropogene invloed. Binnen deze studie wordt het kwalificatiesysteem van Maris *et al.* (2014) toegepast (Tabel 5-8) om deze relatie te definiëren. Zowel de watervolumes als de menselijke ingrepen zijn aangeleverd door Rijkswaterstaat Zee en Delta (Bron: Sedimentbalans Rijkswaterstaat ZD), die de gegevens verwerkt hebben tot en met 2014.

$V_i$  omvat de in situ volumes baggeren, zandwinning (beide positief = toename van het watervolume) en storten (negatief = afname van het watervolume). Om de antropogene impact te kunnen definiëren wordt het "natuurlijke" geulvolume ( $V_{net}$ ) berekend door het verschil te nemen van  $V_{tot}$  en het cumulatieve volume van de menselijke ingrepen doorheen de tijd ( $\Sigma V_i$ ):

$$V_{net} = V_{tot} - \Sigma V_i$$

Het kwalificatiesysteem vergelijkt de trends in  $V_{tot}$  ( $\Delta V_{tot}$ ) en  $V_{net}$  ( $\Delta V_{net}$ ) om de antropogene invloed te achterhalen.  $\Delta V_{tot}$  en  $\Delta V_{net}$  worden berekend door het verschil te berekenen van de volumes tussen 2 opeenvolgende jaren. Binnen deze studie werd hiervoor de gemiddelde jaarlijkse volumeverandering na de derde verruiming berekend. De sedimenttransportcapaciteit werd berekend op de configuratie van 2011 en het is niet duidelijk in hoeverre deze toepasbaar is op voorgaande jaren. Daarom werd de focus gelegd op recente evoluties tussen 2011 (na de derde verruiming) en 2014 (einde dataset, Bron: Sedimentbalans Rijkswaterstaat Zee en Delta), zodanig de huidige configuratie van het systeem te kunnen onderzoeken.

Om na te gaan of een trend neutraal, dan wel stijgend of dalend is werd de tijdsgemiddelde geulevolutie (volumeverandering) eerst genormaliseerd door het tijdsgemiddelde geulvolume<sup>27</sup>. Daarna werden volgende grenzen toegepast:

- Sedimentatie:  $\Delta V < -0.1\%$
- Geen evolutie:  $-0.1\% < \Delta V < 0.1\%$
- Erosie:  $\Delta V > 0.1\%$

| $\Delta V_{tot}$ | $\Delta V_{net}$ | Kwalificatie | Omschrijving   |
|------------------|------------------|--------------|--|
| 0                | + of -           | 3            | Stabiel, ondanks/ dankzij ingrepen                                     |
| 0                | 0                | 0            | Evenwicht (geen veranderingen, geen ingrepen)                          |
| -                | 0 of +           | -2           | Sedimentatie, gestuurd door ingrepen                                   |
| -                | -                | -1           | Natuurlijke tendens tot sedimentatie, versterkt/verzwakt door ingrepen |
| +                | 0 of -           | 2            | Erosie, gestuurd door ingrepen   |
| +                | +                | 1            | Natuurlijke tendens tot erosie, versterkt/verzwakt door ingrepen       |

Tabel 5-8: Kwalificatie van de macroschaal dynamiek op basis van de waargenomen ( $\Delta V_{tot}$ ) en netto volumeveranderingen ( $\Delta V_{net}$ ) in de geulen met: "+" = sedimentatie, "0" = geen evolutie en "-" = erosie (Bron: Maris *et al.* 2014).

<sup>27</sup> Gedefinieerd als gemiddelde geulvolume in hetzelfde tijdsinterval (2011-2014)



### Data

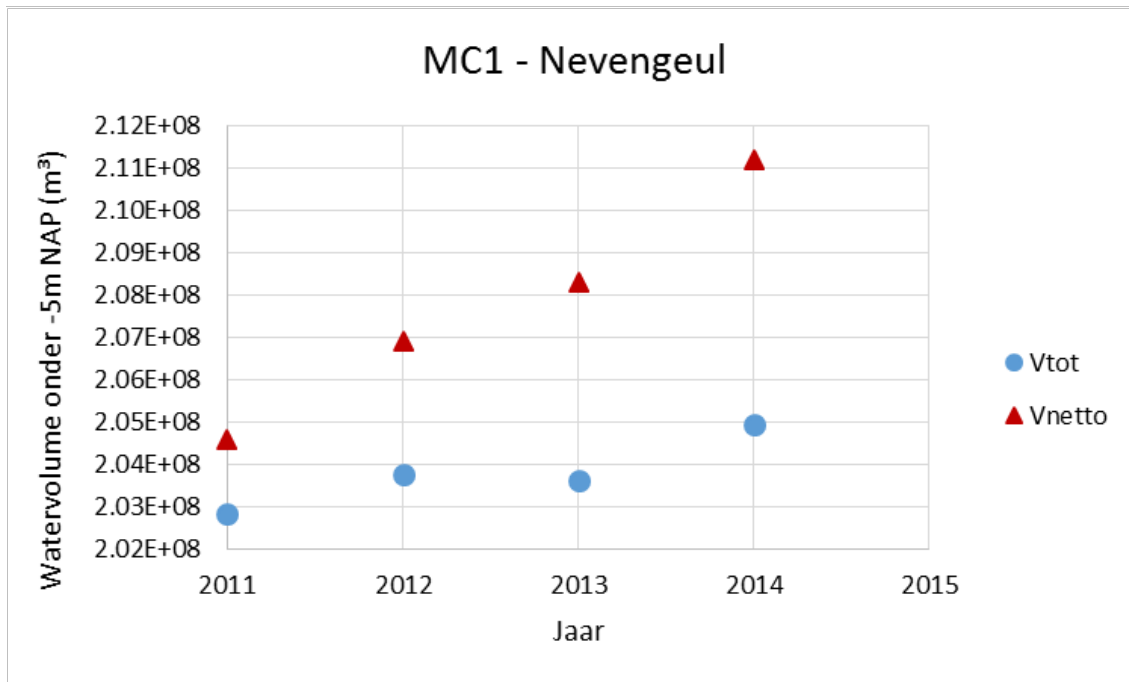
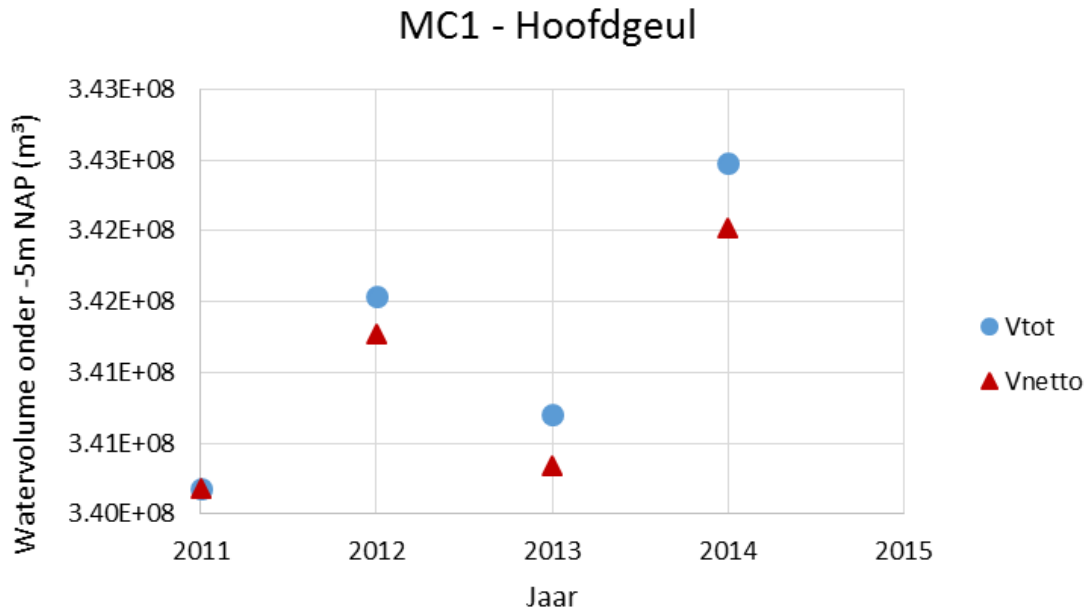
De gegevens gebruikt binnen deze analyse zijn afkomstig uit de sedimentbalans van Rijkswaterstaat ZD. Hierbij wordt er louter gekeken naar het zandvolume. De havenstortingen zijn hier niet in rekening gebracht omdat er van uitgegaan wordt dat het slib direct weggespoeld wordt uit de geulen.

### Analyse

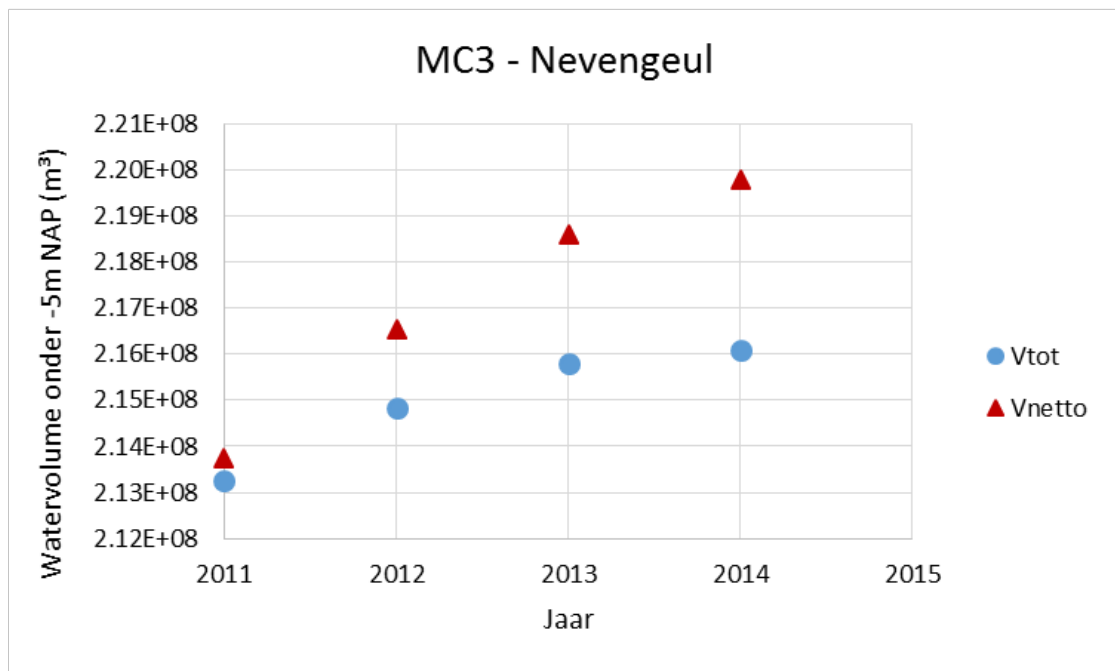
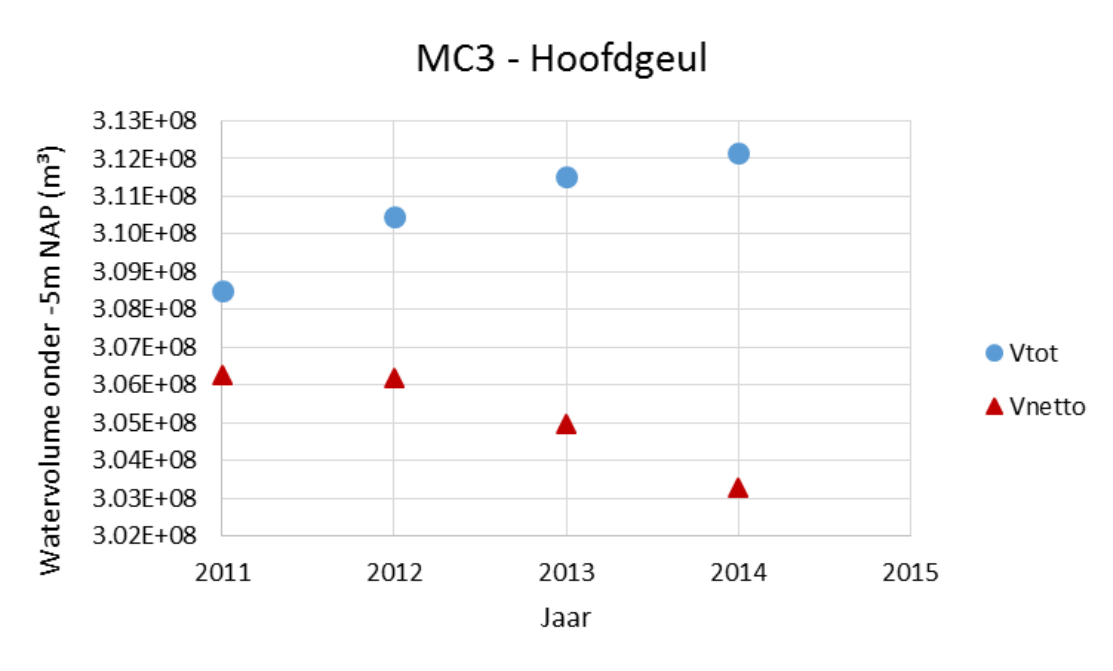
De kwalificatie van de geulen is gepresenteerd in Tabel 5-9. De evolutie van  $\Delta V_{tot}$  en  $\Delta V_{net}$  tussen 2011-2014, toegepast voor deze kwalificatie, is terug te vinden in Figuur 5-23 tot en met Figuur 5-28. Een overzicht van de evolutie tussen 1955 en 2014 kan men vinden in Bijlage C.6.

| Macrocel | Hoofdgeul |                  |                  |              | Nevengeul |                  |                  |              |
|----------|-----------|------------------|------------------|--------------|-----------|------------------|------------------|--------------|
|          | Antr.     | $\Delta V_{tot}$ | $\Delta V_{net}$ | Kwalificatie | Antr.     | $\Delta V_{tot}$ | $\Delta V_{net}$ | Kwalificatie |
| 1        | Bagger    | 0.22             | 0.18             | 1s           | Stort     | 0.35             | 1.06             | 1a           |
| 3        | Bagger    | 0.39             | -0.33            | 2            | Stort     | 0.44             | 0.93             | 1a           |
| 4        | Stort     | 0.47             | 1.96             | 1a           | Stort     | -2.11            | -2.07            | -1s          |
| 5        | Bagger    | 0.07             | -1.51            | 3d           | Stort     | -2.64            | -2.08            | -1s          |
| 6        | Bagger    | -0.07            | -1.62            | 3d           | Neutraal  | 1.77             | 1.77             | 1            |
| 7        | Bagger    | 0.69             | -0.27            | 2            | Neutraal  | -2.16            | -2.16            | -1           |

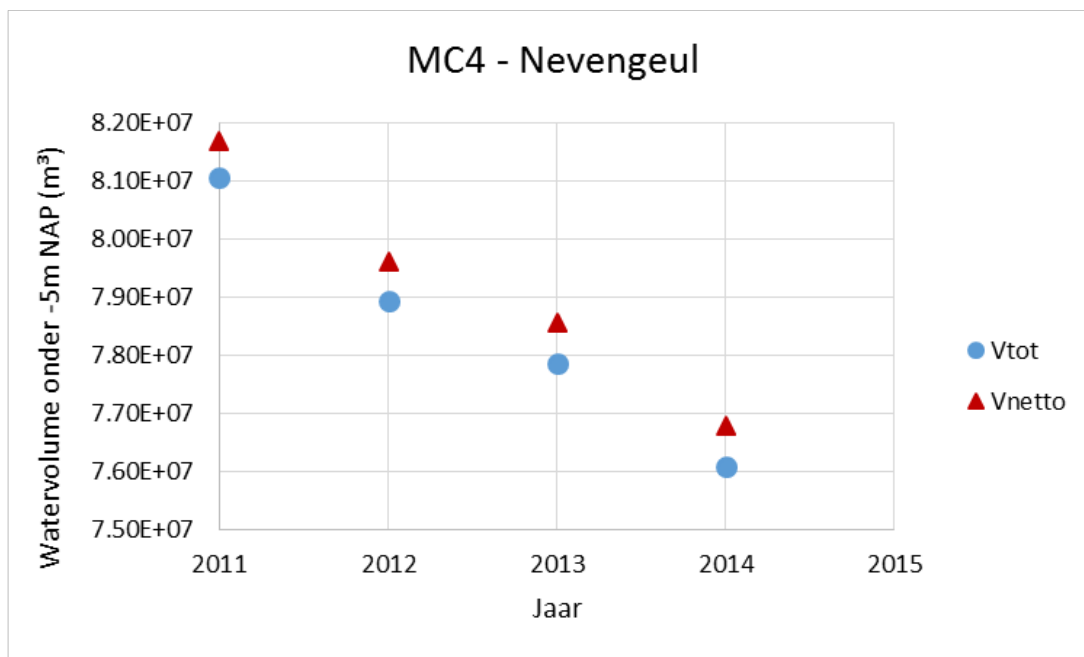
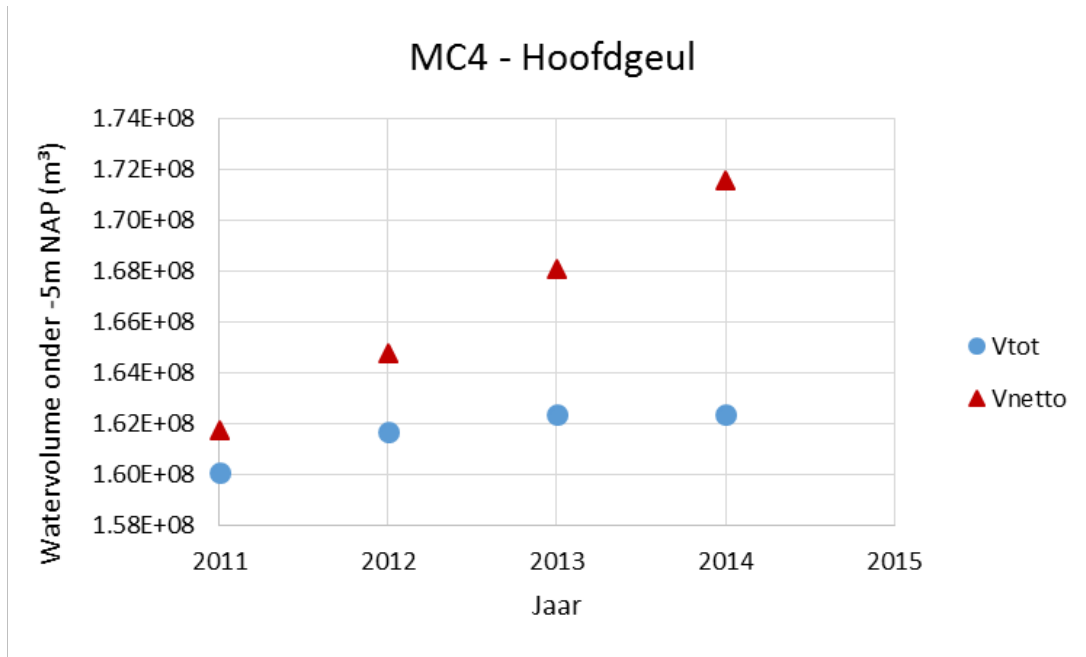
Tabel 5-9: *Samenvatting van de tijdsgemiddelde waargenomen ( $\Delta V_{tot}$ ) en netto ( $\Delta V_{net}$ ) relatieve geulevoluties [%] naargelang Macrocel. Per geul staat de netto antropogene activiteit weergegeven: Baggeren + zandwinning, Storten, Neutraal. De volumeveranderingen zijn relatief weergegeven in procent van het totale geulvolume: Groen = erosie (>0.1%), wit = geen evolutie (-0.1% < x < 0.1%), rood = sedimentatie (<-0.1%). Volgende afkortingen zijn toegepast voor de kwalificatie van de geulevoluties (Maris et al. 2014): 1 = Natuurlijke tendens tot erosie (1s = versterkt door ingrepen, 1a = verzwakt door ingrepen), -1 = Natuurlijke tendens tot sedimentatie (-1s = versterkt door ingrepen, -1a = verzwakt door ingrepen), 2 = Erosie gestuurd door ingrepen, 3 = stabiel (3o = ondanks ingrepen, 3d = dankzij ingrepen). Bron gegevens volumeverandering: Sedimentbalans Rijkswaterstaat Zee en Delta.*



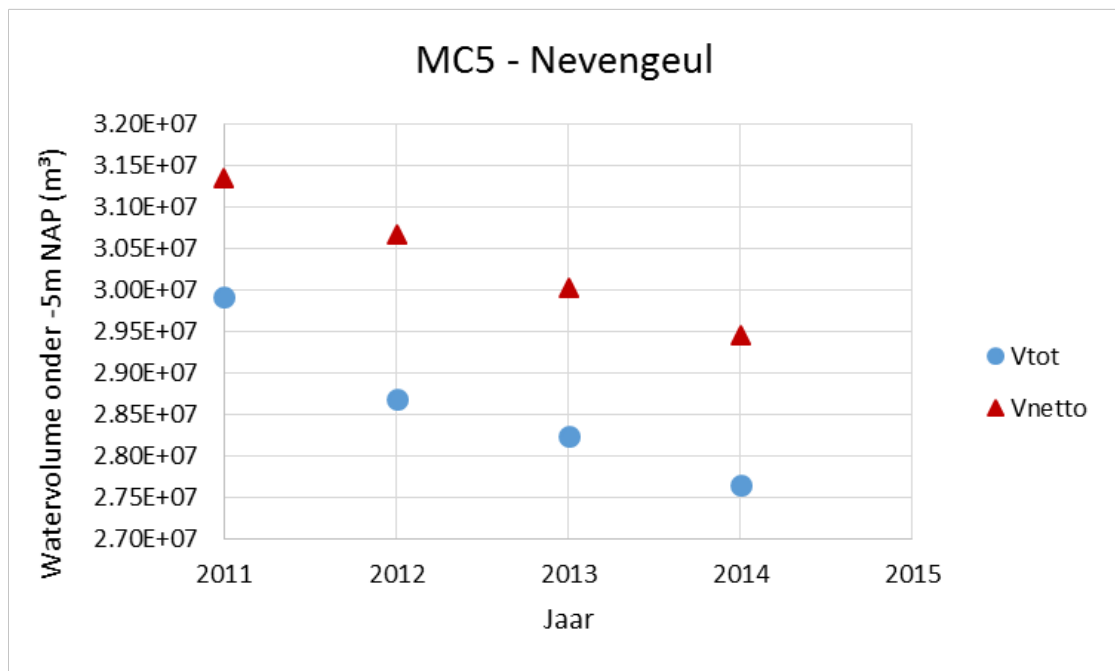
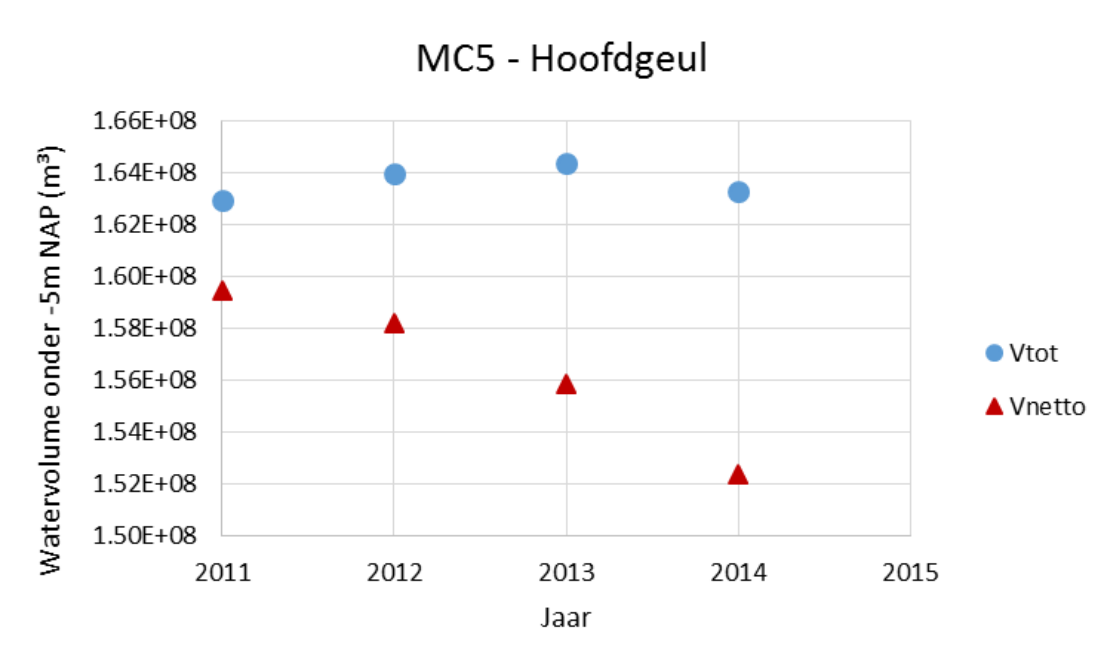
Figuur 5-23: Evolutie in watervolume [m³] van de geulen (onder NAP -5m) voor de hoofd- (Boven) en nevengeul (Onder) van Macrocel 1: jaarlijkse verandering ( $\Delta V_{tot}$ ) en de netto jaarlijkse verandering ( $\Delta V_{netto}$ ). (Bron: RWS ZD).



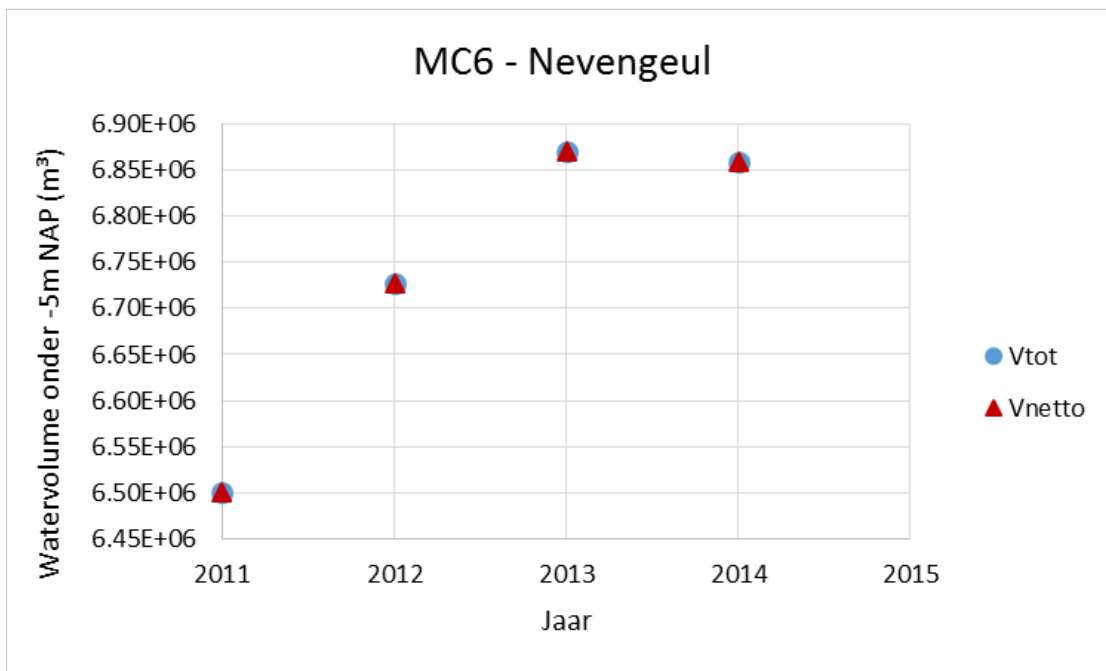
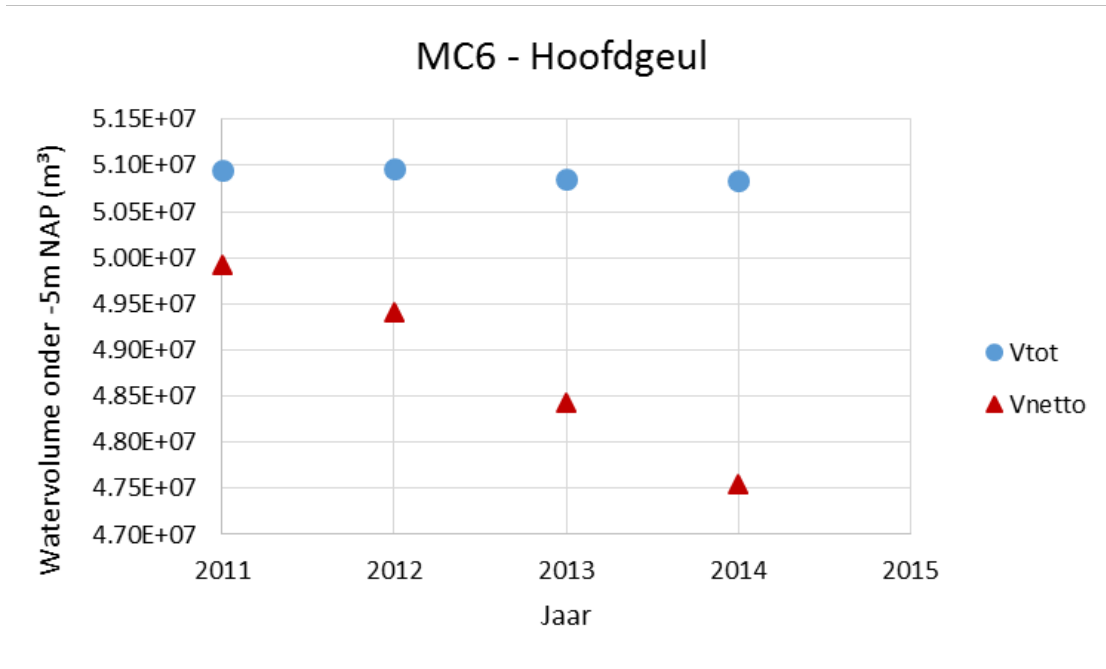
Figuur 5-24: Evolutie in watervolume [m³] van de geulen (onder NAP -5m) voor de hoofd- (Boven) en nevengeul (Onder) van Macrocel 3: jaarlijkse verandering ( $\Delta V_{tot}$ ) en de netto jaarlijkse verandering ( $\Delta V_{netto}$ ). (Bron: RWS ZD).



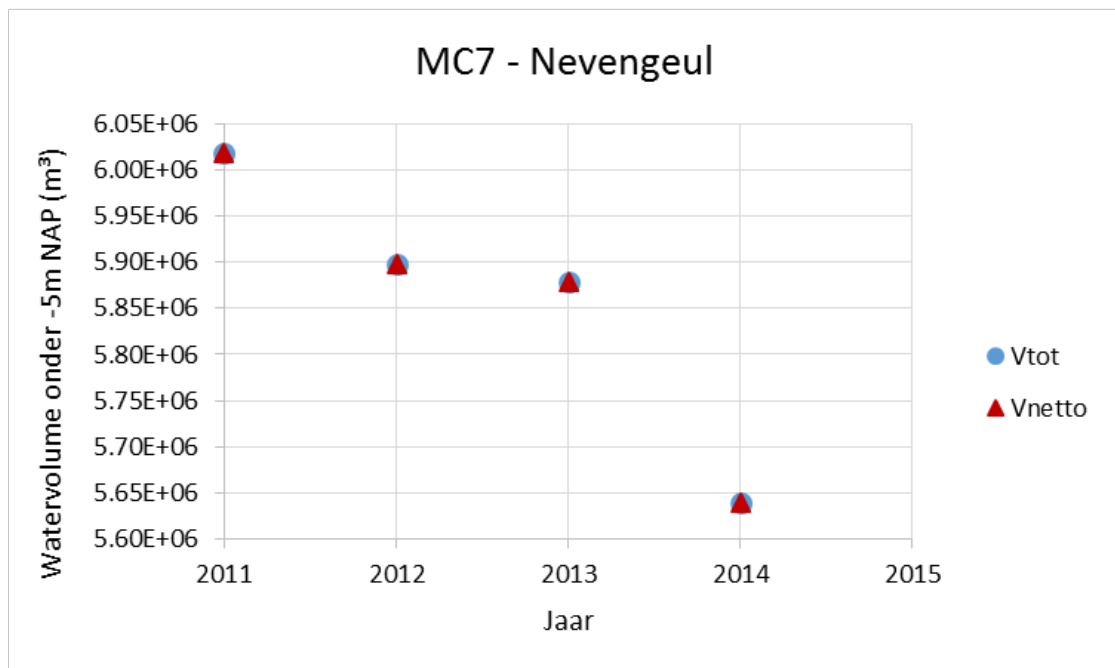
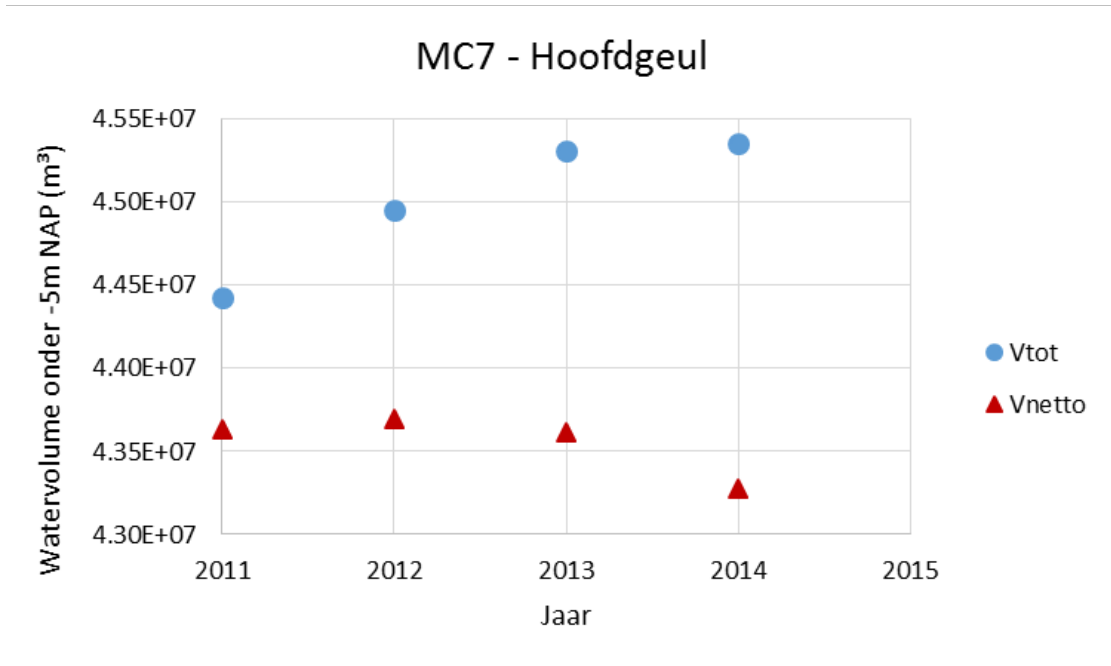
Figuur 5-25: Evolutie in watervolume [m³] van de geulen (onder NAP -5m) voor de hoofd- (Boven) en nevengeul (Onder) van Macrocel 4: jaarlijkse verandering ( $\Delta V_{tot}$ ) en de netto jaarlijkse verandering ( $\Delta V_{netto}$ ). (Bron: RWS ZD).



Figuur 5-26: Evolutie in watervolume [m³] van de geulen (onder NAP -5m) voor de hoofd- (Boven) en nevengeul (Onder) van Macrocel 5: jaarlijkse verandering ( $\Delta V_{tot}$ ) en de netto jaarlijkse verandering ( $\Delta V_{netto}$ ). (Bron: RWS ZD).



Figuur 5-27: Evolutie in watervolume [m³] van de geulen (onder NAP -5m) voor de hoofd- (Boven) en nevengeul (Onder) van Macrocel 6: jaarlijkse verandering ( $\Delta V_{tot}$ ) en de netto jaarlijkse verandering ( $\Delta V_{netto}$ ). (Bron: RWS ZD).



Figuur 5-28: Evolutie in watervolume [m<sup>3</sup>] van de geulen (onder NAP -5m) voor de hoofd- (Boven) en nevengeul (Onder) van Macrocel 7: jaarlijkse verandering ( $\Delta V_{tot}$ ) en de netto jaarlijkse verandering ( $\Delta V_{netto}$ ). (Bron: RWS ZD).

### *Interpretatie*

In MC1 heeft zowel de hoofd als nevengeul een natuurlijke tendens tot erosie. In de hoofdgeul wordt die versterkt door ingrepen, terwijl dit in de nevengeul tegengewerkt wordt door het storten. De erosie in de hoofdgeul van MC3 wordt gestuurd door het baggeren. In de nevengeul verzwakt het storten de natuurlijke tendens tot erosie. Bij MC4 wordt er gestort in de hoofdgeul, waardoor de natuurlijke tendens tot erosie wordt tegengewerkt. Er is een beperkte hoeveelheid zand toegevoegd in de zone rond de nevengeul door het opspuiten van het strandje bij Baarland.

In de hoofdgeul van MC5 is de gemiddelde verdieping lager dan 0,1% van het totale geulvolume. In MC5 blijft het watervolume van de hoofdgeul navenant constant dankzij baggerwerkzaamheden. In de nevengeul van MC5 wordt er niet meer gestort vanuit Flexibel storten. In MC6 blijft het watervolume van de hoofdgeul navenant constant dankzij antropogene ingrepen. Hier is de sedimentatie kleiner dan 0,1% van het totale geulvolume. In de nevengeul van zowel MC6 als MC7 traden er geen baggerwerken of zandwinningen meer op. Hier is er respectievelijk een natuurlijke tendens tot erosie en sedimentatie. De hoofdgeul van MC7 erodeert door het uitbaggeren.

De natuurlijke tendens van een aantal geulen wordt dus versterkt door de antropogene impact. Het is aangeraden om ook in de toekomst niet te storten in de geulen die sedimenteren (nevengeul MC4 en MC5).

### **Sedimenttransportcapaciteit**

#### *Definitie*

De sedimenttransportcapaciteit staat gelijk aan het bruto sedimenttransport per jaar doorheen een macrocel en is nodig voor de berekening van de stortcapaciteit (Maris *et al.* 2014, Jeuken & Wang 2010). Het sedimenttransport vertoont een sterke ruimtelijke variatie waardoor het niet éénduidig is om één representatieve waarde toe te kennen per macrocel. Daarom werd de methode van Jeuken & Wang (2010) gevolgd waarbij men per macrocel 3 doorsnedes definieert (Figuur 5-29) waarover telkens het totale sedimenttransport berekend wordt. Hierna middelt men de berekende transporten uit zodanig een ruimtelijk "gemiddeld" sedimenttransport te bekomen.

De berekening van het bruto sedimenttransport wijkt licht af van de evaluatiemethodiek (Maris *et al.* 2014) die stelt dat men numerieke modellen moet aanwenden om daarna de resultaten te vergelijken met in situ metingen van bruto transporten. Het uiteindelijke doel van deze studie is tweevoudig: (1) een inschatting verkrijgen van de sedimenttransportcapaciteit en (2) bekijken wat de mogelijkheden (en beperkingen) zijn van deze berekeningswijze zodat om dit daarna mee te nemen bij de evaluatie van de evaluatiemethodiek. Op volgende punten wordt afgeweken van de evaluatiemethodiek:

1. De resultaten worden niet getoetst aan metingen van bruto sedimenttransporten. Reden: er zijn geen metingen beschikbaar voor de beschouwde periode.
2. De invloed van porositeit wordt niet meegenomen in deze analyse. Reden: er zijn geen metingen beschikbaar voor de beschouwde periode.



3. Het sedimenttransport is geen rechtstreekse output van een model. Reden: De opdrachtnemer stelde initieel voor om gebruik te maken van het NEVLA-model<sup>28</sup> (Maximova *et al.* 2009). Dit werd negatief onthaald door de Projectgroep Onderzoek & Monitoring want er dienen hiervoor namelijk tal van keuzes gemaakt te worden met betrekking tot de input en instellingen. Er werd besloten dat men best eerst een uitgebreide gevoeligheidsanalyse kan uitvoeren om de ideale ‘instellingen’ te bepalen. De Projectgroep Onderzoek & Monitoring besloot dat deze oefening meer thuis hoort in een onderzoeks-setting (bijvoorbeeld binnen het kader van Agenda voor de Toekomst).

In overleg met de Projectgroep Onderzoek & Monitoring werd er daarom een analytische methode voorgesteld (“Offline methode”), gebruikmakend van stroomsnelheidskaarten met nabewerking in een GIS-omgeving. Daarnaast voerde het Waterbouwkundig Laboratorium 2 model-runs uit met het NEVLA-model (“Online methode”). Deze werden beschikbaar gesteld aan het consortium<sup>29</sup> met de vraag om beide resultaten te vergelijken zodanig een eerste inzicht te krijgen in de onzekerheid van de berekening. Een uitgebreide beschrijving van zowel de “Online” als “Offline” methode is terug te vinden in Vos *et al.* (2016).

De details van de online berekening aangeleverd door het Waterbouwkundig Laboratorium zijn als volgt:

- Bodemgegevens dateren uit 2011
- Randvoorwaarde is morfologisch getij
- Gehanteerde sedimenttransportformule is deze van Van Rijn<sup>30</sup> (Van Rijn 1993 & 2000) en Engelund-Hansen<sup>31</sup> (Engelund-Hansen 1967): respectievelijk methode Online-VR en Online-EH.
- Uniforme korrelgrootte van 200 µm over het volledige gebied

Het consortium heeft deze randvoorwaarden overgenomen bij de Offline berekening zodanig een vergelijking te kunnen rechtvaardigen. Bovendien zijn de waterstanden, bodemligging en diepte-gemiddelde stroomsnelheid uit dezelfde numerieke modelsimulatie afgeleid. De gehanteerde sedimenttransportvergelijking is deze van Engelund-Hansen (1967):

$$q_s \sim \frac{u^5}{C^2} \sim u^3 \cdot R_h \cdot I$$

Met: u = Dieptegemiddelde snelheid (m/s)  
 C = Chézy coëfficiënt  
 R<sub>h</sub> = Hydraulische straal  
 I = Bodemhelling

Binnen deze studie zijn hierbij volgende aannames gedaan:

1. De hydraulische straal wordt benaderd met de instantane waterdiepte:

$$R_h \sim \text{waterdiepte } (t)$$

<sup>28</sup> Het is een gedetailleerd 2Dh stromingsmodel van het Schelde-estuarium. De naam NeVla is een samentrekking van Nederlands en Vlaams. Het NeVla-model maakt gebruik van het Simona simulatiepakket van Rijkswaterstaat. Om de koppeling met sedimenttransport en morfologie te maken, is het omgezet naar Delft3D.

<sup>29</sup> Mail d.d. 24/05/2017

<sup>30</sup> Waterbouwkundig Laboratorium - Run 100

<sup>31</sup> Waterbouwkundig Laboratorium - Run 101

2. De bodemhelling  $I$  is een parameter die voor estuaria minder relevant is. Daarom is deze vervangen door de instantane waterhelling:

$$I \sim \text{waterhelling} (t) = \frac{WL_{afw} - WL_{opw}}{\text{Afstand afw} - opw}$$

Tot slot werden alle resultaten vergeleken met de modelresultaten van Jeuken & Wang (2010). In Jeuken & Wang (2010) werd het sedimenttransport gemodelleerd met het DELFT3D-softwarepakket. In Jeuken & Wang (2010) werd ook een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd door enerzijds de bathymetrische configuratie te laten variëren (de situatie net voor de 2<sup>de</sup> verruiming van de vaargeul in 1996 versus erna in 1999) en anderzijds de korrelgrootte (gemiddelde korrelgrootte van geul en intergetijdengebied versus louter het sediment van de geul). In Jeuken & Wang (2010) werden de korrelgroottes overgenomen uit een bemonsteringscampagne in 1991. Dit liet hen toe om per macrocel een bereik aan bruto sedimenttransporten te definiëren.

#### *Doel*

Doel van de opdracht is bekijken wat de mogelijkheden zijn omtrent het berekenen van de sedimenttransportcapaciteit en analyseren hoe realistisch deze waarden zijn. De resultaten zullen toelaten om een indicatie te geven van de stortcapaciteit. De uitkomst kan dan meegenomen worden in toekomstige onderzoeken en bij de evaluatie van de evaluatiemethodiek. De Projectgroep Onderzoek & Monitoring besloot dat men later een uitgebreide gevoeligheidsanalyse zal uitvoeren om de ideale 'instellingen' te bepalen. Deze oefening hoort meer thuis in een onderzoeks-setting (bijvoorbeeld binnen het kader van Agenda voor de Toekomst). Ook voor de Offline methode is er namelijk nood aan een model.

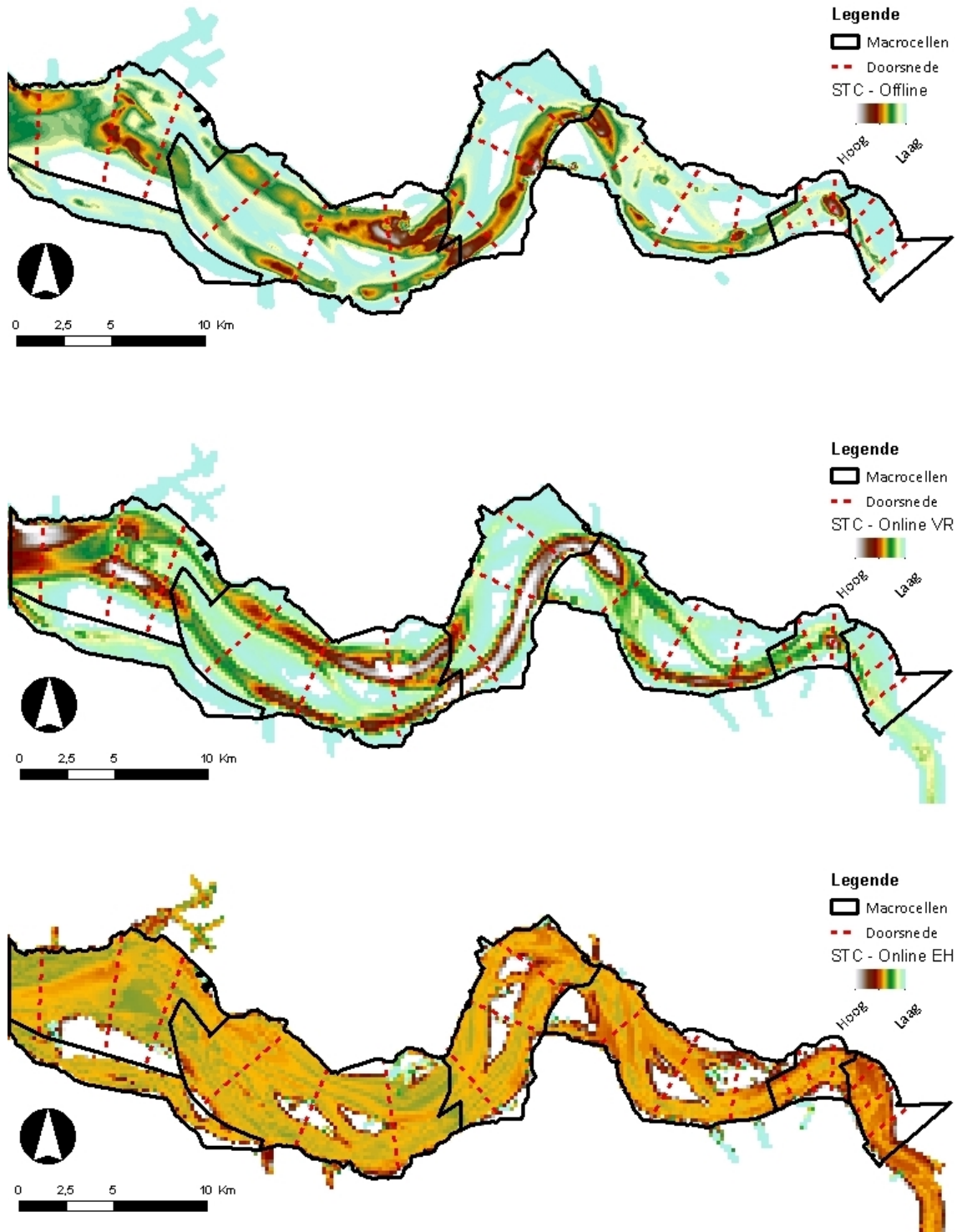
#### *Analyse*

De resultaten van de 3 berekeningswijzen (Offline, Online-VR, Online-EH) worden in Tabel 5-10 naast de modelresultaten van Jeuken & Wang (2010) gelegd. De gerapporteerde resultaten verschillen onderling sterk in grootteorde. De Offline methode levert sedimenttransporten die het dichtst aanleunen bij de resultaten van Jeuken & Wang (2010). Enkel bij MC6 ligt het resultaat binnen het berekende bereik van Jeuken & Wang (2010). Bij de overige macrocellen vallen de transporten lager uit.

Een grafische weergave van de berekende bruto sedimenttransporten kan teruggevonden worden in Figuur 5-29. Zowel de Offline als de Online-VR methoden vertonen het te verwachten patroon waarbij het meeste sediment verplaatst wordt in de diepere geulen. Laatstgenoemde vertoont wel een groter bereik, met een groter verschil in transport tussen de geulen en plaatranden, dan de Offline methode. De Online-EH vertoont een onnatuurlijk patroon met de grootste transporten nabij de plaatranden en oevers.

| Gemiddeld Bruto Sedimenttransport [ $Mm^3$ /jaar] |         |             |             |         |         |
|---|---------|-------------|-------------|---------|---------|
| Macrocel  | Offline | Online - VR | Online - EH | J&W Min | J&W Max |
| 1   | 8       | 928         | 9868056     | 11      | 14      |
| 3   | 9       | 724         | 10515101    | 15      | 20      |
| 4   | 8       | 623         | 8864195     | 14      | 17      |
| 5   | 3       | 337         | 7764749     | 11      | 16      |
| 6   | 5       | 232         | 4676021     | 5       | 6       |
| 7   | 1       | 82          | 4984086     | 3       | 4       |

Tabel 5-10: Gemiddeld jaarlijks Bruto sedimenttransport [ $Mm^3$ /jaar] doorheen iedere macrocel voor: de offline methode, de online methode met Van Rijn (1993 & 2000) als sedimenttransportformule (Bron: Waterbouwkundig Laboratorium) en de online methode met Engelund-Hansen (1967) als sedimenttransportformule (Bron: Waterbouwkundig Laboratorium). Deze worden vergeleken met de minimum en maximum waarden bekomen door Jeuken & Wang (2010) gebruikmakend van Engelund-Hansen (1967).



Figuur 5-29: Bruto sedimenttransportcapaciteit volgens: (1) de Offline methode (Boven), (2) de Online methode met Van Rijn (Midden) en (3) de Online methode met Engelund-Hansen. Bron (2) en (3): Waterbouwkundig Laboratorium. Bron hydrodynamische input (1): Waterbouwkundig laboratorium. De grootschalige onderverdeling in macrocellen (Zwarte volle lijn) en de gebruikte doorsneden voor iedere macrocel (Rode stippellijn) staan ook weergegeven.

### *Interpretatie*

De getransporteerde volumes nemen stroomafwaarts gradueel toe tot een maximum in MC1 en MC3. Dit is vermoedelijk het gevolg van de configuratie van het estuarium dat verbreedt en verdiept naar de monding toe. Hierdoor bevatten de westelijke macrocellen een groter watervolume dan de oostelijke. Er zijn geen terreinmetingen voorhanden om deze veronderstelling te staven. Het zou interessant zijn om dit in de toekomst met terreinmetingen te onderzoeken.

De resultaten van de Offline methode liggen het dichtst bij het bereik berekend door Jeuken & Wang (2010). De resultaten liggen wel onder het minimum bereik van Jeuken & Wang (2010). De berekende bruto sedimenttransportcapaciteiten per macrocel in Mm<sup>3</sup>/jaar zijn nauwelijks groter dan de waargenomen volumeveranderingen per macrocel. Bovendien liggen ze voor bijna alle macrocellen onder de zandtransporten berekend in de zandbalans van RWS ZD. Dit doet vermoeden dat deze offline berekeningen een onderschatting zijn van het bruto transport. De afwijking kan toegewezen worden aan de verschillende randvoorwaarden:

1. Bathymetrische configuratie van 2011 versus 1996 of 1999.
2. Korrelgrootteverdeling werd in de huidige studie constant gehouden op 200µm, terwijl Jeuken en Wang (2010) deze lieten variëren afgaand op een bemonsteringscampagne in 1991.
3. Binnen de huidige studie werd de sedimenttransportformule van Engelund-Hansen benaderd waardoor deze licht afwijkt van de formule die vervat zit in het DELFT3D softwarepakket.
4. Bij beide methodes is een aantal meetraaien getrokken die uitgemiddeld worden zodanig een representatieve waarde te bekomen per macrocel. De exacte locatie van deze meetraaien is niet weergegeven in Jeuken & Wang (2010). Indien men de meetraaien anders situeert, zal dit resulteren in een verschillende waarde.

De uitgesproken verschillen tussen de online methodes enerzijds en de resultaten van de Offline berekening en Jeuken & Wang (2010) anderzijds is niet louter toe te schrijven aan de randvoorwaarden. De Online-EH vertoont onrealistisch grote sedimenttransporten. Ook het patroon (Figuur 5-29) lijkt verkeerd verdeeld over de verschillende geulen. Vermoedelijk is hier een verkeerde instelling gebruikt. De Online-VR resulteert in transporten die een grootteorde hoger liggen dan de Offline methode en Jeuken & Wang (2010). Hier wordt wel eenzelfde realistisch patroon verkregen (Figuur 5-29). De afwijking is mogelijk het gevolg van de andere sedimenttransportformule. Ten tijden van publicatie van dit rapport is het nog niet duidelijk wat de mogelijke oorzaak is van de afwijking van de Online resultaten.

Door gebrek aan terreinmetingen is het niet mogelijk om de resultaten te valideren en/of kalibreren. Het zou nuttig zijn om in de toekomst een aantal terreinmetingen uit te voeren zodanig dat er niet afgegaan wordt op louter modelresultaten.

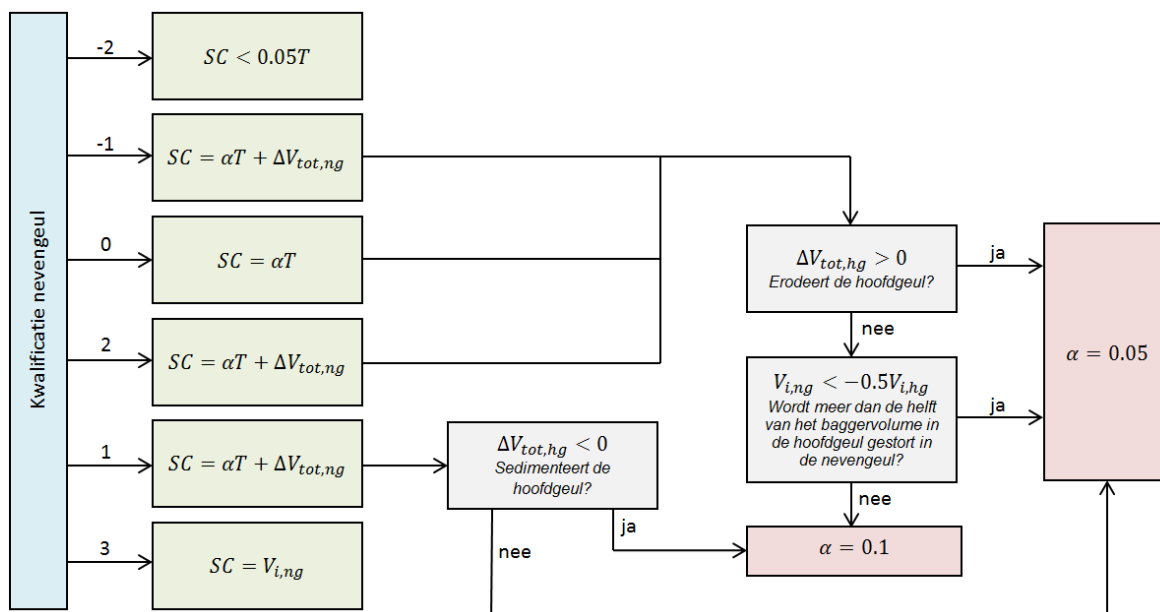
Bij verdere verwerking wordt voortgegaan met de sedimenttransportcapaciteit berekend via de Offline methode. Reden hiervoor is:

1. De berekening ligt het dichtst bij het bereik van Jeuken & Wang (2010).
2. De Offline methode werd berekend op een recente geomorfologische configuratie, in tegenstelling tot Jeuken & Wang (2010).
3. Er is meer vat op de gebruikte berekeningswijze aangezien deze binnen de huidige studie berekend werd.

## Stortcapaciteit

### Definitie

De stabiliteitsanalyse uitgevoerd door Wang & Winterwerp (2001), toonde aan dat een van nature stabiel meergeulensysteem gedestabiliseerd kan worden door toedoen van antropogene activiteiten. Zo kan er een evolutie optreden naar een ééngelensysteem wanneer de bagger- en stortactiviteiten langdurig een kritisch niveau overschrijden. Deze kritische grens vertaalt zich naar een stortcapaciteit per macrocel, afhankelijk van zowel (1) de classificatie van deze geul (§Watervolume geulen i.r.t. volume van ingrepen) als (2) de sedimenttransportcapaciteit (hierboven). De evaluatiemethodiek is gebaseerd op de bevindingen van Jeuken & Wang (2010). De berekeningswijze wordt gepresenteerd in onderstaand stroomdiagram (Maris *et al.* 2014). Merk op dat er in de evaluatiemethodiek vanuit gegaan wordt dat men louter stort in de nevengeul. Dit is niet het geval in MC4 waar er in de hoofdgeul gestort wordt. In deze studie wordt daarom de kwalificatie van de hoofdgeul gebruikt als startpunt voor de berekening van de stortcapaciteit in MC4. De nevengeulen van MC6 en 7 ondergaan geen bagger- of stortwerkzaamheden meer sinds respectievelijk 2000 en 1998 (Bron: Sedimentbalans Rijkswaterstaat Zee en Delta). Dit heeft echter geen gevolgen voor de berekening van de stortcapaciteit.



Figuur 5-30: Stroomschema voor het bepalen van de stortcapaciteit in de geulen volgens de evaluatiemethodiek (Bron: Maris *et al.* 2014).

### Analyse

De Tabel 5-11 presenteert het berekeningsproces voor iedere macrocel. De stortcapaciteit werd berekend voor iedere methode van sedimenttransportcapaciteit. Deze zijn terug te vinden in Tabel 5-12, inclusief aanduiding van gebruikte kritische factor. Figuur 5-31 tot en met Figuur 5-37 vergelijkt de stortcapaciteit met het jaarlijks volume van ingrepen en toetst dit aan de waargenomen jaarlijkse geulverandering. Voor de volledigheid zijn hier de data van 2009 tot en met 2014 getoond. Binnen deze studie wordt verder gewerkt met de stortcapaciteit berekend via de Offline methode (§Sedimenttransportcapaciteit). Voor MC1, 3 en 4 ligt de berekende stortcapaciteit respectievelijk op 1,10, 1,39 en 1,56 Mm<sup>3</sup>/jaar. In MC1 werd deze sterk overschreden tijdens het uitdiepen van de vaargeul in 2010. Ook in de daarop volgende jaren werd de stortcapaciteit, weliswaar minder, overschreden. In MC3 werd de stortcapaciteit niet

meer overschreden sinds 2010. In MC4 is het zwaartepunt van storten verlegd van de neven- naar de hoofdgeul. Daardoor werd de stortcapaciteit van de hoofdgeul vanaf 2011 bijna elk jaar overschreden, terwijl dit niet meer voorkomt in de nevengeul sinds 2010.

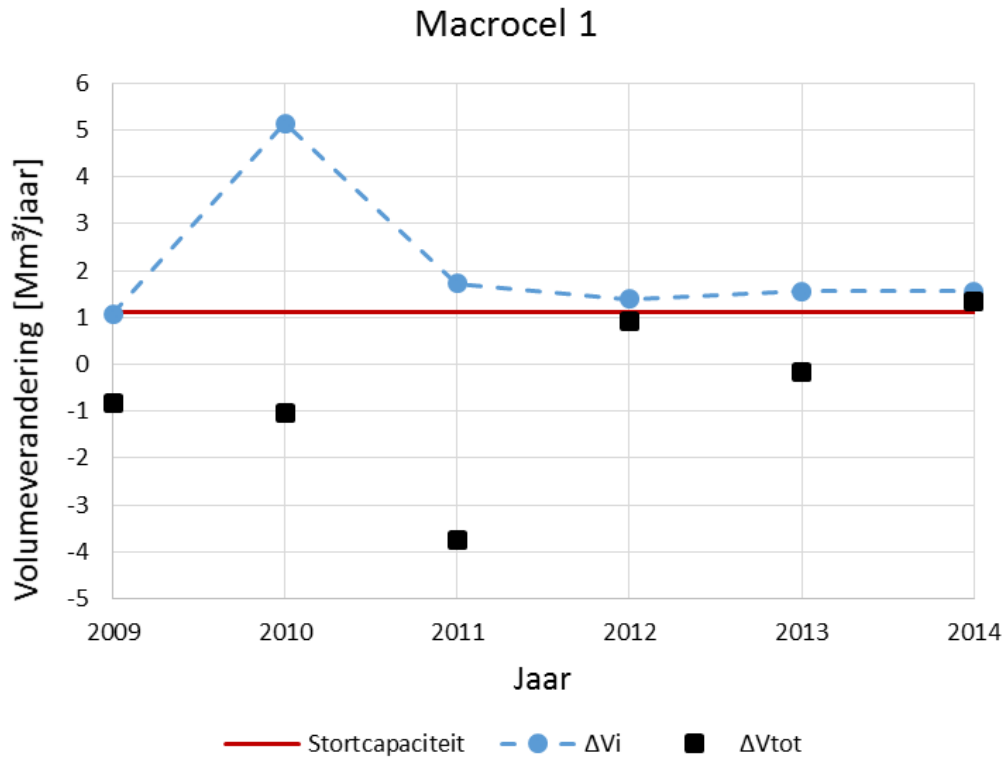
In MC6 ligt de stortcapaciteit gevoelig lager namelijk 0,38 Mm<sup>3</sup>/jaar. Toch, deze werd niet overschreden aangezien er niet meer gestort wordt in de nevengeul. In MC5 en MC7 wordt een negatieve stortcapaciteit bekomen van respectievelijk -0,46 en -0,09 Mm<sup>3</sup>/jaar. In de nevengeul van beide macrocellen is deze gedurende de hele periode 2009-2015 overschreden.

| MC | Geul | Kwal | $\Delta V_{tot,hg} < 0$ | $\Delta V_{tot,hg} > 0$ | $V_{i,ng} < - 0,5V_{i,hg}$ | $\alpha$ | Formule                          |
|----|------|------|-------------------------|-------------------------|----------------------------|----------|----------------------------------|
| 1  | HG   | 1s   | Nee                     | -                       | -                          | 0.05     | $\alpha * T + \Delta V_{tot,ng}$ |
|    | NG   | 1a   |                         |                         |                            |          |                                  |
| 3  | HG   | 2    | Nee                     | -                       | -                          | 0.05     | $\alpha * T + \Delta V_{tot,ng}$ |
|    | NG   | 1a   |                         |                         |                            |          |                                  |
| 4  | HG   | 1a   | Nevengeul:<br>Ja        | -                       | -                          | 0.10     | $\alpha * T + \Delta V_{tot,hg}$ |
|    | NG   | -1s  |                         |                         |                            |          |                                  |
| 5  | HG   | 3d   | -                       | Nee                     | Nee                        | 0.10     | $\alpha * T + \Delta V_{tot,ng}$ |
|    | NG   | -1s  |                         |                         |                            |          |                                  |
| 6  | HG   | 3d   | Nee                     | -                       | -                          | 0.05     | $\alpha * T + \Delta V_{tot,ng}$ |
|    | NG   | 1    |                         |                         |                            |          |                                  |
| 7  | HG   | 2    | -                       | Ja                      | -                          | 0.05     | $\alpha * T + \Delta V_{tot,ng}$ |
|    | NG   | -1   |                         |                         |                            |          |                                  |

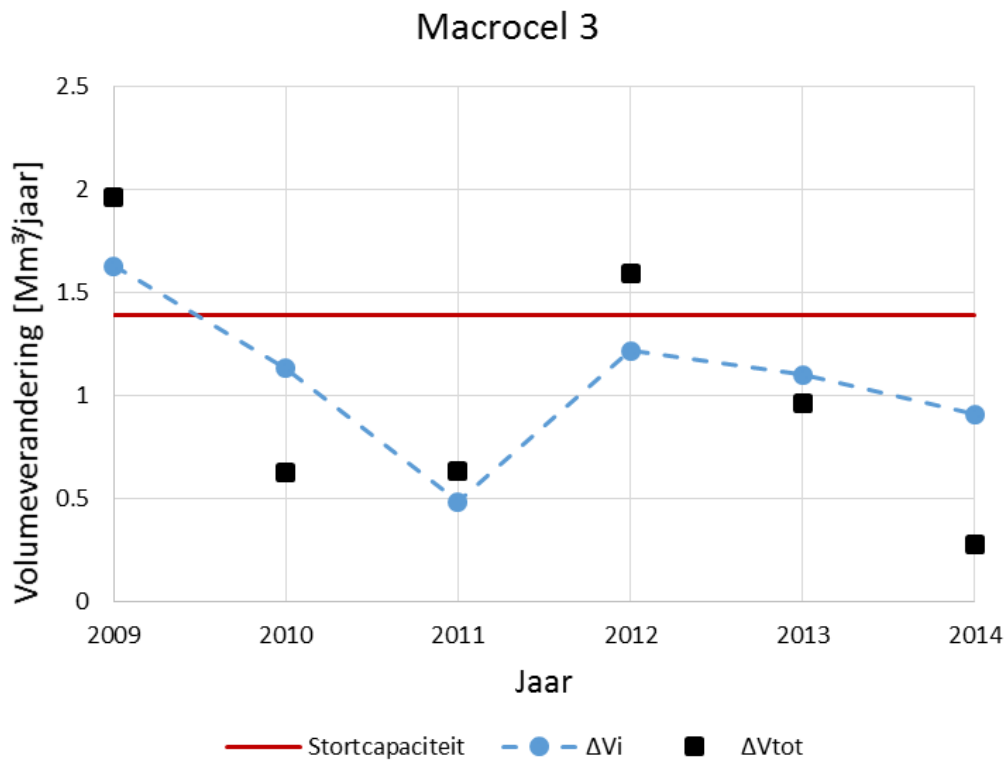
Tabel 5-11: Berekeningsproces stortcapaciteit per macrocel (MC) voor hoofdgeul (HG) en nevengeul (NG) en kwalificatie van geulevolutie. Het stroomschema van Maris et al. (2014) is aangewend. Het proces start bij de kwalificatie (Kwal) van de stortgeul (aangeduid in **vet**). Daarna worden volgende vragen overlopen om tot de kritische stortfactor ( $\alpha$ ) te komen: Sedimenteert de hoofdgeul ( $\Delta V_{tot,hg} < 0$ )? Erodeert de hoofdgeul ( $\Delta V_{tot,hg} > 0$ )? Wordt meer dan de helft van het baggervolume in de hoofdgeul gestort in de nevengeul ( $V_{i,ng} < - 0,5V_{i,hg}$ )? Indien een vraag niet beantwoord dient te worden, staat dit aangeduid met "-". Tot slot wordt de formule voor de berekening van de stortcapaciteit weergegeven. Deze maakt gebruik van de sedimenttransportcapaciteit (T). Merk op dat bij MC4 de formule gewijzigd wordt omdat er gestort wordt in de hoofdgeul (Bron: RWS ZD).

| Gemiddelde stortcapaciteit [Mm <sup>3</sup> /jaar] |          |         |             |             |         |         |
|--|----------|---------|-------------|-------------|---------|---------|
| Macrocel   | $\alpha$ | Offline | Online - VR | Online - EH | J&W Min | J&W Max |
| 1  | 5%       | 1.10    | 47.11       | 493403.53   | 1.25    | 1.40    |
| 3  | 5%       | 1.39    | 37.14       | 525755.97   | 1.69    | 1.94    |
| 4  | 10%      | 1.56    | 63.10       | 886420.23   | 2.16    | 2.46    |
| 5  | 10%      | -0.46   | 32.94       | 776474.15   | 0.34    | 0.84    |
| 6  | 5%       | 0.38    | 11.71       | 233801.18   | 0.37    | 0.42    |
| 7  | 5%       | -0.09   | 3.98        | 249204.16   | 0.02    | 0.07    |

Tabel 5-12: Stortcapaciteit [Mm<sup>3</sup>/jaar] per macrocel voor de verschillende resultaten van sedimenttransportcapaciteit: (1) Offline methode, (2) Online methode met Van Rijn, (3) Online methode met Engelund-Hansen en (4) de minimum en (5) maximum range berekend door Jeuken & Wang (2010). Voor iedere macrocel staat aangeduid welke kritische stortfactor ( $\alpha$ ) toegepast werd, afgaand op de methode van Maris et al. (2014).

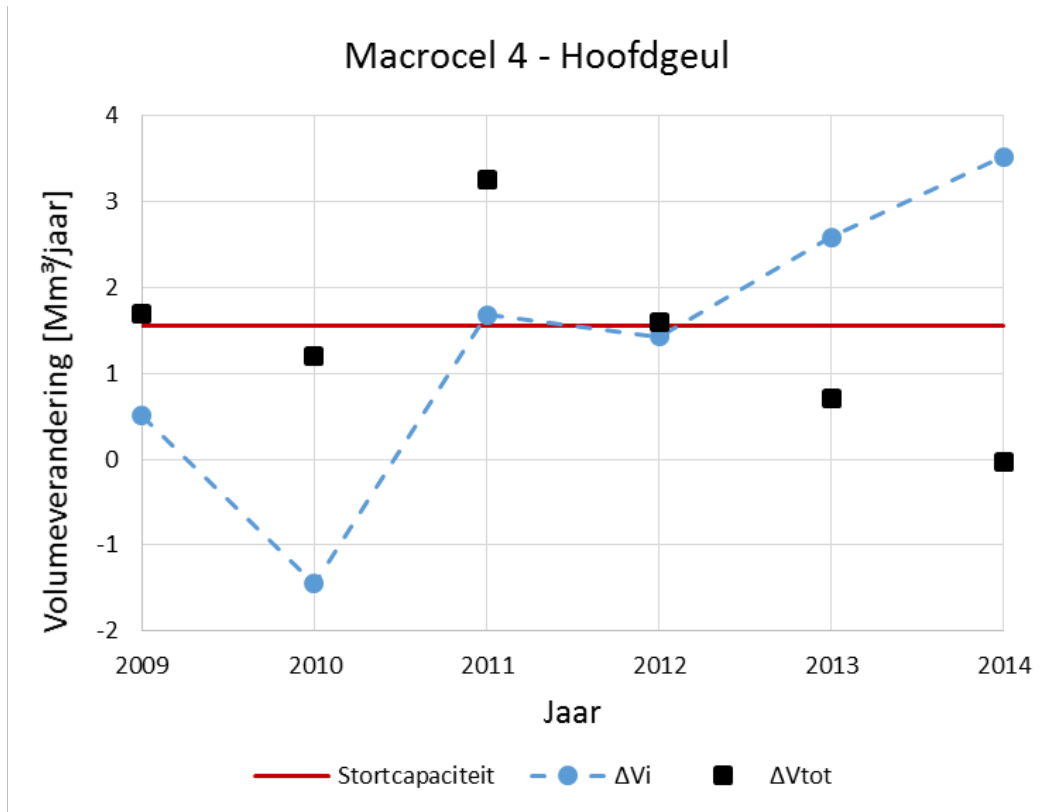


Figuur 5-31: Samenvatting stortcapaciteit [Mm³/jaar], jaarlijks volume van ingrepen (ΔVi) en waargenomen jaarlijkse volumeverandering van het water in de geulen beneden NAP -5m (ΔVtot) voor de nevengeul van Macrocel 1.

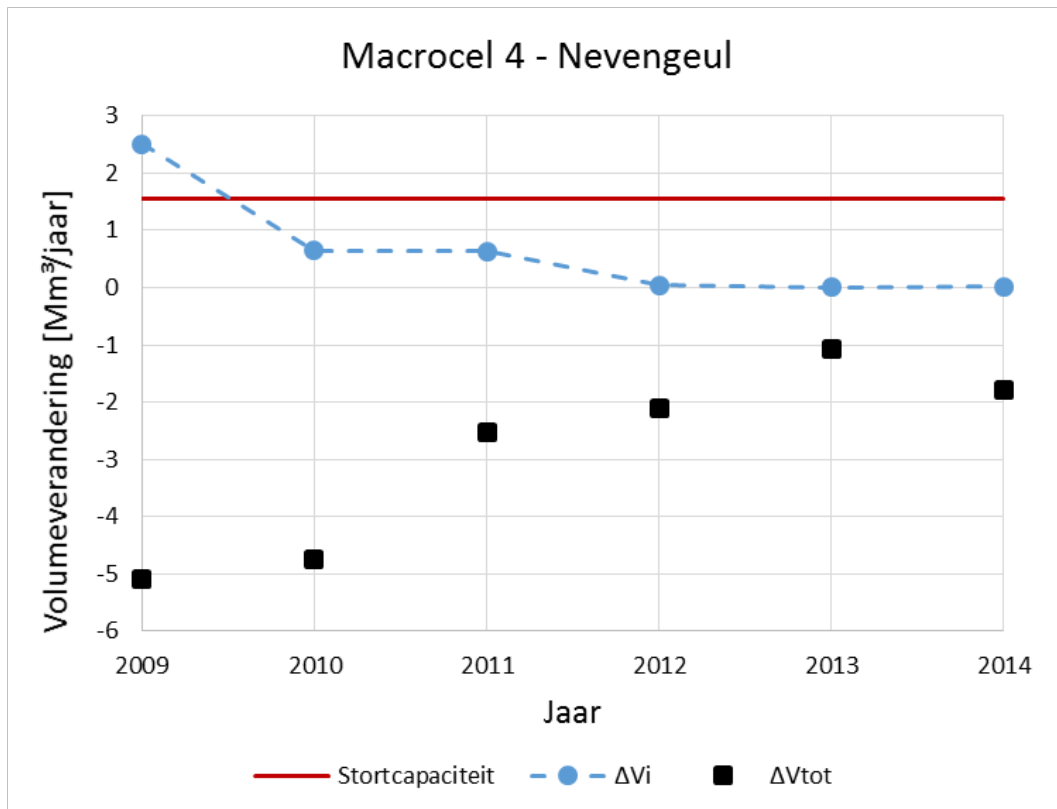


Figuur 5-32: Samenvatting stortcapaciteit [Mm³/jaar], jaarlijks volume van ingrepen (ΔVi) en waargenomen jaarlijkse volumeverandering van het water in de geulen beneden NAP -5m (ΔVtot) voor de nevengeul van Macrocel 3.

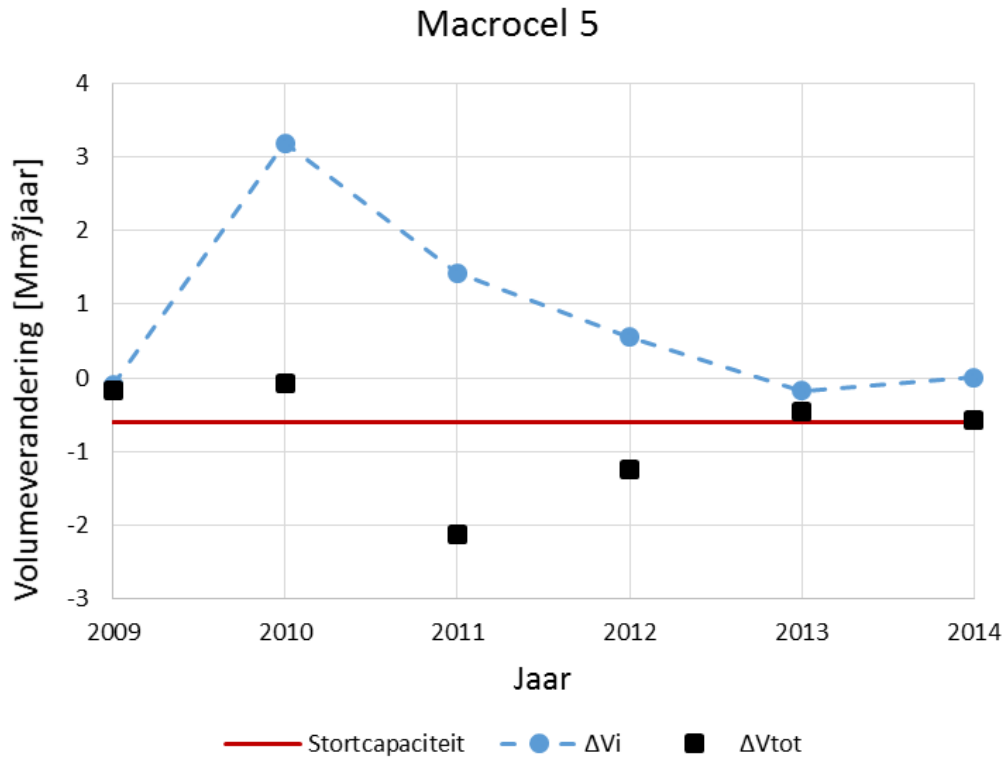




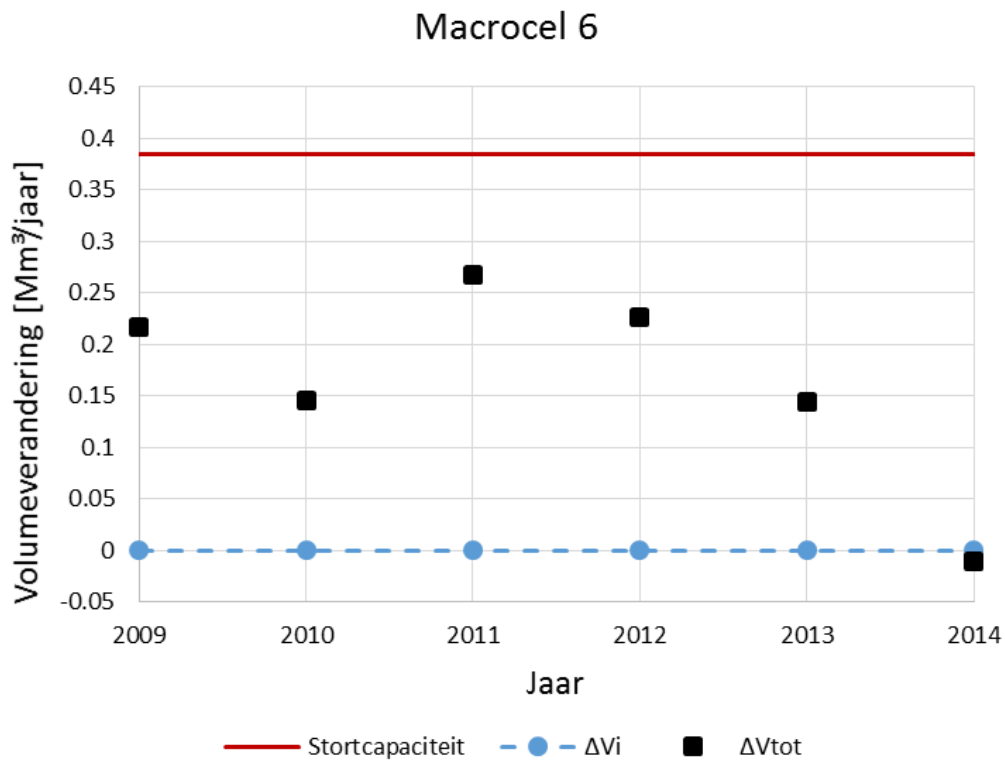
Figuur 5-33: Samenvatting stortcapaciteit [Mm³/jaar], jaarlijks volume van ingrepen (ΔVi) en waargenomen jaarlijkse volumeverandering van het water in de geulen beneden NAP -5m (ΔVtot) voor de hoofdgeul van Macrocel 4.



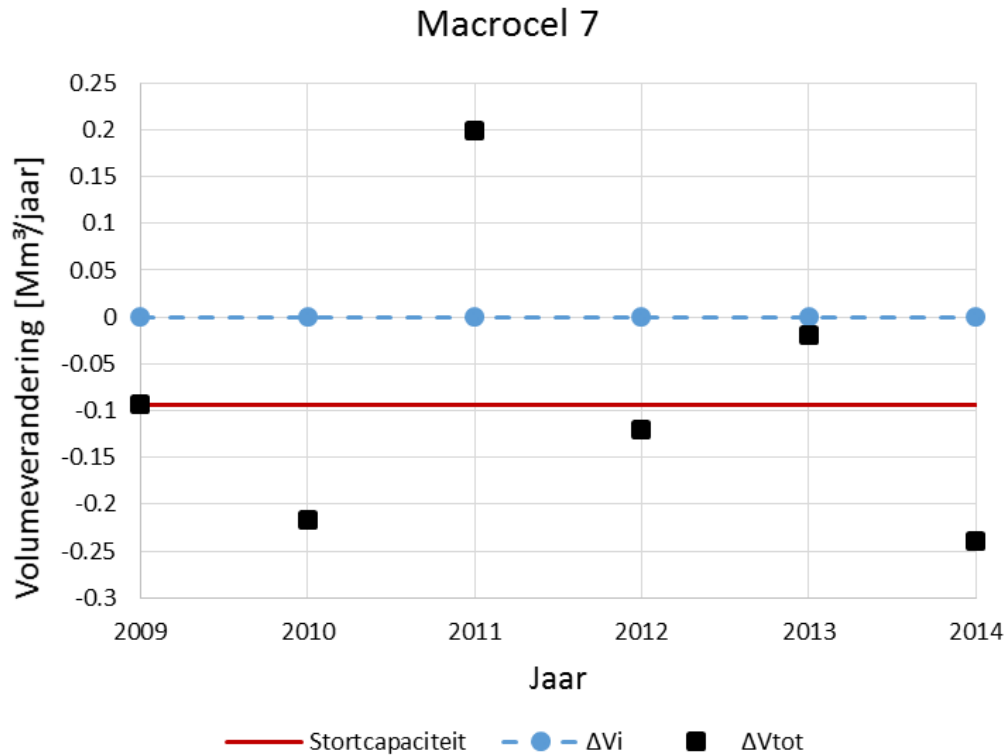
Figuur 5-34: Samenvatting stortcapaciteit [Mm³/jaar], jaarlijks volume van ingrepen (ΔVi) en waargenomen jaarlijkse volumeverandering van het water in de geulen beneden NAP -5m (ΔVtot) voor de nevengeul van Macrocel 4.



Figuur 5-35: Samenvatting stortcapaciteit [Mm³/jaar], jaarlijks volume van ingrepen ( $\Delta V_i$ ) en waargenomen jaarlijkse volumeverandering van het water in de geulen beneden NAP -5m ( $\Delta V_{tot}$ ) voor de nevengeul van Macrocel 5.



Figuur 5-36: Samenvatting stortcapaciteit [Mm³/jaar], jaarlijks volume van ingrepen ( $\Delta V_i$ ) en waargenomen jaarlijkse volumeverandering van het water in de geulen beneden NAP -5m ( $\Delta V_{tot}$ ) voor de nevengeul van Macrocel 6.



Figuur 5-37: Samenvatting stortcapaciteit [Mm<sup>3</sup>/jaar], jaarlijks volume van ingrepen ( $\Delta V_i$ ) en waargenomen jaarlijkse volumeverandering van het water in de geulen beneden NAP -5m ( $\Delta V_{tot}$ ) voor de nevengeul van Macrocel 7.

#### Interpretatie

Zie §Watervolume van geulen i.r.t. volume van ingrepen voor een bespreking van de verschillen door gebruikte sedimenttransportformule. Voor een uitleg van sedimenttransportcapaciteit en mogelijke over- of onderschattingen wordt verwezen naar §Sedimenttransportcapaciteit. Voor de berekening van de sedimenttransportcapaciteit (waarop de berekening van de stortcapaciteit steunt), is gebruik gemaakt van modelresultaten op basis van de geomorfologische configuratie in 2011. De configuratie van het systeem is daarna nog licht gewijzigd maar de resultaten worden als representatief aanzien voor de daaropvolgende jaren. De resultaten geven een indicatie van de stortcapaciteit zoals het doel was van deze oefening. In 2009 en 2010 bevond het systeem zich nog in een licht andere configuratie van voor de derde verruiming van de vaargeul. Het is niet duidelijk in hoeverre de stortcapaciteit ook geldig is voor deze jaren. Idealiter wordt deze berekening herhaalt op basis van de bodemligging van verschillende jaren. Hiervoor zijn er meer modelresultaten nodig. Momenteel ontbreken terreinmetingen waardoor de resultaten niet gevalideerd/gekalibreerd kunnen worden. Het zou nuttig zijn indien deze oefening in de toekomst wordt uitgevoerd.

In de nevengeul van MC1 is de volumeverandering na 2011 over het algemeen gestegen ook al werd de stortcapaciteit gedurende de volledige periode overschreden. Dit duidt er op dat het systeem, in zijn huidige configuratie, meer baggervolume kan verdragen. De stort- en sedimenttransportcapaciteit zijn hier vermoedelijk onderschat.

In de nevengeul van MC3 en MC6 wordt grotendeels minder gestort dan de stortcapaciteit toe laat. Dit reflecteert zich ook in het stijgende watervolume. Toch, de laatste jaren daalt de erosiesnelheid tot een minimum in 2014. Mogelijk is de stortcapaciteit hier te hoog ingeschat.

Aangezien er sinds 2011 meer gestort wordt in de hoofdgeul van MC4 wordt de stortcapaciteit nu bijna continu overschreden. Het watervolume in de geul stijgt nog steeds maar toch vertraagt de jaarlijkse stijging. Tussen 2013 en 2014 bleef het watervolume zelfs navenant constant. In de nevengeul van MC4 wordt de stortcapaciteit niet meer overschreden sinds 2010. De geul slijt nog steeds dicht. Toch is de sedimentatiesnelheid sterk verminderd van 5 Mm<sup>3</sup>/jaar naar in 2009 tot 1 à 2 Mm<sup>3</sup>/jaar in respectievelijk 2013 en 2014. Er werd hier in 2013 en 2014 nog steeds een kleine hoeveelheid sediment netto aangebracht door de mens. De effecten van de regimeshift in baggeractiviteiten zullen zich pas duidelijker manifesteren op lange termijn. Het is aangeraden om deze evolutie nader te onderzoeken door bijvoorbeeld een meer gedetailleerde stortcapaciteit te berekenen voor de nevengeul. Deze zal zich lager bevinden dan het gemiddelde van de macrocel, toegepast binnen deze studie.

De negatieve stortcapaciteit bekomen voor MC5 en MC7 is het resultaat van (1) de lage sedimenttransportcapaciteit en (2) de waargenomen sedimentatie die jaarlijks meer dan 2% van het totale geulvolume (gedefinieerd onder NAP -5m) bedraagt. De negatieve stortcapaciteit duidt er op dat of:

1. De werkelijke sedimenttransportcapaciteit onderschat werd in de berekening. Argumenten:
  - a. Er is maar één sedimenttransportcapaciteit berekend per macrocel. Hierdoor werd ook de sedimenttransportcapaciteit buiten de geulen mee in rekening gebracht.
  - b. Er is gewerkt met een vaste korrelgrootte van 200µm. Bij de gevoeligheidsanalyse van Jeuken & Wang (2010) bleek de korrelgrootte weliswaar maar een beperkt effect te hebben op de sedimenttransportcapaciteit van Macrocel 5 en 7. De geuldiepte heeft hier een groter effect.
2. Er gebaggerd dient te worden om de huidige configuratie van het meergeulensysteem in stand te houden. Argumenten:
  - a. De nevengeulen in deze macrocellen vertonen een natuurlijke trend tot sedimentatie.
3. Of een combinatie van beide.

Op basis van bovenstaande argumenten, lijkt mogelijkheid 3 (combinatie van beide) een valabele optie. Deze verkennende studie is te ruw om verregaande besluiten te trekken. Toch, met het oog op instandhouding van het meergeulensysteem is dit een gevaarlijke evolutie. Het is aangewezen dit nader te onderzoeken.

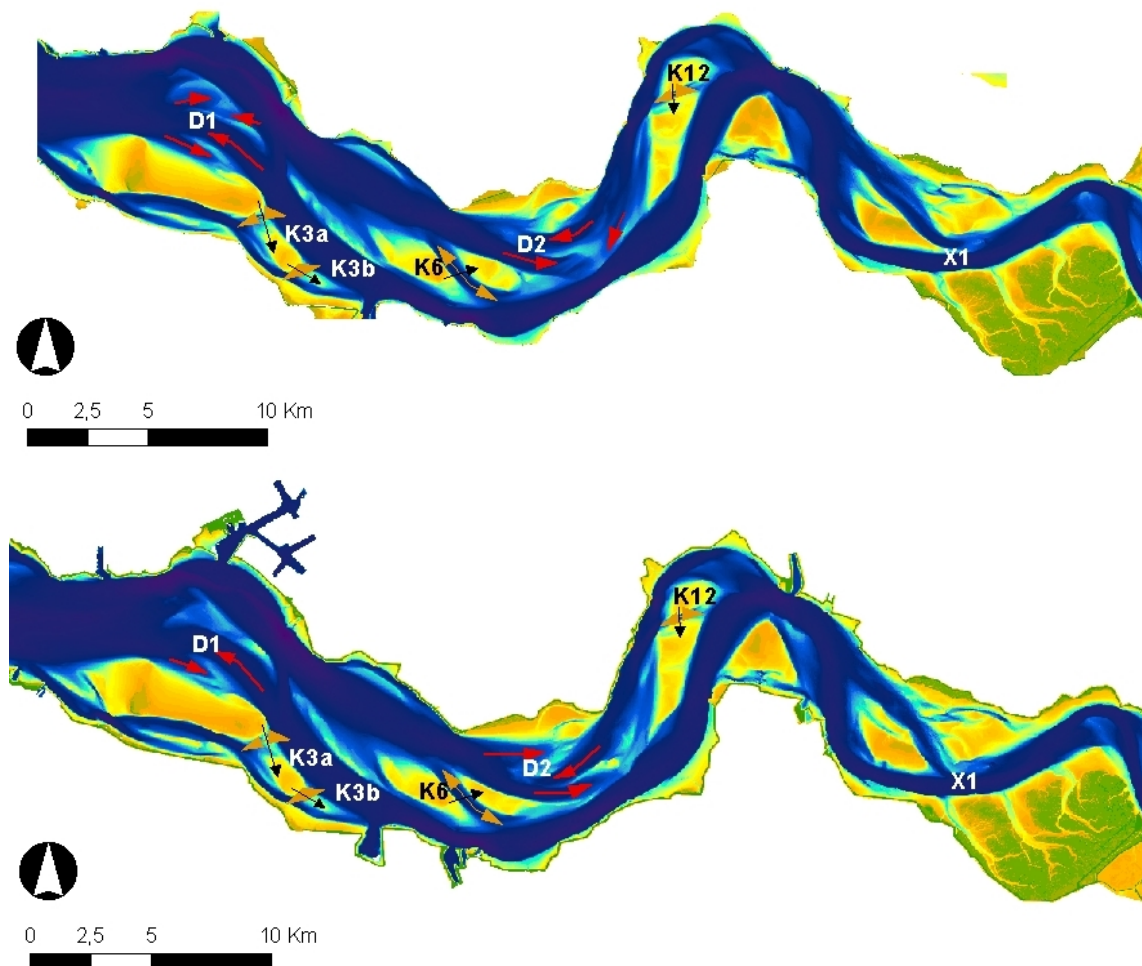
### 5.3.4 Mesoschaal Dynamiek

#### Definitie

De analyse op Mesoschaal, spits zich toe op de kleinere morfologische eenheden: platen, kortsluitgeulen en drempelgeulen. De evolutie van deze kleinere segmenten hangt nauw samen met de ontwikkeling van de geulen en intergetijdengebieden. Door hun kortere responstijd, kan de evolutie op mesoschaal gebruikt worden als signaal voor veranderingen in de grotere geulen. Binnen deze studie wordt er gekeken naar de dynamiek van de kortsluitgeulen. Er bestaan 3 types kortsluitgeulen:

1. De kortsluitgeulen door de langgerekte intergetijdengebieden tussen eb- en vloedgeul.
2. De kortsluitgeulen die een geul van de ene bochtengroep verbindt met één van een andere.
3. De zogenaamde drempelgeulen die voorkomen aan het opwaarts gelegen ondiepe deel van de vloedgeul (of afwaarts gelegen deel van de ebgeul).

Binnen deze analyse worden type 1 en 2 analoog behandeld als kortsluitgeulen door de platen. De analyse van de drempelgeulen vergt een andere methode.



Figuur 5-38: Westerschelde - Mesoschaal Dynamiek. Situatie in 2009 (Boven) en in 2015 (Onder) met aanduiding van de kortsluitgeulen door de platen (Oranje) en de drempelgeulen (Rood). De benaming is overgenomen uit T2009. De dwarsdoorsneden, vermeldt in de tekst, staan aangeduidt in het zwart.

## Verschilkaarten Droogvalduur

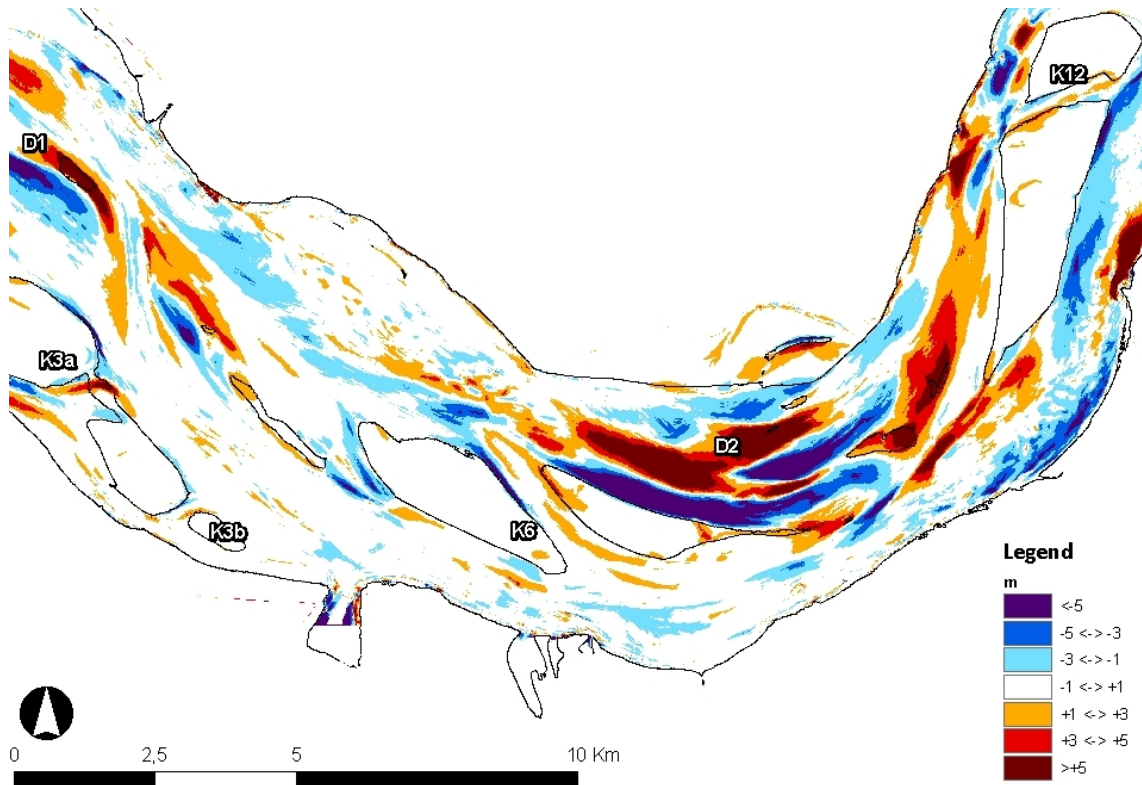
Om een beter inzicht te krijgen op de evolutie van het intertidaal gebied, werden er een serie verschilkaarten gemaakt van de droogvalduurkaarten (Bijlage C.7). Volgende referentiejaar zijn gebruikt: 1996, 2001, 2004, 2008, 2012, 2015. Deze kaarten zijn terug te vinden onder. Volgende punten zijn te zien in de kaarten 2015-2012 en 2012-2008:

- Plaat van Breskens: Tussen 2008 en 2012 verlaagde het intergetijdengebied aan de westelijke kant en verhoogde het aan de oostkant. Tussen 2012 en 2015 is het omgekeerde zichtbaar.
- Hooge Platen: vertonen een relatief sterke ophoging van het intergetijdengebied in het noordelijke, oostelijke en centrale deel. Aan de zuidflank en aan de flanken van Hooge Springer verlaagd het intergetijdengebied.
- Middelplaat: het intergetijdengebied aan de oostelijke punt van Middelplaat (west) hoogt op. De Middelplaat (oost) vertoont een algemene ophoging van het intergetijdengebied. Enkel aan de noordflank gaat er intergetijdengebied verloren.
- Plaat van Baarland: Tussen 2008 en 2012 verhoogde het intergetijdengebied hier relatief sterk. Dit is minder het geval tussen 2012 en 2015.
- Nabij de drempelzone ten zuiden van de Rug van Baarland is er een ophoging van het intergetijdengebied tussen 2012 en 2015. Dit was hiervoor ook al aan de gang.
- Rug van Baarland: Ophoging van het intergetijdengebied in het noordoosten en centrale deel en zuidelijke punt. De overige flanken tonen een verlaging van het intergetijdengebied.
- Molenplaat: Tussen 2008 en 2012 verhoogde het intergetijdengebied aan de west- en zuidflank. Dit is niet meer het geval tussen 2012 en 2015. Aan de noordoostelijke kant verlaagd het intergetijdengebied.
- Plaat van Ossensisse: Er is ophoging van het intergetijdengebied aan de zuidwestelijke flank. In het noorden verlaagt het intergetijdengebied.
- Plaat van Walsoorden: Er is ophoging van het intergetijdengebied aan de noordflank. Het verlies aan de oostpunt is al in gang gezet van voor 2008.
- Plaat van Valkenisse: aan de noordzijde hoogt het intergetijdengebied op. Aan de westelijke flank verlaagt het intergetijdengebied al vanaf 2008. De sterkste verlaging is waarneembaar in de periode 2012-2015.
- Schor van Waarde: het intergetijdengebied voor de Schor van Waarde vertoont ophoging vanaf 2008. De sterkste ophoging is waarneembaar in de periode 2012-2015.

## Kortsluitgeulen door de Platen

### *Voorkomen*

In Figuur 5-38 wordt de configuratie van 2009 vergeleken met deze van 2015. De Kortsluitgeulen door de platen zijn stabiel gebleven qua aantal en situering. Er zijn nog steeds 2 korstsluitgeulen rond de Lage Springer die de geulen van Macrocel 3 en 2 verbinden (Springergeul -K3a- en Thomaesgeul -K3b-). Door het Middelplaatcomplex blijft er voornamelijk één korstsluitgeul. Mogelijk ontstaat er in de toekomst een nieuwe geul in het westelijk deel van dit complex. De westelijke plaat verhoogt namelijk (momenteel ligt ze grotendeels nog onder Om NAP) terwijl deze gescheiden wordt van het centrale deel door een geultje dat licht verdiept (Figuur 5-39).

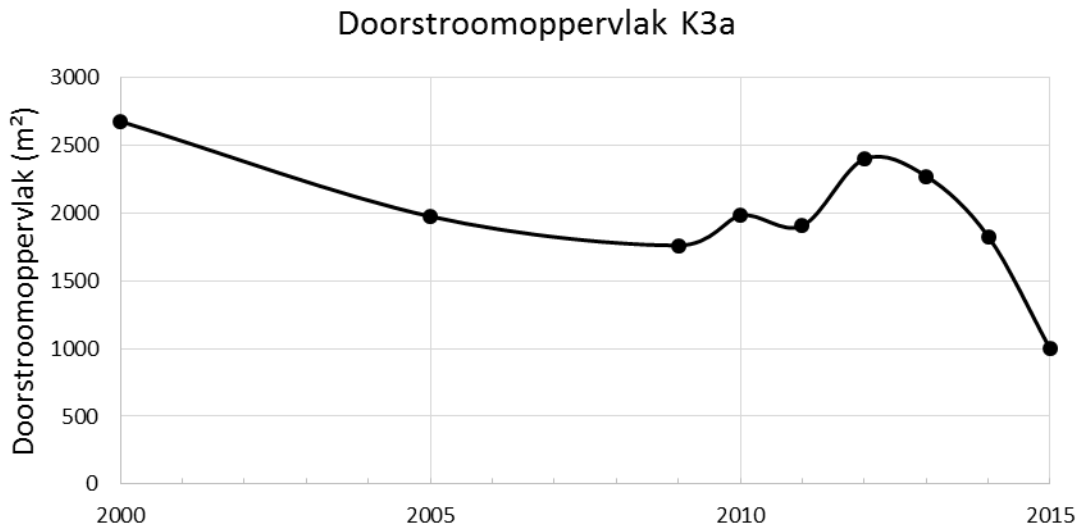
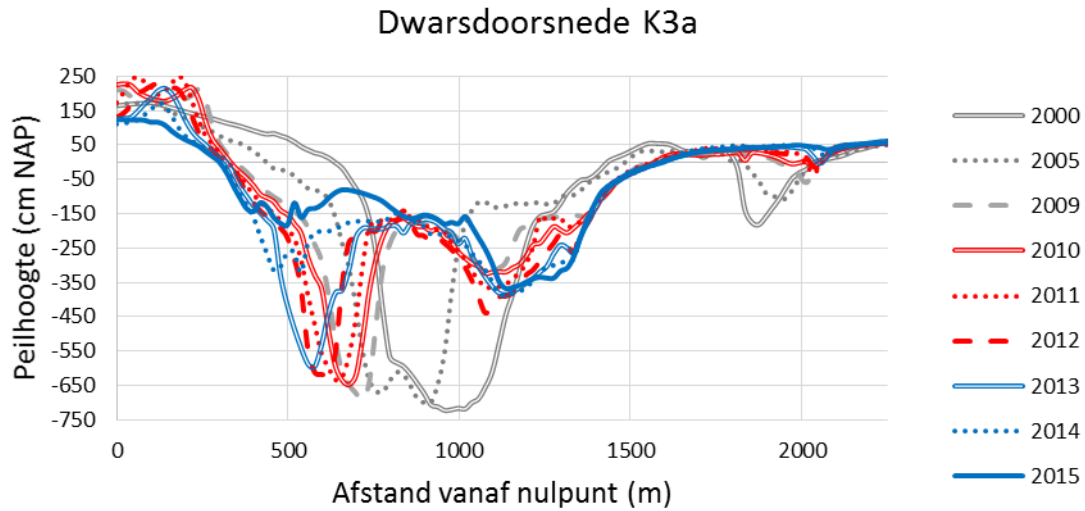


Figuur 5-39: Detailkaart sedimentatie en erosie tussen 2009 en 2015.

#### *Evolutie dwarsprofiel en doorstroomoppervlak*

In onderstaande figuren wordt de evolutie van de dwarsdoorsnede weergegeven. Alle profielen zijn gesitueerd in Figuur 5-38.

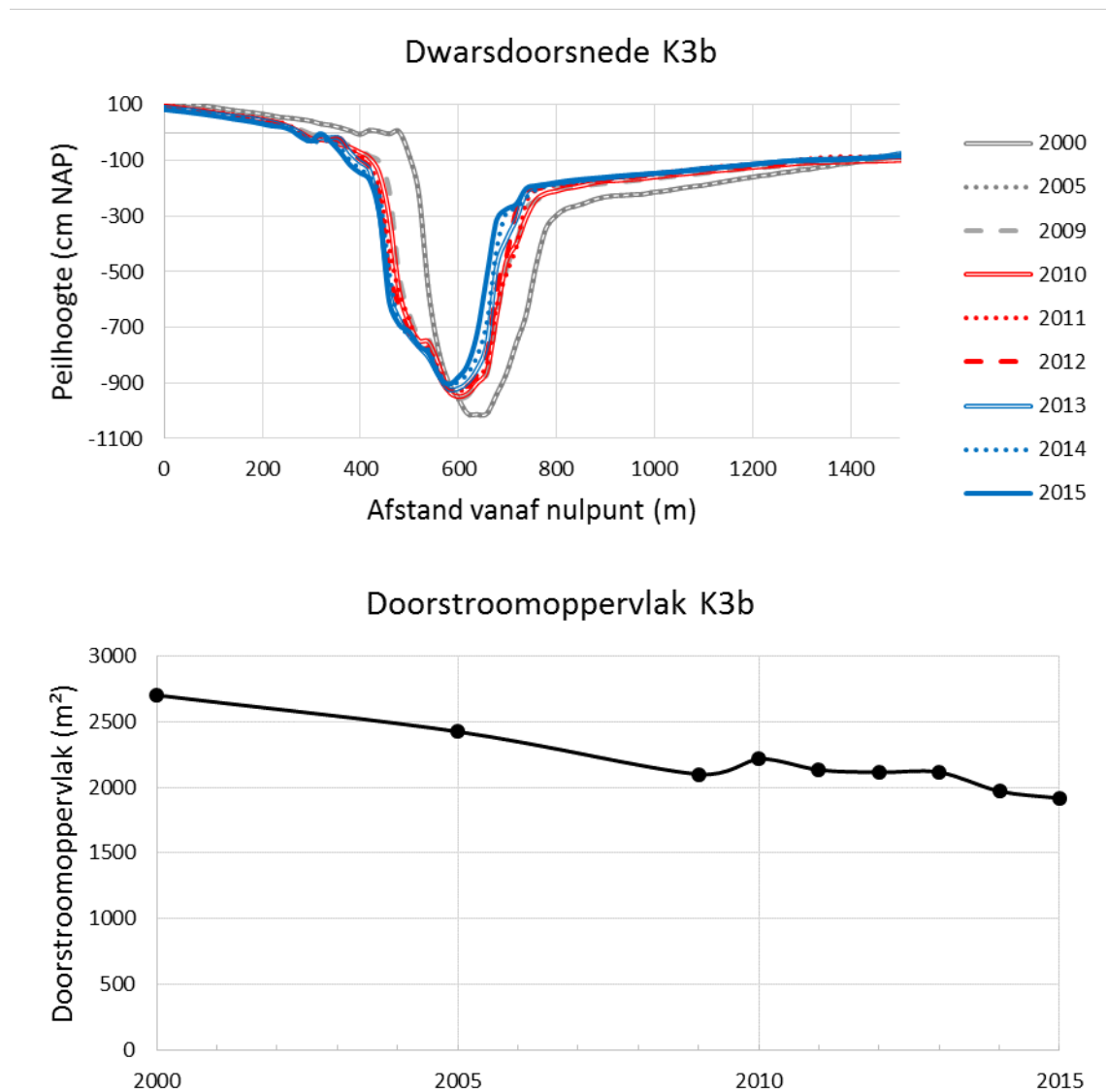
De grootste verandering treedt op in de Springergeul (kortsluitgeul K3a) (Figuur 5-40), aan noordwestzijde van de Lage Springer. In 2000 was er oorspronkelijk één diepe geul in het noorden en een iets ondiepere in het zuiden. Het zuidelijke geultje sedimenteerde en heden is dit nauwelijks terug te vinden. Ook de diepere geul sedimenteerde langzamerhand tot deze zich in 2009 opsplijste in 2. Het gecombineerde effect resulteerde in een gestage afname van het doorstroomoppervlak beneden -2m NAP, tot een eerste minimum in 2009. Daarna was er een lichte verhoging van het doorstroomoppervlak tot een maximum in 2012. De grootste verandering deed zich voor in 2014, met het dichtslippen van de diepste geul. Deze was vrij steil geworden in 2013. Ook in 2015 sedimenteert (zie ook Figuur 5-39) Springergeul verder tot een minimum doorstroomoppervlak beneden -2m NAP van 1000m<sup>2</sup>. De gehele evolutie ging gepaard met een noordoostwaartse geulmigratie.



Figuur 5-40: Evolutie van Springergeul, aan noordwestzijde van de Lage Springer, met de historische evolutie van de dwarsdoorsnede (Boven) en het doorstroomoppervlak onder -2m NAP (Onder).

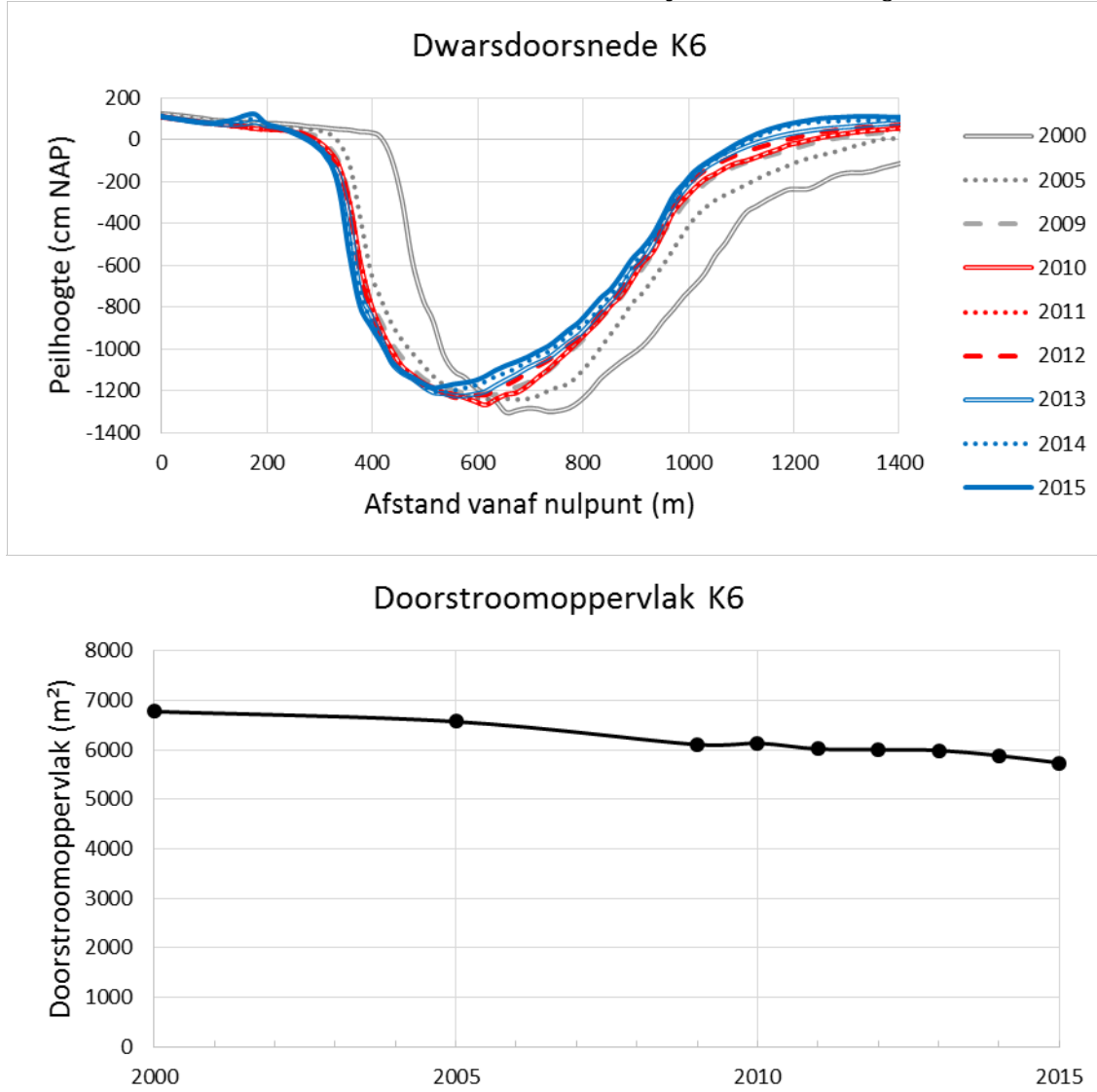


Sinds 2009 is Thomaesgeul (kortsluitgeul K3b) relatief stabiel gebleven (Figuur 5-41). De geul migreert naar het noordoosten. De historische afname van het doorstroomoppervlak wordt gestaag voortgezet. In 2014 duikt deze voor het eerst onder de 2000 m<sup>2</sup>.



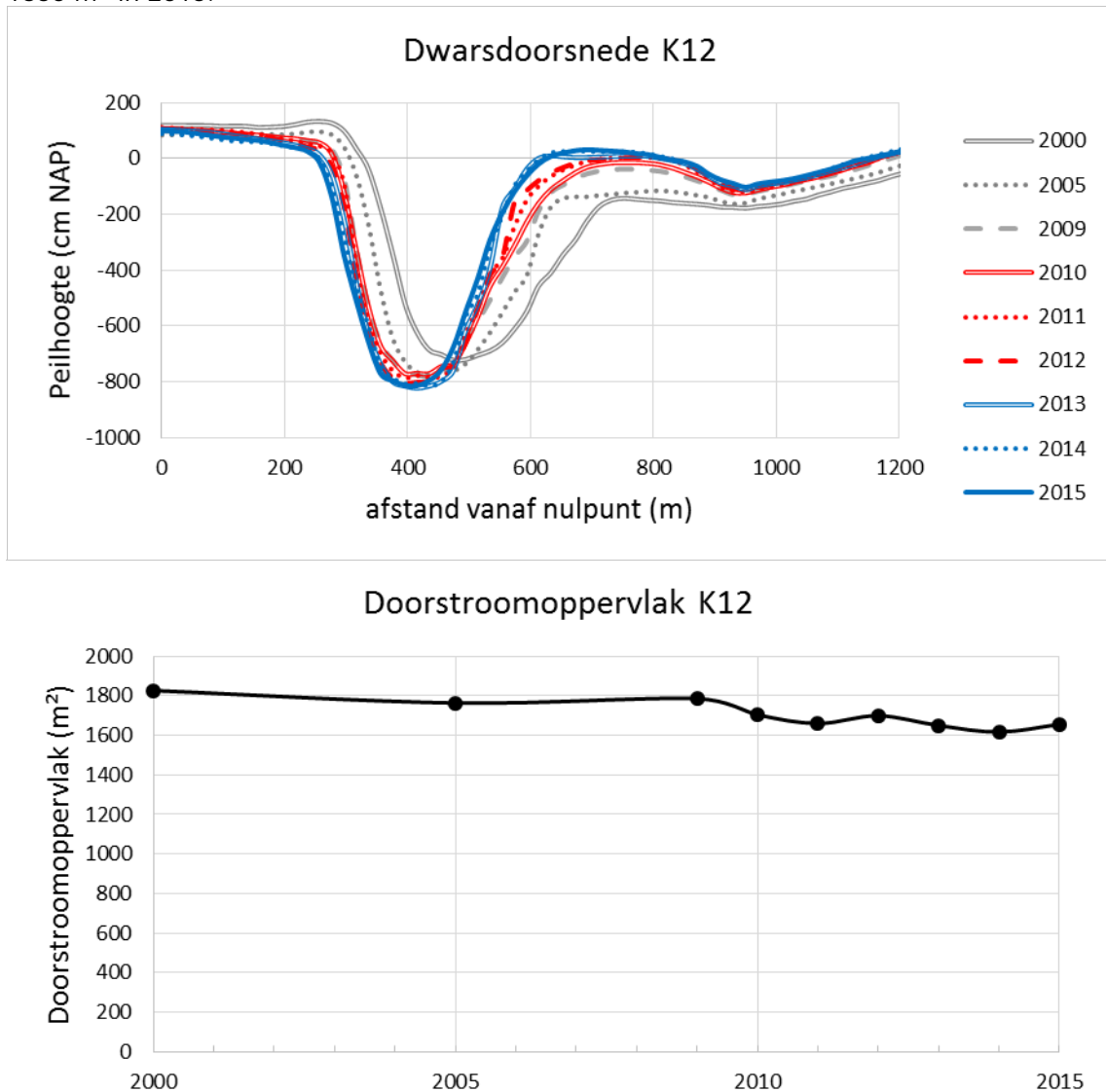
Figuur 5-41: Evolutie van Thomaesgeul, aan zijdoostzijde van de Lage Springer, met de historische evolutie van de dwarsdoorsnede (Boven) en het doorstroomoppervlak onder -2m NAP (Onder).

De historische evolutie van Zuid-Everingen (Kortsluitgeul K6), doorheen het Middelpaatcomplex, wordt aan gelijke tred verder gezet (Figuur 5-42). Zuid-Everingen migreert naar het zuidwesten toe. Dit gaat gepaard met een afname van het doorstroomoppervlak. In 2013 duikt deze voor het eerst onder de 6000 m<sup>2</sup>, terwijl deze in 2015 nog ±5750 m<sup>2</sup> bedraagt.



Figuur 5-42: Evolutie van Zuid-Everingen, doorheen het Middelpaatcomplex, met de historische evolutie van de dwarsdoorsnede (Boven) en het doorstroomoppervlak onder -2m NAP (Onder).

De Geul van de Molenplaat (Kortsluitgeul K12) loopt dwars door de Molenplaat. Ook na 2009 zet de Geul van de Molenplaat zijn noordwaartse migratie voort (Figuur 5-43). Tot 2009 fluctueerde het doorstroomoppervlak rond de 1800 m<sup>2</sup>. Daarna volgt een daling tot een oppervlakte van 1650 m<sup>2</sup> in 2015.



Figuur 5-43: Evolutie van Geul van de Molenplaat met de historische evolutie van de dwarsdoorsnede (Boven) en het doorstroomoppervlak onder -2m NAP (Onder).

## Drempelgeulen

### *Voorkomen, patroon en migratie*

De drempelgebieden zijn qua karakter veranderlijker dan de kortsluitgeulen. Historisch gezien kwamen er drempelgeulen voor in iedere macrocel. Voor een meer gedetailleerde historische evolutie wordt verwezen naar het basisrapport T2009. Recent zijn er nog 2 dynamische drempelgebieden met drempelgeulen (Figuur 5-38).

In drempelgebied D1 (Macrocel 1), is er een afname van aantal drempelgeulen: in 2009 waren er nog 4 zichtbaar, terwijl er in 2015 nog maar 2 te onderscheiden zijn door het verdwijnen van de meest noordelijke geultjes. Het cyclisch migratiepatroon blijft behouden: de drempelgeulen ontstaan aan de Hooge Platen en migreren naar het noorden toe, waar ze uiteindelijk verdwijnen door samenvoeging met het noordelijk deel van de Spijkerplaat.

In drempelgebied D2 (tussen Macrocel 3 en 4) zijn er in 2015 even veel drempelgeulen als in 2009. De meest oostelijke ebschaar is wel verdwenen doordat de drempel samengesmolten is met de Rug van Baarland. De Uitloper van de Everingen vergroot in oppervlakte. Ook hier blijft het cyclisch migratiepatroon behouden: de drempelgeulen ontstaan aan landwaartse zijde van Baarland en migreren naar of het Middelploaatcomplex of de Rug van Baarland toe, om daar te verdwijnen. Wat ook opvalt is dat het Straatje van Willem uitgebocht is door het uitrekken van het Middelploaatcomplex.

### **Schaar van Waarde**

Net als gerapporteerd in T2009, zijn er ook in de huidige configuratie geen drempelgeulen aan opwaartse zijde van de Schaar van Waarde (Macrocel 5, gebied X1 op de kaart).

### **Verhangindicator**

#### *Definitie*

De verhangindicator is een empirische relatie, opgesteld door Swinkels et al. (2014), die de dynamiek van de drempelgeulen parametrizeert. Uit deze empirische relatie is gebleken dat het doorstroomoppervlak recht evenredig is met het verval ten gevolge van het verschil in looptijd van de getijgolf doorheen de eb- versus vloedgeul. De bovengrens van de relatie is een bochtafsnijding van de grote ebgeul. De ondergrens is gelinkt met het verdwijnen van de drempelgeulen doordat de ebgeul verdiept ten opzichte van de vloedgeul. Een ruwe indicatie voor het minimum verval dat nodig is om de drempelgeulen in stand te houden is het snijpunt van de x-as en de lijn gefit doorheen de berekende relatie (totale relatieve doorstroomoppervlak ten opzichte van het verval ten gevolge van de in looptijd van de getijgolf doorheen eb- versus vloedgeul).

De verhangindicator werd berekend zoals gedefinieerd in Swinkels et al. (2014), namelijk de relatie tussen:

1. Het **totale relatieve doorstroomoppervlak** van de drempelgeulen ten opzichte van de som van het doorstroomoppervlak van eb- en vloedgeul. Dit doorstroomoppervlak werd berekend door het totale volume van de geulen beneden NAP -2m te delen door de lengte van de geul.
2. Het **looptijd-verval** tussen eb- en vloedgeul door voortplanting van de getijgolf. Dit werd berekend als:

$$\frac{A * \Delta t * 2 * \pi}{T}$$

Waar:

A = Getijamplitude: de jaarlijks gemiddelde getijamplitude berekend uit de jaarlijkse opmetingen van de gemiddelde getijslag.

T = Getijperiode: als getijperiode is het dubbeldaags maansgetij gebruikt (in principe gemiddelde waarde waarrond de werkelijke fluctueert doorheen de tijd. Dit is 12uur 25min en 14s.

$\Delta t$  = verschil in looptijd van de getijgolf doorheen eb- versus vloedgeul. Deze wordt op zijn beurt berekend als:

$$\left(\frac{L}{C}\right)_{ebgeul} - \left(\frac{L}{C}\right)_{vloedgeul}$$

Waar:

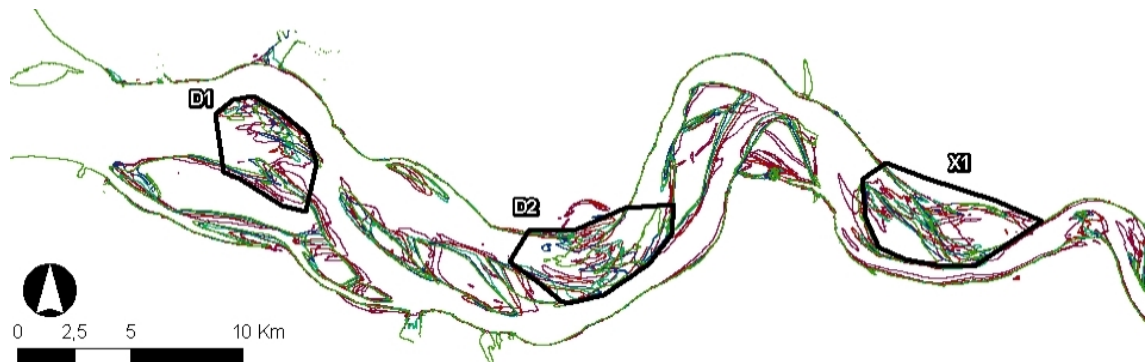
L = lengte van respectievelijk de eb- en vloedgeul (Bijlage C.1)

C = de voorplantingssnelheid van de getijgolf. Ingeschat door de wortel te nemen van het product van de gravitatieversnelling en de gemiddelde waterdiepte van de geul bij hoogwater.

### Analyse

De verhangindicator werd louter berekend voor de hierboven besproken drempelzones namelijk deze in MC1, MC3 en MC5 (waar er geen drempelgeulen meer aanwezig zijn).

Allereerst diende de locatie van de drempelzone gedefinieerd te worden. Dit gebeurde analoog aan Swinkels et al. (2014): de historische (1955, 1980, 1990, 2000, 2010, 2015) contouren van -5m NAP werden in kaart gebracht. Daarna zijn de drempelzones gedefinieerd als regio's met grootste verandering. Deze zones zijn terug te vinden in Figuur 5-44. Merk op dat de drempelzone D2 origineel gedefinieerd is in MC3, maar zich door recente veranderingen ook deels in MC4 bevindt.

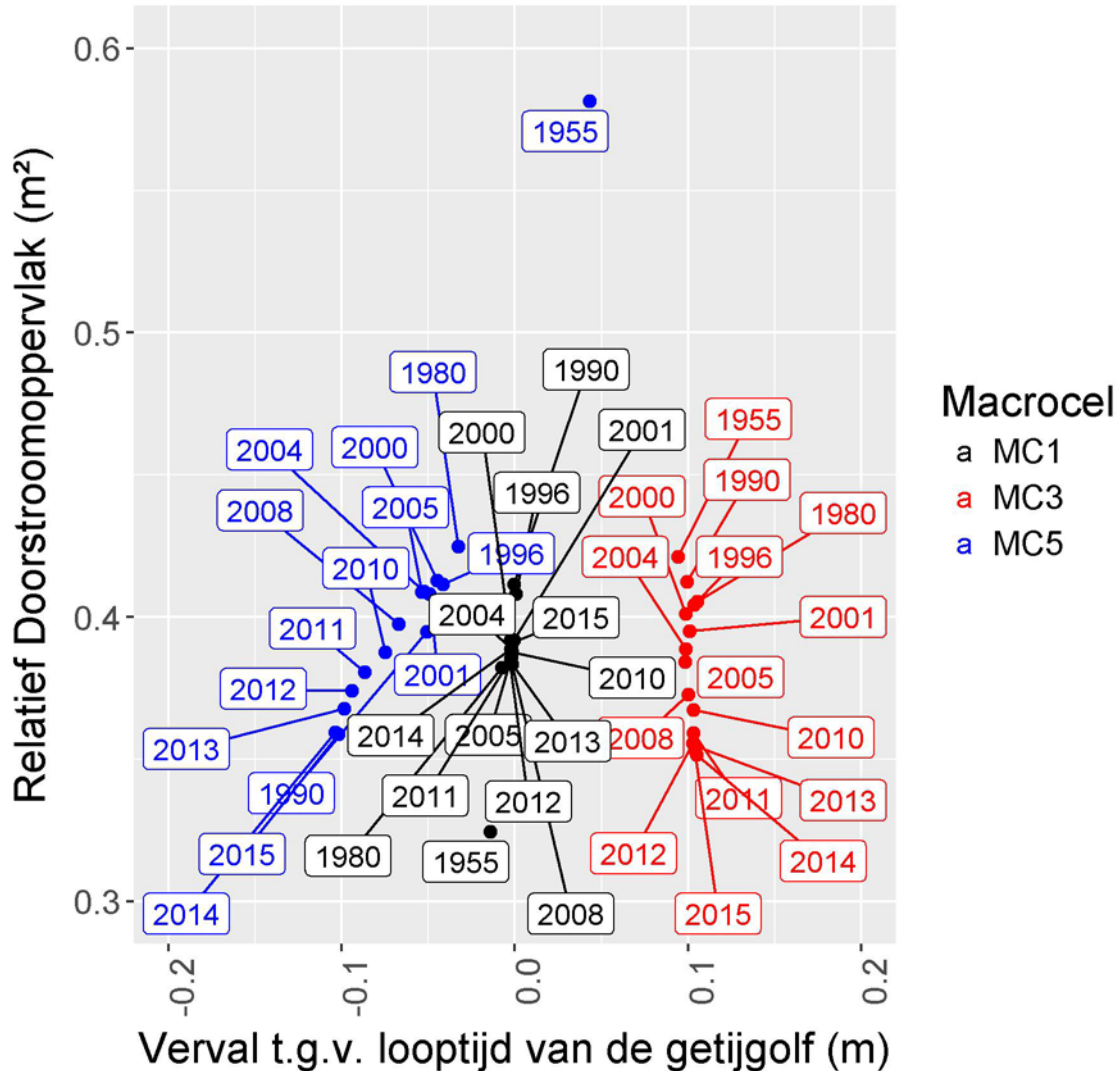


Figuur 5-44: Situering Drempelzones voor de berekening van de verhangindicatoren met hierop de historische -5m NAP contouren (1955, 1980, 1990, 2000, 2010, 2015).

De verhangindicator is gepresenteerd in Figuur 5-45. Wat opvalt, is dat het berekende looptijd-veral voor sommige drempelzones negatief is. Zowel de voorplantingssnelheid van de getijgolf doorheen de ebgeul, als de lengte van de ebgeul is in alle gevallen groter van deze doorheen/van de vloedgeul. Maar de voorplantingssnelheid heeft een grotere impact waardoor het berekende looptijd-veral in sommige gevallen negatief wordt. Voor MC1 fluctueert deze in een evenwicht, terwijl in MC5 deze sterk negatief is.

Zowel in MC3 als MC5 evolueert het relatief doorstroomoppervlak naar 0. In MC5 gaat dit gepaard met een afname in het verval ten gevolge van de voortplanting van de getijgolf. In Macrocel 3 is een onverwachte trend waarneembaar, namelijk het verval stijgt als het relatieve doorstroomoppervlak daalt. Dit wordt vermoedelijk veroorzaakt doordat de drempelzone zich

uitspreidt over zowel MC3 MC4, terwijl voor het looptijdverval enkel de eb- en vloedgeulen van MC3 gebruikt zijn. Zowel MC3 als MC5 kennen een dalende trend in relatief doorstroomoppervlak, met minima in 2015. Voor MC3 bevindt 2015 zich dicht bij de gemiddelde waarde.



Figuur 5-45: Verhangindicator voor de besproken drempelzones. Zowel MC3 als MC5 kennen een dalende trend in relatief doorstroomoppervlak, met een minima in 2015. Voor Macrocel 3 bevindt 2015 zich dicht bij de gemiddelde waarde.

### 5.3.5 Interpretatie meergeulstelsysteem

In volgende hoofdstukken wordt de evolutie per macrocel geïnterpreteerd in het licht van de onderzoeksvragen.

#### Macrocel 1

De evolutie in MC1 is samengevat in Tabel 5-13. Sinds 2011 is het gezamenlijke zandvolume in MC1 en MC2 stabiel dankzij het storten. Indien er niet gestort zou worden zou er netto verlies van zand optreden. Voor 2011 was er winst aan zandvolume die versterkt werd door het storten. De stortcapaciteit werd niet overschreden, wat bevestigd wordt door de erosie van beide geulen. De kantelindex stijgt. Dit zou er op duiden dat het belang van de nevengeul afneemt. Maar de gemodelleerde verhouding van het getijvolume is afgenomen wat het tegenovergestelde zou betekenen. Het is dus niet duidelijk of het belang van de nevengeul toeneemt of afneemt. Het stijgen van de kantelindex is het gevolg van de antropogene ingrepen die de erosie van de ebgeul een handje helpen terwijl de erosie van de vloedgeul afgezwakt wordt.

Er was een toename in areaal intergetijdengebied tussen 2010 en 2011 doordat de totale oppervlakte (bij +3,5 m NAP) steeg. Voornamelijk nabij Hooge Platen Noord is het intergetijdengebied uitgebreid. Deze toename is gestabiliseerd in 2011. Er is nog steeds een afname in relatief areaal intergetijdengebied ( $r_s$ ) en in breedte–diepte verhouding ( $\beta$ ). Dit duidt op een verstelling van het intergetijdengebied en van de geulen. De verstelling van het litoraal gebied in zijn geheel is gestopt.

Er zijn nog steeds drempelgeulen aanwezig die migreren, maar er is wel een afname in het relatieve doorstroomoppervlak van de drempelgeulen en in het looptijd-verval tussen hoofd- en nevengeul. De Springergeul sedimenteerde sterk, met de grootste sprong tussen 2013-2014. In 2015 werd hier een minimum in doorstroomoppervlak beneden -2m NAP bereikt van 1000 m<sup>2</sup>. De geul migreerde naar het noordwesten toe. Ook de Thomaesgeul vertoont een migratie naar het noordwesten, terwijl het doorstroomoppervlak daalde tot onder 2000 m<sup>2</sup>.

Bovenstaande punten duiden er op dat er in MC1 geen alarmerende evolutie op te merken valt. De situatie is verbeterd ten opzichte van de periode 2000-2009, gezien het zandvolume nu relatief stabiel blijft door het storten. Er dient wel opgevolgd te worden of er geen kantelpunt bereikt werd en de situatie naar de tegenovergestelde richting evolueert.

#### Mesocel 2

De evolutie in MC2 is samengevat in Tabel 5-14. De enige geul die aanwezig is in deze mesocel, het Vaarwater langs Hoofdplaat, sedimenteert verder. Er een toename van het areaal intergetijdengebied. De gemiddelde helling van het litoraal is gestegen. Sinds 2011 is het gezamenlijke zandvolume in MC1 en MC2 stabiel dankzij het storten. Indien er niet gestort zou worden men netto erosie waarnemen.

| Parameter  | Historisch                     | Toestand nu                                   |
|--|--------------------------------|---|
| <b>Grootschalige Dynamiek</b>                        |                                |   |
| $r_s$  | -                              | -   |
| $\beta$  | -                              | -   |
| Zandvolume (MC1 & MC2)                               | Toename versterkt door storten | Stabiel (sinds 2011) dankzij storten          |
| Helling litoraal (§7.3.2)                            | +                              | 0   |
| Helling Sublitoraal (Bijlage E.1)                    | +                              | +   |
| <b>Macroschaal Dynamiek</b>                          |                                |   |
| Watervolume hoofdgeul                                | +                              | +   |
| Watervolume nevengeul                                | +                              | + sinds 2011                                  |
| Watervolume hoofdgeul i.r.t. ingrepen                | Erosie versterkt door ingrepen | Erosie versterkt door ingrepen                |
| Watervolume nevengeul i.r.t. ingrepen                | Erosie verzwakt door ingrepen  | Erosie verzwakt door ingrepen (sinds 2011)    |
| Kantelindex  | +                              | +   |
| Verhouding watervolume tijdens volledige getijcyclus |                                | - sinds 2011                                  |
| Overschrijding stortcapaciteit?                      |                                | Nee, stortcapaciteit vermoedelijk onderschat. |
| Areaal intergetijdengebied (§3.4.6)                  | +                              | 0 sinds 2011                                  |
| <b>Mesoschaal</b>                                    |                                |   |
| Aanwezigheid drempelgeulen                           | Ja                             | Ja  |
| Migrerende drempelgeulen                             | Ja                             | Ja  |
| Relatieve doorstroomoppervlak                        | -                              | -   |
| Looptijd-verval                                      | -                              | -   |

Tabel 5-13: Geomorfologische evoluties in MC 1: dalende trend (-), stijgende trend (+) of neutraal (0).

| Parameter  | Historisch                     | Toestand nu                          |
|--|--------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Grootschalige Dynamiek</b>                                    |                                |                                      |
| Zandvolume (MC1 & MC2)   | Toename versterkt door storten | Stabiel (sinds 2011) dankzij storten |
| Helling litoraal (§7.3.2)  | 0                              | +                                    |
| Helling Sublitoraal (Bijlage E.1)                                | -                              | -                                    |
| <b>Macroschaal Dynamiek</b>                                      |                                |                                      |
| Watervolume nevengeul  | -                              | -                                    |
| Verhouding watervolume tijdens volledige getijcyclus (MC1 & MC2) |                                | - sinds 2012                         |
| Areaal intergetijdengebied (§3.4.6)                              | +                              | +                                    |
| <b>Mesoschaal</b>  |                                |                                      |
| Aanwezigheid drempelgeulen                                       | Nee                            | Nee                                  |
| Migrerende drempelgeulen   | Nee                            | Nee                                  |

Tabel 5-14: Geomorfologische evoluties in MC 2: dalende trend (-), stijgende trend (+) of neutraal (0).



### Macrocel 3

De evolutie in MC3 is samengevat in Tabel 5-15. 2011 was een kantelmoment voor de evolutie van het zandvolume. Vanaf dan daalde het sedimentvolume, terwijl het voorheen nog steeg. Deze trends werd versterkt door de gewijzigde baggerpolitiek: tot 2008 werd er netto sediment aangevoerd in MC3. Daarna werd er netto sediment onttrokken. De stortcapaciteit werd niet overschreden, wat bevestigd wordt door (1) voorgaande en (2) erosie van zowel hoofd- als nevengeul. De kantelindex stijgt sinds 2013. Ook de verhouding van het getijvolume stijgt. Dit duidt er op dat het belang van de nevengeul daalt. Dit is vermoedelijk het gevolg van de antropogene ingrepen. Zonder de baggeractiviteiten zou de ebgeul sedimenteren. Bovendien wordt de erosie van de vloedgeul afgezwakt door het storten van baggerslib.

2011 was ook een kantelmoment voor de evolutie van areaal intergetijdengebied aangezien het vanaf dan begon in te krimpen. Het relatieve areaal intergetijdengebied en de breedte-diepte verhouding vertonen een sterke jaar-op-jaar variatie. De waarde van beiden ligt in 2015 lager dan in 2012. In de toekomst zal blijken of dit gewoon onderdeel is van de puntenwolk of dat er daadwerkelijk een trend gestart is. Ook de gemiddelde helling van het litoraal vertoont een toename terwijl dit voorheen afnam. De gemiddelde helling van het sublitoraal daalde voorheen terwijl deze tussen 2009 en 2015 constant gebleven is.

Er zijn nog steeds drempelgeulen aanwezig die migreren. Het relatieve doorstroomoppervlak van de drempelgeulen daalde terwijl het looptijd-verval tussen hoofd- en nevengeul steeg. De historische evolutie van Zuid-Everingen wordt aan gelijke tred verder gezet: migratie naar het zuidwesten en afname van het doorstroomoppervlak. In 2013 dook het doorstroomoppervlak voor het eerst onder de 6000 m<sup>2</sup>, terwijl deze in 2015 nog ±5750 m<sup>2</sup> bedroeg.

Het slibgehalte in de Pas van Terneuzen, de hoofdgeul, is gestegen.

Bovenstaande punten duiden er op dat er gedurende de periode 2009-2015 een tendens gestart is waarbij de bochtengroep verdrinkt door afname van het zandvolume. Deze tendens wordt versterkt of misschien zelfs gestuurd door antropogene ingrepen. Om de bochtengroep daadwerkelijk te doen verdrinken dient deze evolutie zich gedurende lange tijd te handhaven, wat niet het geval is. Het is daarom aangeraden deze evolutie in de toekomst op te volgen.

| Parameter  | Historisch                          | Toestand nu                                 |
|--|-------------------------------------|---|
| <b>Grootschalige Dynamiek</b>                        |                                     |   |
| $r_s$  | 0                                   | 0   |
| $\beta$  | 0                                   | 0   |
| Zandvolume   | Toename versterkt door storten      | Afname (sinds 2011) versterkt door baggeren |
| Helling litoraal (§7.3.2)                            | -                                   | +   |
| Helling Sublitoraal (Bijlage E.1)                    | +                                   | 0   |
| <b>Macroschaal Dynamiek</b>                          |                                     |   |
| Watervolume hoofdgeul                                | -                                   | +   |
| Watervolume nevengeul                                | +                                   | + (0 sinds 2014)                            |
| Watervolume hoofdgeul i.r.t. ingrepen                | Sedimentatie verzwakt door baggeren | Erosie gestuurd door baggeren               |
| Watervolume nevengeul i.r.t. ingrepen                | Erosie verzwakt door storten        | Erosie verzwakt door storten                |
| Kantelindex  | -                                   | + sinds 2013                                |
| Verhouding watervolume tijdens volledige getijcyclus |                                     | +   |
| Overschrijding stortcapaciteit?                      |                                     | Nee   |
| Areaal intergetijdengebied (§3.4.6)                  | +                                   | - sinds 2011                                |
| <b>Mesoschaal</b>                                    |                                     |   |
| Aanwezigheid drempelgeulen                           | Ja                                  | Ja  |
| Migrerende drempelgeulen                             | Ja                                  | Ja  |
| Relatieve doorstroomoppervlak                        | -                                   | -   |
| Looptijd-verval                                      | +                                   | +   |

Tabel 5-15: Geomorfologische evoluties in macrocel 3: dalende trend (-), stijgende trend (+) of neutraal (0).

#### Macrocel 4

De evolutie in MC4 is samengevat in Tabel 5-16. MC4 heeft een andere configuratie dan de overige macrocellen. Hier is de vloedgeul de hoofdgeul, terwijl de nevengeul gevormd wordt door de ebgeul.

Sinds 2008 is er een toename aan zand. Dit is het gevolg van de antropogene ingrepen. Indien er niet gestort zou worden, zou het systeem eroderen. De stortcapaciteit van de macrocel wordt overschreden door te storten in de hoofdgeul. Hier dient wel opgemerkt te worden dat de stortcapaciteit vermoedelijk hoger zou liggen indien de sedimenttransportcapaciteit berekend werd per geul. Sinds 2013 sedimenteert de hoofdgeul, terwijl deze voorheen erodeerde. Dit zou er op kunnen wijzen dat de stortcapaciteit daadwerkelijk overschreden werd.

De kantelindex daalt ook na 2009. Merk op dat in MC4 een daling overeenkomt met een relatieve afname van het belang van de nevengeul. De daling lijkt wel in snelheid af te nemen ten opzichte van voordien. De verhouding van het watervolume is gestegen. Dit duidt er op dat ook na 2009 het belang van de nevengeul bleef afnemen. Eén lichtpuntje: de afname vertraagt. Deze vertraging is vermoedelijk het gevolg van de gewijzigde bagger- en stortpolitiek. Voorheen werd er nog gestort in de nevengeul. Vanuit Flexibel Storten is dit nu stopgezet. Bovendien wordt de erosie in de hoofdgeul afgezwakt tot geneutraliseerd door het storten van het baggerslib.

2010 was een kantelmoment voor de evolutie van areaal intergetijdengebied. Terwijl dit voorheen kromp, groeide het intergetijdengebied gestaag aan sinds 2010. Dit is deels het gevolg van de toename van het wateroppervlak bij +3,5 m NAP. Toch, ook de historische daling in relatieve intergetijdengebied werd een halt toegeroepen in 2010, nochtans is de gemiddelde helling van het litoraal is wel gestegen. Dit zou er op duiden dat het berekende relatieve intergetijdengebied niet exact de evolutie van het litoraal weergeeft. De breedte-diepte verhouding is gestegen na 2010, terwijl de afname van de gemiddelde helling van het sublitoraal is gestopt. Ook hier kan het zijn dat de berekende breedte-diepte verhouding een zekere onzekerheidsmarge bevat. Oftewel is de gemiddelde helling van het ondiepe sublitoraal gedaald, terwijl dit van het diepe sublitoraal gestegen is.

De Geul van de Molenplaat migreert verder naar het noorden. Tot 2009 fluctueerde het doorstroomoppervlak rond de 1800 m<sup>2</sup>. Daarna volgt een daling tot een oppervlakte van 1650 m<sup>2</sup> in 2015.

Bovenstaande punten duiden er op dat ook gedurende de periode 2009-2015 de nevengeul verder verzand. De toename van het zandvolume in de macrocel is het gevolg van antropogene ingrepen. De gewijzigde baggerpolitiek heeft er wel voor gezorgd dat het belang van de nevengeul minder sterk inboette. Vanuit Flexibel storten is er besloten om de nevengeul te sparen, maar er werd nog steeds sediment toegevoegd door havenstortingen en het opspuiten van stranden.

| Parameter  | Historisch                          | Toestand nu                                    |
|--|-------------------------------------|--|
| <b>Grootschalige Dynamiek</b>                        |                                     |  |
| $r_s$  | -                                   | 0  |
| $\beta$  | 0                                   | +  |
| Zandvolume   | Afname afgezwakt door storten       | Toename gestuurd door storten                  |
| Helling litoraal (§7.3.2)                            | 0                                   | +  |
| Helling Sublitoraal (Bijlage E.1)                    | -                                   | 0  |
| <b>Macroschaal Dynamiek</b>                          |                                     |  |
| Watervolume hoofdgeul                                | +                                   | + (0 sinds 2013)                               |
| Watervolume nevengeul                                | -                                   | -  |
| Watervolume hoofdgeul i.r.t. ingrepen                | Erosie afgezwakt door storten       | Erosie afgezwakt door storten                  |
| Watervolume nevengeul i.r.t. ingrepen                | Sedimentatie versterkt door storten | Sedimentatie (versterkt door opspuiten strand) |
| Kantelindex  | --                                  | -  |
| Verhouding watervolume tijdens volledige getijcyclus |                                     | +  |
| Overschrijding stortcapaciteit?                      |                                     | Ja in hoofdgeul                                |
| Areaal intergetijdengebied (§3.4.6)                  | -                                   | + sinds 2010                                   |
| <b>Mesoschaal</b>                                    |                                     |  |
| Aanwezigheid drempelgeulen                           | Nee                                 | Nee  |
| Migrerende drempelgeulen                             | Nee                                 | Nee  |

Tabel 5-16: Geomorfologische evoluties in macrocel 4: sterk dalende (--), dalende (-), stijgende trend (+) of neutraal (0).

## Macrocel 5

De evolutie in MC5 is samengevat in Tabel 5-17. Sinds 2011 stijgt het zandvolume in MC5. Voorheen was het zandvolume stabiel dankzij ingrepen, maar vanaf 2011 zijn de ingrepen ontoereikend om de sedimentatie te neutraliseren.

De kantelindex daalt sinds 2013, maar de gemodelleerde verhouding van het getijvolume stijgt. Het is dus niet duidelijk of het belang van de nevengeul toeneemt of afneemt. Het watervolume van de nevengeul lijkt te stijgen vanaf 2014. Voorheen werd de natuurlijke trend tot sedimentatie versterkt door het storten. Het gestorte volume vertoont weliswaar een dalende trend in 2009-2015. Het watervolume van de hoofdgeul bleef stabiel sinds 2012. Voorheen was er erosie gestuurd door het baggeren. Nu wordt de natuurlijke tendens louter geneutraliseerd.

De stortcapaciteit van de nevengeul werd overschreden, wat bevestigd wordt door het sedimenteren van de nevengeul. Hierbij dient er wel opgemerkt te worden dat er een negatieve stortcapaciteit gevonden werd doordat de sedimenttransportcapaciteit mogelijk onderschat is. De sedimenttransportcapaciteit ligt namelijk ferm onder het berekende bereik van Jeuken & Wang (2010).

Ook na 2009 breidde het intergetijdengebied zich verder uit. In 2010 stopte de daling van het relatieve areaal intergetijdengebied en steeg het naar een nieuw maximum. Dit komt overeen met de gemiddelde helling van het litoraal die vanaf 2008-2010 begon te versteilen. Hetzelfde gold voor de breedte-diepte verhouding dat na 2010 steeg om in 2015 opnieuw het niveau van 2008 te bereiken. Dit is niet direct zichtbaar in de gemiddelde helling van het sublitoraal dat navenant constant bleef.

Er zijn nog steeds geen drempelgeulen aanwezig.

Bovenstaande punten duiden er op dat er een fragiel evenwicht bestaat tussen de antropogene ingrepen enerzijds en de watervolumes van de geulen en het relatieve belang van de nevengeul anderzijds. De ingrepen hebben wel een positieve bijdrage geleverd aan de groei van het intergetijdengebied. Er dient gewaakt te worden over de sedimentatie in de nevengeul.

| Parameter  | Historisch                          | Toestand nu   |
|--|-------------------------------------|---|
| <b>Grootschalige Dynamiek</b>                        |                                     |   |
| $r_s$  | -                                   | +   |
| $\beta$  | -                                   | + sinds 2010  |
| Zandvolume   | Stabiel dankzij ingrepen            | Toename (sinds 2011)<br>afgezwakt door ingrepen   |
| Helling litoraal (§7.3.2)                            | -                                   | +   |
| Helling Sublitoraal (Bijlage E.1)                    | 0                                   | 0   |
| <b>Macroschaal Dynamiek</b>                          |                                     |   |
| Watervolume hoofdgeul                                | +                                   | 0 sinds 2012  |
| Watervolume nevengeul                                | -                                   | - (+ sinds 2014)  |
| Watervolume hoofdgeul i.r.t. ingrepen                | Erosie gestuurd door baggeren       | Stabiel dankzij baggeren  |
| Watervolume nevengeul i.r.t. ingrepen                | Sedimentatie versterkt door storten | Sedimentatie versterkt door storten   |
| Kantelindex  | +                                   | - sinds 2013  |
| Verhouding watervolume tijdens volledige getijcyclus |                                     | +   |
| Overschrijding stortcapaciteit?                      |                                     | Ja, maar negatieve stortcapaciteit.<br>Sedimenttransportcapaciteit mogelijk onderschat. |
| Areaal intergetijdengebied (§3.4.6)                  | +                                   | +   |
| <b>Mesoschaal</b>                                    |                                     |   |
| Aanwezigheid drempelgeulen                           | Nee                                 | Nee   |
| Migrerende drempelgeulen                             | Nee                                 | Nee   |
| Relatieve doorstroomoppervlak                        | 0                                   | 0   |
| Looptijd-verval                                      | 0                                   | 0   |

Tabel 5-17: Geomorfologische evoluties in macrocel 5: dalende trend (-), stijgende trend (+) of neutraal (0).

## Macrocel 6

De evolutie in MC6 is samengevat in Tabel 5-18.

Er is nog steeds een verlies aan zandvolume door toedoen van antropogene ingrepen. Indien er niet gebaggerd zou worden, zou het systeem sedimenteren. De kantelindex daalt en ook het gemodelleerde getijvolume daalt sinds 2011. Dit duidt er op dat het belang van de nevengeul toeneemt. Nochtans wordt dit tegengewerkt door de antropogene ingrepen. Zo wordt de erosie van de hoofdgeul gestuurd door het baggeren. In de nevengeul wordt er niet gestort of gebaggerd. Hier is er dus louter natuurlijke erosie. De stortcapaciteit wordt dus niet overschreden.

De afname van het areaal intergetijdengebied stopte vanaf 2011. De afname in gemiddelde helling van zowel litoraal als sublitoraal zet zich ook na 2009 verder. Nochtans is er wel een daling van zowel de breedte-diepte verhouding als de verhouding van het intergetijdengebied. Dit onderlijnt de onzekerheid die gelinkt is aan de berekeningswijze van  $r_s$ - $\beta$ .

Het langdurige verlies aan zand en het eroderen van beide geulen duidt er op dat het gevaar bestaat voor verdrinking van de bochtengroep. Dit lijkt het gevolg te zijn van de antropogene ingrepen. Het areaal intergetijdengebied is weliswaar constant gebleven sinds 2011.

| Parameter  | Historisch                    | Toestand nu                                     |
|--|-------------------------------|---|
| <b>Grootschalige Dynamiek</b>                        |                               |   |
| $r_s$  | -                             | -   |
| $\beta$  | -                             | -   |
| Zandvolume   | Afname gestuurd door baggeren | Afname gestuurd door baggeren                   |
| Helling litoraal (§7.3.2)                            | -                             | -   |
| Helling sublitoraal (Bijlage E.1)                    | -                             | -   |
| <b>Macroschaal Dynamiek</b>                          |                               |   |
| Watervolume hoofdgeul                                | +                             | +   |
| Watervolume nevengeul                                | +                             | +   |
| Watervolume hoofdgeul i.r.t. ingrepen                | Erosie gestuurd door baggeren | Erosie gestuurd door / stabiel dankzij ingrepen |
| Watervolume nevengeul i.r.t. ingrepen                | Erosie (geen ingrepen)        | Erosie (geen ingrepen)                          |
| Kantelindex  | -                             | -   |
| Verhouding watervolume tijdens volledige getijcyclus |                               | - sinds 2011                                    |
| Overschrijding stortcapaciteit?                      |                               | Nee   |
| Areaal intergetijdengebied (§3.4.6)                  | -                             | 0 sinds 2011                                    |
| <b>Mesoschaal</b>                                    |                               |   |
| Aanwezigheid drempelgeulen                           | Nee                           | Nee   |
| Migrerende drempelgeulen                             | Nee                           | Nee   |

Tabel 5-18: Geomorfologische evoluties in macrocel 6: dalende trend (-), stijgende trend (+) of neutraal (0).

**Macrocel 7**

De evolutie in MC7 is samengevat in Tabel 5-19. In MC7 is er een langdurige verlies aan zand en intergetijdengebied. Dit lijkt een gevolg te zijn van de antropogene ingrepen. Aan de andere kant sedimenteert de nevengeul, ook al wordt hier niet meer gestort. Het gevaar bestaat dat dit systeem in deze macrocel evolueert naar één geul waarbij de huidige ebgeul verdiept en de huidige vloedgeul sedimenteert.

Het verlies aan zandvolume is toegenomen. Het verlies aan sediment is het gevolg van de baggeractiviteiten. Indien er niet gebaggerd zou worden zou het systeem sedimenteren.

De kantelindex is ook na 2009 gestegen wat er op duidt dat het belang van de nevengeul gedaald is. De verhouding van de getijvolumes is gedaald tijdens eb, maar gestegen tijdens vloed. Indien men de volledige cyclus bekijkt is er een neutrale evolutie op te merken. Het dalen van de kantelindex is het gevolg van antropogene ingrepen. De erosie van de hoofdgeul wordt veroorzaakt door het baggeren. In de nevengeul wordt er niet gestort en is louter de natuurlijke sedimentatie op te merken. Er werd een negatieve stortcapaciteit berekend voor de nevengeul doordat het systeem hier van nature sedimenteert. Dus ook al wordt er niet gestort, toch blijft de stortcapaciteit overschreden.

De afname van het areaal intergetijdengebied stopte in 2008. Hierna breidde het intergetijdengebied zich uit. Vanaf 2012 is het areaal navenant constant gebleven. De afname in gemiddelde helling van het litoraal is gestaakt. Ook de gemiddelde helling van het sublitoraal is constant gebleven. Nochtans is er wel een daling van de breedte-diepte verhouding terwijl het relatief areaal van het intergetijdengebied sinds 2008 begon te stijgen. Dit benadrukt de onzekerheid die gelinkt is aan de berekeningswijze van  $r_s$ - $\beta$ .



| Parameter  | Historisch                    | Toestand nu  |
|--|-------------------------------|--|
| <b>Grootschalige Dynamiek</b>                        |                               |  |
| $r_s$  | -                             | +  |
| $\beta$  | -                             | -  |
| Zandvolume   | Afname gestuurd door baggeren | Sterke afname gestuurd door baggeren   |
| Helling litoraal (§7.3.2)                            | -                             | 0  |
| Helling Sublitoraal (Bijlage E.1)                    | 0                             | 0  |
| <b>Macroschaal Dynamiek</b>                          |                               |  |
| Watervolume hoofdgeul                                | +                             | +  |
| Watervolume nevengeul                                | -                             | -  |
| Watervolume hoofdgeul i.r.t. ingrepen                | Erosie gestuurd door ingrepen | Erosie gestuurd door ingrepen  |
| Watervolume nevengeul i.r.t. ingrepen                | Sedimentatie (geen ingrepen)  | Sedimentatie (geen ingrepen)   |
| Kantelindex  | +                             | +  |
| Verhouding watervolume tijdens volledige getijcyclus |                               | 0  |
| Overschrijding stortcapaciteit?                      |                               | Geen ingrepen.<br>Negatieve stortcapaciteit.<br>Sedimenttransportcapaciteit mogelijk onderschat. |
| Areaal intergetijdengebied (§3.4.6)                  | -                             | 0 sinds 2012   |
| <b>Mesoschaal</b>                                    |                               |  |
| Aanwezigheid drempelgeulen                           | Nee                           | Nee  |
| Migrerende drempelgeulen                             | Nee                           | Nee  |

Tabel 5-19: Geomorfologische evoluties in macrocel 7: dalende trend (-), stijgende trend (+) of neutraal (0).

## 5.4 Ééngesysteem

De Lange Termijn Visie (LTV) 2030 stelt als streefdoel dat de Zeeschelde een van nature meanderende rivier is, met bijhorende afwisseling van steile en flauwe hellingen. Daarnaast moet de rivier over voldoende ruimte beschikken om moeiteloos de toekomstige getij-indringing te kunnen verwerken. Daarom dienen onderstaande punten geanalyseerd worden:

- De geometrie, die het meanderend karakter en de ontwikkeling van habitats meebepaalt, waardoor de rivier meer ruimte kan innemen bij een hoogwaterstand.
- Een diepere getijdoordringing met hogere getijslag, waarbij de maximale getijslag steeds dieper landinwaarts trekt. Een mogelijke regimeshift, waarbij de slibhuishouding sterk verandert, kan hier een versterkende factor zijn doordat een slibrijke bodem een lagere wrijvingskracht uitoefent op de getijindringing (Maris *et al.* 2013).

### 5.4.1 Erosie en Sedimentatie (kaart)

#### Analyse

De serie erosie-sedimentatiekaarten van de Boven- en Beneden-Zeeschelde kan teruggevonden worden in Bijlage C.8.

#### *Beneden-Zeeschelde*

De verdieping ten gevolge van de derde verruiming van de vaargeul is zichtbaar in het centrale deel van de Zeeschelde tot min of meer de toegang tot Kallosluis (waarrond er wel al lichte sedimentatie op te merken is). In de Beneden-Zeeschelde zijn volgende punten op te merken:

1. OMES 7:
  - Erosie ten noorden van de Ballastplaat
2. OMES 9:
  - Sedimentatie in de toegangsgedul naar de Zandvliet- en Berendrechtsluis.
  - Er trad veel erosie op nabij de Schaar van Ouden Doel. Dit is de frequentst gebruikte zandwinningszone op de Zeeschelde. Doch, het is ook een stortplaats van het uitgebaggerde materiaal afkomstig uit de vaargeul en in hier dient het gewonnen volume gecompenseerd te worden met gestort sediment.
  - Stroomopwaarts hiervan, aan de voormalige Plaat van Ouden Doel treedt er sedimentatie op.
3. OMES 10:
  - Sedimentatie tussen de "Current deflecting Wall" en Deurganckdok.
  - Ook de baggeractiviteit in het Deurganckdok is zichtbaar. Deze werd vanaf 2010 op diepte gebaggerd. Nabij het einde van het dok trad er wel ophoging op.
  - Sedimentatie aan de Galgenschor.
  - Sedimentatie aan de noordzijde van de Ketelplaat, erosie aan de zuidzijde.
4. OMES 11 en 12:
  - Sedimentatie in de bocht bij toegangsgedul van Kallosluis.
  - Sedimentatie nabij de stortzone Punt van Melsele.
  - Sedimentatie nabij de stortzone Oosterweel. Aan de overzijde (linkeroever) treedt er erosie op.
  - Sedimentatie nabij de voormalige Palingplaat.
  - Sedimentatie op de Vlake ter hoogte van Galgeweel.
5. OMES 13:
  - Sedimentatie in het noorden aan de binnenbocht.

### *Boven-Zeeschelde*

In de Boven-Zeeschelde zijn volgende punten op te merken:

1. OMES 14:
  - Over bijna de gehele lengte van OMES 14 trad er erosie op.
  - In de toegangseul tot de Zeesluis van Wintam was er sedimentatie.
  - Ook in de binnenbocht nabij Temse trad er sedimentatie op.
2. OMES 15:
  - Sedimentatie aan de binnenbochten nabij Lippenbroek en Sint-Amands. Erosie aan de buitenbocht nabij Lippenbroek.
  - Erosie in het meest opwaartse gedeelte nabij Briel, zelfs in de binnen bocht.
3. OMES 16:
  - Erosie stroomopwaarts van een meander, sedimentatie stroomafwaarts hiervan.
  - Er treedt wel sedimentatie op in de buitenbocht nabij Kastel en Dendermonde.
4. OMES 17:
  - Sedimentatie in het stroomafwaartse deel.
  - Erosie in het centrale deel.
5. OMES 18:
  - Erosie in de stroomafwaartse helft.
  - In de stroomopwaartse helft treedt er sedimentatie op aan de rechteroever en erosie aan de linkeroever.
6. OMES 19:
  - Werd maar voor een klein deel, stroomafwaarts, opgemeten.
  - Sedimentatie op aan de rechteroever en erosie aan de linkeroever.

De overige OMES-segmenten zijn niet opgemeten tijdens 2010 en/of 2015.

## **5.4.2 Kronkelfactor**

### **Definitie**

De Kronkelfactor parametrizeert de mate van meandering van een rivier. Deze wordt berekend als de verhouding tussen de lente van de rivieras versus de lengte van de vallei-as. Rivieren met een kronkelfactor die groter is dan 1,5 worden geklasseerd als meanderend. Een waarde tussen 1,5 en 1,1 betekent een kronkelende rivier. Terwijl een waarde lager dan 1,1 kenmerkend zijn voor een rechte rivier.

Voor de berekening van deze parameter werd gebruik gemaakt van bathymetrische grids. De data van de valleilengte is aangeleverd door het INBO. De opdeling naar OMES-segmenten verschilt van deze gebruikt in T2009, aangezien deze recent geharmoniseerd is met de wettelijke CIW-KRW contour. Bij deze studie wordt gebruik gemaakt van de recentste definitie, conform de wettelijke afbakening van de waterlichamen. Het verschil zit hem hier voornamelijk in segment 12 en 13.

### **Analyse**

In Tabel 5-20 wordt de kronkelfactor gepresenteerd per OMES-segment, voor de jaren waar er gegevens voorhanden waren. Soms ontbraken er delen van de bathymetrische grids, zodanig dat niet het hele OMES-segment gesampled werd. Deze data wordt niet opgenomen in deze analyse en zijn daarom niet opgenomen in onderstaande tabel. Ook OMES segment 9 en 10 zijn niet weergegeven daar de vallei-as hier onnatuurlijk groot (OMES 10), of klein (OMES 9) is, wat resulteert in een irrealistische kronkelfactor. Dit is mogelijk het gevolg dat de rivier hier sterk

gekanaliseerd is in een onnatuurlijke situatie, of doordat de vallei-as op een sterk afwijkende manier bepaald werd.

Het is duidelijk dat er zich per OMES-segment nauwelijks verschuivingen hebben voorgedaan.

De variatie is toe te schrijven aan:

1. Meeton nauwkeurigheden bij het opmaken van de bathymetrie;
2. Methode om de rivier- en vallei-as te definiëren.

Enkel OMES 15 en 16 kennen een "natuurlijk" meanderend verloop, terwijl OMES 11 en 12 zijn kronkelend. De overige segmenten kennen een onnatuurlijk recht patroon. De Durme was historisch nog gedefinieerd als kronkelend. Recent is er echter geen bathymetrisch grid voorhanden dat het hele OMES-segment omvat.

| OMES     | 1910 | 1920 | 1930 | 1950 | 1960 | 1970 | 1980 | 1990 | 2000 | 2010 | 2015 |
|----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 11       | 1.35 | 1.35 | 1.36 | 1.35 | 1.39 | 1.38 | 1.40 | 1.42 | 1.38 | 1.39 | 1.43 |
| 12       | 1.13 | 1.11 | 1.10 | 1.12 | 1.12 | 1.10 | 1.07 | 1.11 | 1.12 | 1.11 | 1.14 |
| 13       | 1.04 | 1.06 | 1.05 | 1.05 | 1.06 | 1.09 | 1.07 | 1.06 | 1.01 | 1.06 | 1.04 |
| 14       |      | 1.06 | 1.08 | 1.05 | 1.08 | 1.07 | 1.05 | 1.05 | 1.11 | 1.07 | 1.05 |
| 15       |      | 3.19 |      | 3.20 | 3.16 | 3.23 | 3.19 | 3.17 | 3.15 | 3.17 | 3.16 |
| 16       |      | 2.01 |      | 1.95 | 1.99 | 1.99 | 2.00 | 2.01 | 1.98 | 2.00 | 1.99 |
| 17       |      | 1.09 | 1.08 | 1.08 | 1.08 |      | 1.08 | 1.07 | 1.07 | 1.07 | 1.07 |
| 18       |      | 1.04 | 1.04 | 1.04 | 1.04 |      | 1.04 | 1.04 | 1.04 | 1.04 | 1.04 |
| 19       |      | 0.99 | 1.01 |      | 1.00 |      | 1.00 | 1.01 | 0.81 |      |      |
| 19 trjGM |      | 0.93 |      |      | 0.93 |      | 0.91 |      |      |      |      |
| Durme    |      |      | 1.46 |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Rupel    |      |      | 1.12 |      |      |      |      |      |      | 1.07 |      |

Tabel 5-20: Meandering van de Zeeschelde opgesteld per OMES segment: >1,5: meanderend (Groen), 1,5-1,1 kronkelend (Oranje), <1,1 recht.

### 5.4.3 Zandbalans

#### Definitie

Een zandbalans wordt berekend op basis van gepeilde bodemniveaus, volumes van ingrepen en gemeten en/of ingeschatte sedimentfluxen aan de randen van het rekengebied.

De meest actuele sedimentbalans werd recent opgesteld in Vandenbruwaene *et al.* (2017). Hierin wordt een onderscheid gemaakt tussen zand- en slibtransport door gebruik te maken van de bodemsamenstelling naargelang ecotoop en de sedimentsamenstelling van de bovenstroomse, fluviaatiele sedimentaanvoer. Bovendien wordt er, net zoals in de Sedimentbalans Westerschelde van Rijkswaterstaat Zee en Delta (§5.3.2), gebruik gemaakt van de rekencellenmethodiek. De begrenzing van deze cellen werd bepaald door de OMES compartimentering (Figuur 2-1). De resultaten zijn transporten over de grenzen van de OMES-segmenten heen die berekend zijn op basis van gegevens uit de periode 2001-2011. Tot slot werd er een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd om de robuustheid van de bekomen resultaten na te gaan.

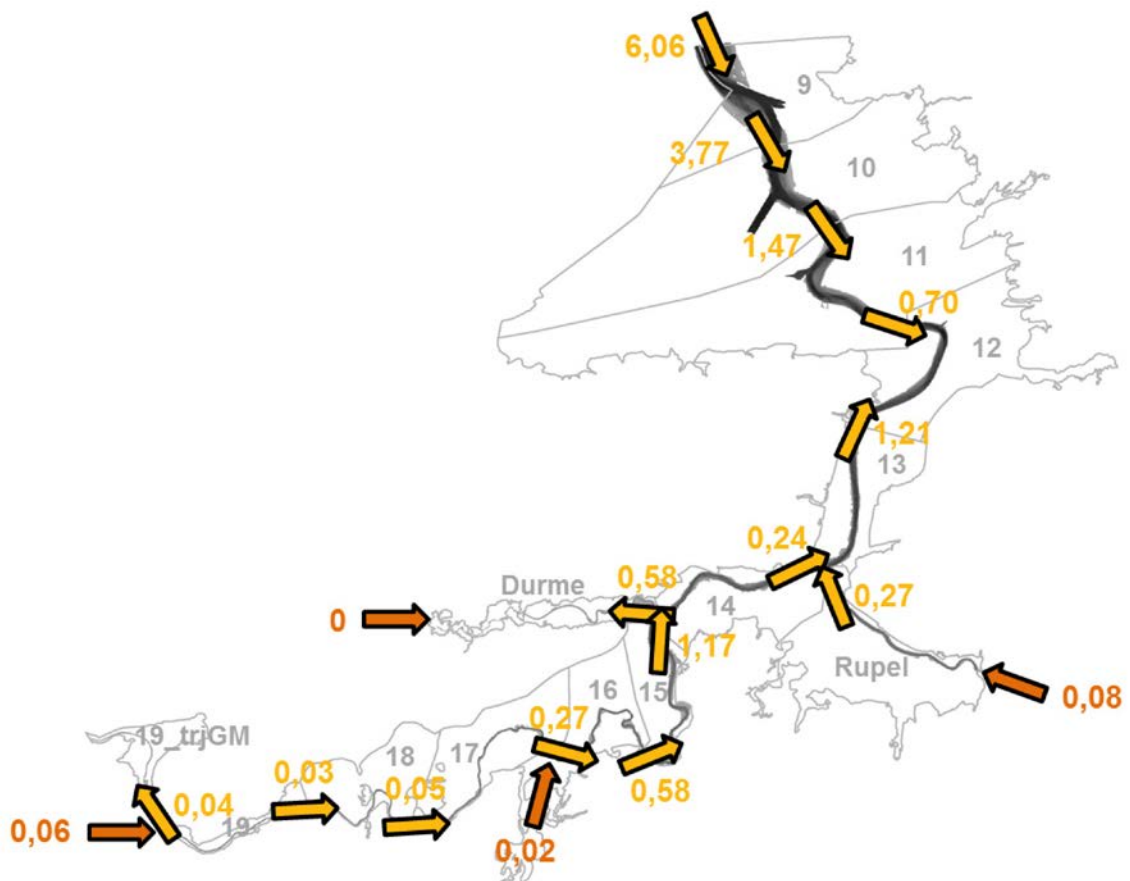
Binnen het voorliggend rapport worden de resultaten louter overgenomen uit Vandenbruwaene *et al.* (2017). De volledige berekening werd uitgevoerd door het Waterbouwkundig

Laboratorium, Departement Mobiliteit en Openbare Werken, Vlaamse Overheid. De evolutie van het watervolume in de geul (inverse van de evolutie van het zandvolume) is terug te vinden in §3.4.6.

#### Analyse

Figuur 5-46 toont het berekende zandtransport over de grenzen van de OMES-segmenten heen.

Uit de gevoeligheidsanalyse bleek dat de transportrichting grotendeels behouden blijft. Hieruit besloot men dat het hier gerapporteerde referentiescenario representatief is voor de transportrichting.



Figuur 5-46: Schematische voorstelling van het zandtransport [Mm<sup>3</sup>] over de periode 2001-2011 voor het referentiescenario met aanduiding van: zandtransport tussen de OMES-segmenten (Gele pijlen), fluviaire input van de bovenstromen (Oranje pijlen) en de OMES-zones (Grijs). (Bron: Vandenbruwaene et al., 2017)

#### Interpretatie

De resultaten gepresenteerd in Vandenbruwaene et al. (2017) zijn berekend op basis van data uit de periode 2001-2011. Dit is de meest actuele sedimentbalans die gebruik maakt van de gegevens die tot op heden bestaan. Bovendien bleek uit de gevoeligheidsanalyse dat de transportrichting robuust is. Daarom wordt er in de huidige studie van uitgegaan dat de berekende transportrichtingen ook opgaan voor de periode onderzocht in T2015. Volgende punten zijn op te merken:

1. Zand wordt in de Beneden-Zeeschelde opwaarts getransporteerd, terwijl het in de Boven-Zeeschelde afwaarts verplaatst wordt. Op de Rupel is zandtransport afwaarts.
2. Ongeacht het scenario fungeren de Durme en de tijarm Gentbrugge-Melle als 'sink' voor zand. De Rupel is dan weer een bron van zandig sediment.

#### 5.4.4 Sedimentologie van de Beneden-Zeeschelde

De parameter slibhuishouding werd hier toegevoegd om beter op de onderzoeksvragen te kunnen antwoorden. Voor een gedetailleerde analyse wordt verwezen naar §4.4.3 maar algemeen wordt er, in de periode 2009-2015, nabij een aantal drempels en stortlocaties meer slib waargenomen dan er voor.

#### 5.4.5 Geometrie Zeeschelde

De geometrie van de Zeeschelde wordt besproken in §3.4.6. De evolutie wordt samengevat in Tabel 5-21. Enkel in OMES 10, 12 en sinds 2012 ook OMES 13, is het watervolume onder 0 m NAP afgenomen.

| OMES segment | Watervolume onder 0 m NAP [m <sup>3</sup> ] |                | Oppervlakte bij 0 m TAW [m <sup>2</sup> ] |                | Gemiddelde waterdiepte bij 0 m TAW [m] |    |
|--------------|---|----------------|---|----------------|--|----|
|              | Historisch                                  | Nu             | Historisch                                | Nu             | Historisch                             | Nu |
| 9            | +   | +              | +   | +              | +                                      | +  |
| 10           | +   | -              | +   | -              | +                                      | +  |
|              | (Deurganckdok)                              |                | (Deurganckdok)                            |                | (Deurganckdok)                         |    |
| 11           | +   | 0              | +   | 0              | +                                      | +  |
| 12           | 0   | -              | 0   | +              | 0                                      | -  |
| 13           | +   | - (sinds 2012) | +   | - (sinds 2011) | +                                      | 0  |
| 14           | +   | 0 (sinds 2012) | +   | - (sinds 2012) | +                                      | +  |
| 15           | +   | 0              | +   | 0              | +                                      | 0  |
| 16           | +   | +              | +   | 0              | +                                      | +  |
| 17           | +   | +              | +   | 0              | +                                      | +  |
| 18           | 0   | +              | +   | +              | -                                      | +  |
| 19           | +   | +              | +   | +              | +                                      | +  |
| 19trGM       | -   | ?              | +   | ?              | +                                      | ?  |
| Rupel        | +   | +              | +   | +              | +                                      | +  |
| Durme        | -   | ?              | +   | ?              | -                                      | ?  |

Tabel 5-21: Evolutie van de geometrie op de Zeeschelde: dalende (-), stijgende trend (+), neutraal (0) of onbekend (?).

### 5.4.6 Areaal oever

#### Definitie

Het areaal oever wordt hierbij gehaald om een beeld te krijgen als maat voor de ruimte om de getij-indringing weg te werken. Deze parameter werd berekend bij §7.3.6. Merk op dat de term oever hier slaat op slik en schor aan de randen van het estuarium. De gecontroleerde overstromingsgebieden (GOG) zijn niet mee opgenomen in deze analyse (zie §7.3.6). Gekarteerde gecontroleerd gereduceerd getijdengebieden (zoals Bergenmeersen) wel.

#### Analyse

De analyse wordt gepresenteerd in onderstaande Tabel 5 22. Ten opzichte van de situatie in 2010 is er enkel in de saliniteitszone Zoet korte verblijftijd areaal verloren. In de overige saliniteitszones van de Zeeschelde is het areaal gestegen.

| Saliniteitszone                     | Areaal oever [ha] |       |      |      |      |
|-------------------------------------|-------------------|-------|------|------|------|
|                                     | 2001              | 2010  | 2012 | 2013 | 2014 |
| Zone met sterke saliniteitsgradiënt | 643               | 656   | 660  | 675  | 686  |
| Oligohalien                         | 260               | 255   |      | 278  |      |
| Zoet lange verblijftijd             | 273               | 173   |      | 275  |      |
| Zoet korte verblijftijd             | 127               | 215   |      | 194  |      |
| Rupel                               | 95                | 96    |      | 97   |      |
| Durme                               | 158               | 141   |      | 131  |      |
| Saliniteitszone                     | Evolutie [ha]     |       |      |      |      |
|                                     | Historisch        | Heden |      |      |      |
| Zone met sterke saliniteitsgradiënt | +13               | +30   |      |      |      |
| Oligohalien                         | -5                | +23   |      |      |      |
| Zoet lange verblijftijd             | +2                | +0    |      |      |      |
| Zoet korte verblijftijd             | +46               | +21   |      |      |      |
| Rupel                               | +2                | +0    |      |      |      |
| Durme                               | -17               | -10   |      |      |      |

Tabel 5-22: Evolutie van het areaal oever [ha] op de Zeeschelde.

#### Interpretatie

Als men sommeert over de volledige Zeeschelde is er areaal oever bijgekomen ten opzichte van de situatie in 2010. Bovendien zullen de GOG's bij extreem hoge waterpeilen in werking treden. Deze worden hier niet meegerekend maar zijn terug te vinden in paragraaf 2.3 (antropogene ingrepen).

### 5.4.7 Interpretatie ééngesysteem

In de Beneden-Zeeschelde is de derde verruiming van de vaargeul duidelijk zichtbaar. Er is een sterke verlies aan sedimentvolume nabij de Schaar van Ouden Doel. In de Boven-Zeeschelde is de grootste verandering waarneembaar in OMES 14, waar de vaargeul sterk verdiepte. In bijna ieder OMES-segment in de Zeeschelde is het watervolume onder 0 m NAP toegenomen. Enkel in OMES 10, 12 en sinds 2012 ook OMES 13, is het watervolume gedaald.

Door indijking kan de Zeeschelde niet een van nature meanderende rivier zijn. Het meanderende karakter bleef stabiel.

Als men de Zeeschelde in zijn geheel bekijkt is het areaal gegroeid. De Zeeschelde heeft hierdoor meer ruimte om de getijndringing te verwerken op de oevers. Louter in de Durme is het areaal oever afgenomen.

In de Beneden-Zeeschelde wordt er nabij verschillende drempels en stortlocaties meer slib waargenomen in de periode 2009-2015 dan er voor. Dit reduceert het dempend vermogen van de sedimenten op de getijdoordringing (*Maris et al. 2013*). De zandbalans van Vandenbruwaene et al. (2017) toont dat zand in de Beneden-Zeeschelde opwaarts migreert. In de Boven-Zeeschelde migreert het afwaarts. Op de Rupel is zandtransport afwaarts. Ongeacht het scenario fungeren de Durme en de tijarm Gentbrugge-Melle als 'sink'. De Rupel is een bron van zandig sediment.



## 5.5 Conclusies

### Monding

Ten opzichte van de basissituatie, gerapporteerd in T2009, is er in de weidsheid/openheid van de monding niets significant gewijzigd. De rol als overgangsgebied werd niet geregistreerd met terreinmetingen maar uit de berekeningen van de zandbalans RWS ZD blijkt dat er in de periode 2010-2015 meer zand geïmporteerd werd in de Westerschelde dan voorheen. Er vonden nog steeds antropogene ingrepen plaats in de natuurlijke morfologie van het mondingsgebied.

### Meergeulsysteem

In macrocel 1 (MC1) lijkt de situatie verbeterd ten opzichte van de periode 2000-2009, gezien het zandvolume nu relatief stabiel bleef. Er dient wel opgevolgd te worden of er geen kantelpunt bereikt werd en de situatie in de tegenovergestelde richting evolueert. Het is niet duidelijk of het belang van de nevengeul toenam of afnam. Zeker is dat de kantelindex steeg, deels onder invloed van antropogene ingrepen. Er was een toename in areaal intergetijdengebied tussen 2011 en 2012. Voornamelijk nabij Hooge Platen Noord is het intergetijdengebied uitgebreid. Deze toename is gestabiliseerd in 2011. Er waren nog steeds drempelgeulen aanwezig die migreren, maar er was wel een afname in het relatieve doorstroomoppervlak van de drempelgeulen en in het looptijd-verval tussen hoofd- en nevengeul. Kortsluitgeul Springergeul sedimenteerde sterk. Ook de Thomaesgeul vertoonde een migratie naar het noordwesten, terwijl het doorstroomoppervlak daalde tot onder 2000 m<sup>2</sup>.

In mesocel 2 (MC2) bleef het Vaarwater langs Hoofdplaat sedimenteren. Er was een toename van het areaal intergetijdengebied.

In MC3 is er gedurende de periode 2010-2015 een tendens gestart waarbij de bochtengroep verdrinkt door afname van het zandvolume. Deze tendens werd versterkt of misschien zelfs gestuurd door antropogene ingrepen. Om de bochtengroep daadwerkelijk te doen verdrinken dient deze evolutie zich gedurende lange tijd te handhaven, wat nog niet het geval is. Het is daarom aangeraden deze evolutie in de toekomst op te volgen. Ook de verhoging van het slibgehalte in de Pas van Terneuzen is zorgwekkende waarneming. Er zijn nog steeds drempelgeulen aanwezig die migreren. Het relatieve doorstroomoppervlak van de drempelgeulen daalde terwijl het looptijd-verval tussen hoofd- en nevengeul steeg. Kortsluitgeul Zuid-Everingen migreerde verder naar het zuidwesten en het doorstroomoppervlak nam verder af.

In MC4 is de nevengeul verder verzand gedurende de periode 2010-2015. De algemene toename van het zandvolume in de volledige macrocel is het gevolg van antropogene ingrepen. De gewijzigde baggerpolitiek heeft er wel voor gezorgd dat het belang van de nevengeul minder sterk inboette. Vanuit Flexibel storten is er besloten om de nevengeul te sparen, maar er werd nog steeds sediment toegevoegd door havenstortingen en het opspuiten van stranden. Kortsluitgeul Geul van de Molenplaat migreerde verder naar het noorden.

In MC5 bestaat er een fragiel evenwicht tussen de antropogene ingrepen enerzijds en de watervolumes van de geulen en het relatieve belang van de nevengeul anderzijds. De ingrepen hebben wel een positieve bijdrage geleverd aan de groei van het intergetijdengebied. Er dient gewaakt te worden over de sedimentatie in de nevengeul.

Het langdurige verlies aan zand en het eroderen van de geulen in MC6 duiden er op dat het gevaar bestaat voor verdrinking van de bochtengroep. Dit lijkt het gevolg te zijn van de antropogene ingrepen. Het areaal intergetijdengebied is weliswaar constant gebleven sinds 2011.

In MC7 is er een langdurige verlies aan zand en intergetijdengebied. Dit lijkt een gevolg te zijn van de antropogene ingrepen. Aan de andere kant sedimenteert de nevengeul, ook al wordt hier niet meer gestort. Het gevaar bestaat dat dit systeem in deze macrocel evolueert naar één geul waarbij de huidige ebgeul verdiept en de huidige vloedgeul sedimenteert.

### **Eéngesysteem**

In de Beneden-Zeeschelde is de derde verruiming van de vaargeul duidelijk zichtbaar. Er is een sterke verlies aan sedimentvolume nabij de Schaar van Ouden Doel. In de Boven-Zeeschelde is de grootste verandering waarneembaar in OMES 14, waar de vaargeul sterk verdiepte. In bijna ieder OMES-segment in de Zeeschelde is het watervolume onder 0 m NAP toegenomen. Enkel in OMES 10, 12 en sinds 2012 ook OMES 13, is het watervolume gedaald.

Door indijking kan de Zeeschelde niet een van nature meanderende rivier zijn. Het meanderende karakter bleef stabiel.

Als men de Zeeschelde in zijn geheel bekijkt is het areaal oever gegroeid. De Zeeschelde heeft hierdoor meer ruimte om de getijndringing te verwerken op de oevers. Louter in de Durme is het areaal oever afgenomen.

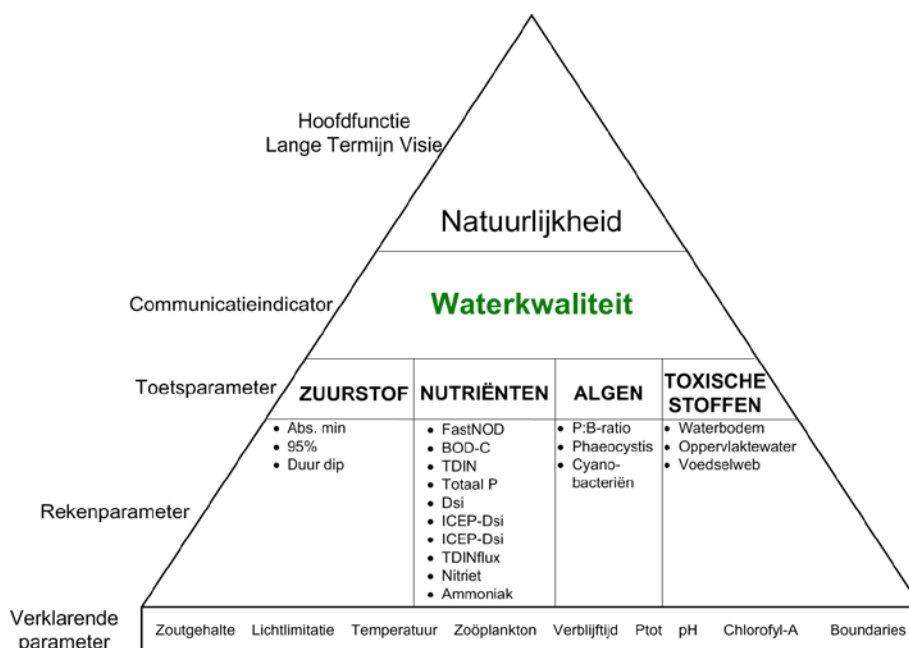
In de Beneden-Zeeschelde werd er nabij verschillende drempels en stortlocaties meer slib waargenomen in de periode 2010-2015 dan er voor. Dit reduceert het dempend vermogen van de sedimenten op de getijdoordringing. De zandbalans van Vandenbruwaene et al. (2017) toont dat zand in de Beneden-Zeeschelde opwaarts migreert. In de Boven-Zeeschelde migreert het afwaarts. Op de Rupel is zandtransport afwaarts. Ongeacht het scenario fungeren de Durme en de tijarm Gentbrugge-Melle als 'sink'. De Rupel is een bron van zandig sediment.

## 6 Waterkwaliteit

### 6.1 Inleiding

De waterkwaliteit wordt geëvalueerd op basis van de fysische, chemische en microbiologische componenten van het waterlichaam. De waterkwaliteit wordt voornamelijk beïnvloed door klimatologische, geomorfologische en geologische condities; alsook door menselijke tussenkomst. Voor de evaluatie van het functioneren van het Schelde estuarium, is de Evaluatiemethodiek Schelde-estuarium (Maris et al. 2014) gebruikt. De communicatie-indicator waterkwaliteit speelt een belangrijke rol als verklarende factor voor de overige drie indicatoren en voor de Lange Termijn Visie van de natuurlijkheid. De evaluatiemethodiek heeft de beleidsdoelstellingen uit de Lange Termijn Visie als uitgangspunt en verschilt daarmee van de methodieken die het waterlichaam beoordelen op basis van historische ongerepte referenties (zoals bijvoorbeeld Kaderrichtlijn Water).

De beoordeling van de communicatie-indicator volgt de piramide structuur voorgesteld in Figuur 6-1. De hoofdfunctie van de Lange Termijn Visie (Natuurlijkheid), staat aan de top van de piramide. Dit wordt geëvalueerd aan de hand van de communicatie-indicator Waterkwaliteit. Waterkwaliteit wordt op zijn beurt geëvalueerd door vier parameters: Zuurstof, nutriënten, algen en toxische stoffen. Elk van deze toetsparameters is opgebouwd uit één of meerdere rekenparameters, die elk een eigen toetscriterium hebben. Onderaan de piramide staat een set verklarende parameters. Deze dragen vooral bij aan het begrijpen van de waargenomen ontwikkelingen.



Figuur 6-1: Schematische weergave Communicatie-indicatoren waterkwaliteit. (Maris et al. 2014)

De communicatie-indicator waterkwaliteit wordt geëvalueerd in de waterkolom. Dus aan de hand van de toetsparameters zal de waterkwaliteit van de pelagische zone geëvalueerd worden. De pelagiale kwaliteit zal positief beoordeeld worden als ze een goede ondersteuning vormt voor het globale ecologisch functioneren.

De rekenparameters worden geëvalueerd op Scheldezone niveau 3 (saliniteitszones) in de Westerschelde en op Scheldezone niveau 4 (OMES-segmenten) in de Zeeschelde.

Hieronder wordt een beschrijving gegeven van de databronnen en van de algemene stappen die ondernomen zijn om de data te behandelen en communicatie-indicator Waterkwaliteit te evalueren.

## 6.2 Databronnen en verwerkingsmethoden

Sinds 2009 wordt, in het MONEOS kader, de waterkwaliteit van de Schelde gezamenlijk gemonitord door de Vlaamse Milieu Maatschappij (VMM) en Onderzoeksprogramma Milieu-Effecten Sigmaplan (OMES). De klemtoon van OMES ligt op de ecologie, terwijl bij VMM de klemtoon ligt op het meten van de waterkwaliteit voor zowel macro- als microparameters (zowel anorganische als organische).

Binnen OMES worden drie types monitoring uitgevoerd: systeemmonitoring, onderzoeksmonitoring en projectmonitoring. De systeemmonitoring is een langlopend programma dat alle basisparameters voor het goed functioneren van het Schelde-ecosysteem opvolgt. De maandelijkse OMES monitoring op de vaste stations en een 13-uurs opvolging in de Zeeschelde vormen belangrijke onderdelen van deze systeemmonitoring voor waterkwaliteit in het estuarium. Stalen over de volledige lengte van de Zeeschelde en Rupel worden onderzocht op ruim 50 parameters, gaande van zuurstof en nutriënten over profielen van zwevende stoffen en debieten tot fotosynthese en plankton.

In het winterhalfjaar (oktober – maart) wordt 1 monitoringscampagne per maand georganiseerd, steeds samen met VMM. In het zomerhalfjaar (april – september) wordt de monitoring uitgebreid tot 2 campagnes per maand, zodanig snel fluctuerende ecologische fenomenen zoals algenbloei adequaat te kunnen registreren. VMM neemt niet deel aan deze extra campagnes want voor een goede opvolging van toxische stoffen volstaat de maandelijkse staalname.

In het kader van MONEOS wordt een optimale afstemming tussen België en Nederland nagestreefd. In het verleden betekende dit dat de vaartochten van OMES en NIOZ perfect op elkaar afgesteld werden. In 2014 werden echter de maandelijkse campagnes van NIOZ afgevoerd, en wordt de monitoring van de Westerschelde enkel door Rijkswaterstaat verzorgd. Voor staalname en analyse is nog steeds een goede afstemming tussen Vlaanderen en Nederland aanwezig. De frequentie van staalname, zowel in ruimte als tijd, ligt nu echter lager in Nederland, waardoor de spatio-temporele afstemming minder gunstig geworden is (Maris & Meire, 2016).

### Data Verwerking

De meeste data, die gebruikt is voor het evalueren van de waterkwaliteit, werd gedownload van het Schelde Monitor Platform<sup>32</sup>, deze tool verzamelt alle data van alle instituties, waaronder het VLIZ. De gegevens omtrent de fysische, chemische en biologische variabelen, werden gedownload in CSV formaat. De eerste voorverwerking gebeurde manueel met Excel en ArcGIS.

---

<sup>32</sup> <http://www.scheldemonitor.be/dataproducts/nl/gallery/>

Deze voorverwerking bestond uit vier stappen:

- Het bepalen van de locaties van de verschillende meetstations.
- Het aanduiden van de meetstations op kaart en het berekenen van de afstand tot de monding van de Schelde voor elk meetstation.
- Het controleren van de opmaak van de tabel en het opnieuw benoemen van de kolommen waar nodig.
- Het verzamelen van metadata van de variabelen die gebruikt wordt als input voor het verwerkingsprogramma.

Na het voorbereiden van de data, werd een aantal verwerkingsstappen ondernomen (Figuur 6-2):

- Het uitfilteren van de data die niet nodig is voor de verwerking. Alsook het elimineren van data die door de data leverancier aangeduid zijn als foutief.
- Het onderverdelen van de data per te evalueren variabele.
- Het onderverdelen van de data per station en het opslaan van de nodige data voor het berekenen van de rekenparameters.
- Het berekenen van de basis statistieken per jaar per variabele en het opslaan van deze gegevens voor verdere analyse.
- Het genereren van tijdreeks-grafieken.
- Het genereren van boxplots voor elke zone.
- Het berekenen van de rekenparameters en deze data opslaan voor nabewerking.

Verskillende types grafieken werden gegenereerd tijdens bovenstaand proces. Hieronder zal meer uitleg gegeven worden over de surface plots en de boxplots.

De surface plots werden gegenereerd door middel van interpolatie technieken. Interpolatie is een methode dat meetgegevens gebruikt van een bepaald fenomeen (neerslag, elevatie, water kwaliteit, concentratie, ...) op bepaalde locaties (zoals bijvoorbeeld een selectie van alle mogelijke meetlocaties), om een voorspelling te maken over dat bepaald fenomeen op de locaties die niet bemeten zijn. Voor dit verslag werden de meetgegevens van de water kwaliteit parameters, geïnterpoleerd en geplot met de Surfer 8.0 software. Surfer is een grafisch programma, gebaseerd op een raster netwerk, dat onregelmatig verdeelde XYZ-gegevens interpoleert in een regelmatig verdeeld netwerk. Het raster wordt vervolgens gebruikt om verschillende types kaarten te genereren, waaronder contour-, vector- en oppervlaktekaarten. Voor de omschrijving van de Surfer software wordt verwezen naar de Surfer User's Guide (2002)<sup>33</sup>. Er zijn verschillende raster methoden beschikbaar die elk resulteren in een andere weergave van de geïnterpoleerde gegevens. Deze methoden verschillen onderling in het wiskundige algoritme dat gebruikt wordt om de gewichten te berekenen tijdens de interpolatie van het raster knooppunt. In dit verslag werd de raster methode 'Inverse Distance to Power' toegepast om de meetgegevens van de waterkwaliteit parameters te interpoleren. De raster methode 'Inverse Distance to Power' kan nagelezen worden in Franke, R (1982) en in Davis, John C (1986). Normaliter gedraagt de 'Inverse Distance to Power' raster methode zich als een exacte interpolatie.

---

<sup>33</sup> Surfer\_User's Guide, 2002. [http://www.wi.zut.edu.pl/gis/Surfer\\_8\\_Guide.pdf](http://www.wi.zut.edu.pl/gis/Surfer_8_Guide.pdf)

De vergelijking voor de 'Inverse Distance to Power' raster methode is:

$$\hat{Z}_j = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{Z_i}{h_{ij}^\beta}}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{h_{ij}^\beta}}$$

$$h_{ij} = \sqrt{d_{ij}^2 + \delta^2}$$

Waar:

$h_{ij}$  = effectieve scheiding tussen rasterpunt j en nabijgelegen punt i

$\hat{Z}_j$  = interpolatiewaarde voor rasterpunt j

$Z_i$  = naburige punten

$d_{ij}$  = afstand tussen het rasterpunt j en nabijgelegen punt i

$\beta$  = gewicht

$\delta$  = "smoothing" parameter

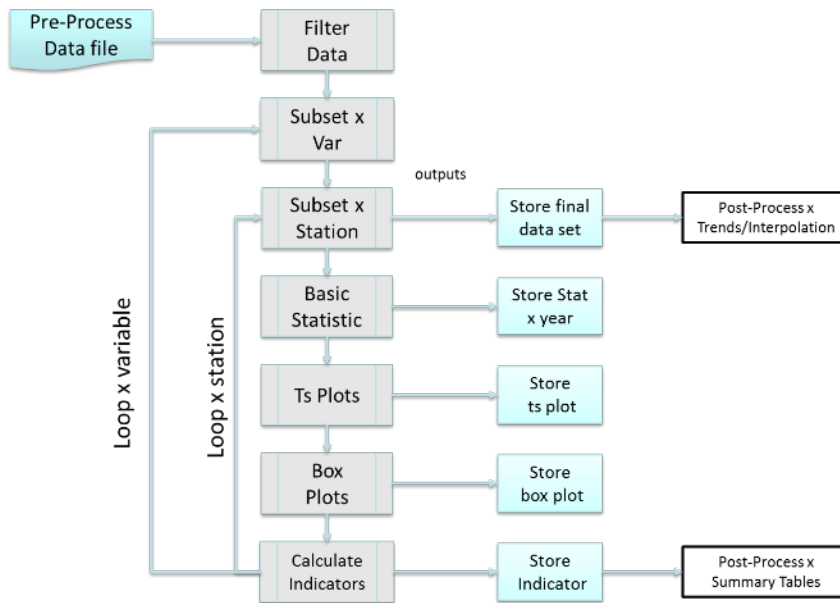
De boxplots werden gegenereerd in R door middel van de functie<sup>34</sup>:

```
boxplot.default(x, ., range = 1.5, width = NULL, varwidth = FALSE, notch = FALSE,
names, data = sys.frame(sys.parent()), plot = TRUE, border = par("fg"), col = NULL,
log = "", pars = NULL)
```

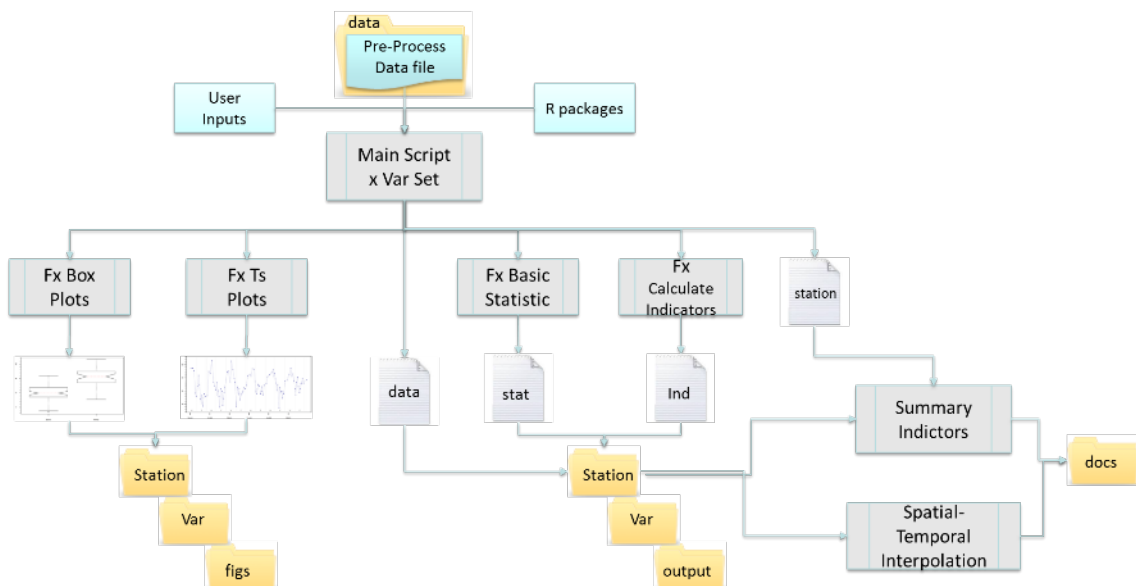
In een boxplot kunnen 5 horizontale lijnen onderscheiden worden. De tweede en de vierde lijn (de onder- en bovenkant van de doos) representeren het 25<sup>ste</sup> (het onderste kwartiel) en het 75<sup>ste</sup> percentiel (het bovenste kwartiel) respectievelijk. De derde horizontale lijn (de lijn middenin de doos) representeert het 50<sup>ste</sup> percentiel (de mediaan). De eerste en vijfde horizontale lijnen worden de whiskers genoemd. In de default `boxplot{graphics}` code van R kan de bovenste whisker gedefinieerd worden als: `min( max(x), Q3 + Q1 * IQR )` en de onderste whisker als: `max( min(x), Q1 - 1.5 * IQR )`. Hierbij is IQR gelijk aan `Q3 - Q1`, ofwel de lengte van de doos. Indien er data punten bestaan buiten deze range, dan worden deze uitschieters weergegeven als individuele punten.

Een R-tool (een verzameling van R-scripts) werd ontwikkeld om de verwerking en nabewerkingsstappen uit te voeren (Figuur 6-3). Deze R-tool bestaat uit een hoofdcode voor elke verzameling van variabelen, drie algemene functies om de basis statistieken te genereren en te plotten; en een verzameling van functies die specifiek nodig zijn voor het genereren van de rekenparameters. Daarnaast werden er ook functies ontwikkeld die zorgen voor de nabewerking van de data, zoals bijvoorbeeld voor het genereren van overzichtstabellen.

<sup>34</sup> <https://www.math.ucla.edu/~anderson/rw1001/library/base/html/boxplot.html>



Figuur 6-2: Overzichtsschema van de verwerkingsstappen voor de communicatir-indicator Waterkwaliteit.



Figuur 6-3: Overzichtsschema van de verwerkingstool ontwikkeld in R voor de communicatie-indicator Waterkwaliteit.

De resultaten van de T2009 evaluatie dienden ook opnieuw berekenend te worden om de prestaties van de methodiek en de verwerkings-tool te kunnen beoordelen. Echter, in de T2009 evaluatie zijn zowel methodiek als de gebruikte data niet altijd even duidelijk vermeld. Daarom was het niet mogelijk om alle berekeningen te reproduceren. Er werd echter steeds geprobeerd om te begrijpen welke methodes toegepast werden in T2009; welke stations in rekening gebracht werden en of het gemiddelde, minimum of maximum gepresenteerd werd.

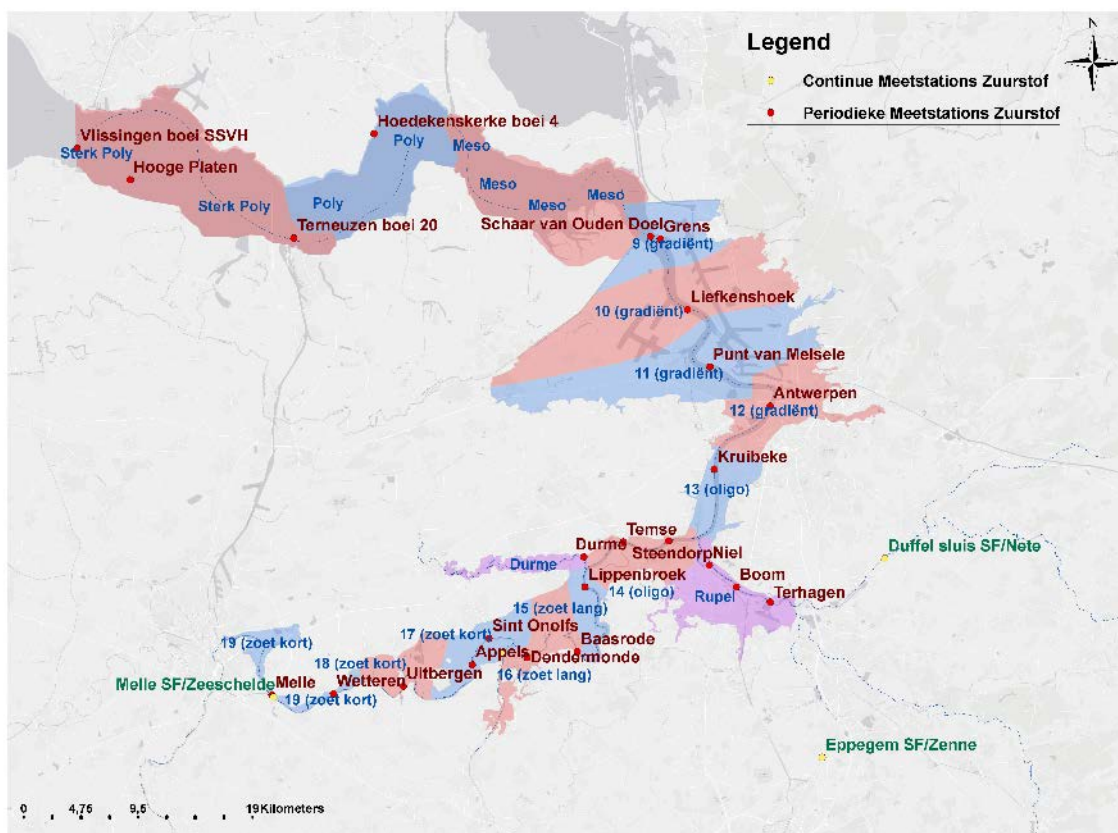
Hieronder volgt de beschrijving van de toetsparameters en de evaluatie van de status van de communicatie-indicator Waterkwaliteit.

## 6.3 Toetsparameter Zuurstof

Zuurstof is een essentieel bestanddeel voor al het aquatisch leven, inclusief de organismen die verantwoordelijk zijn voor de zelfreinigende processen in natuurlijke waterlichamen. Het zuurstofgehalte in natuurlijke waterlichamen varieert onder invloed van temperatuur, zoutgehalte, turbulentie, fotosyntheseactiviteit van algen en planten en atmosferische druk. Zo daalt de oplosbaarheid van zuurstof als de temperatuur en/of het zoutgehalte toenemen. Zuurstof wordt geproduceerd bij fotosynthese. Terwijl bij respiratie of degradatie van organisch materiaal zuurstof dan weer wordt opgenomen door algen en bacteriën. Concentraties onder 5 mg/L kunnen het functioneren van de organismen negatief beïnvloeden. Waarden onder 2 mg/L kunnen leiden tot mortaliteit van de meeste vissoorten (Chapman, 1996).

### 6.3.1 Meetstations en methode

In de komende hoofdstukken wordt de data gepresenteerd voor de toetsparameter Zuurstof. De gegevens zijn afkomstig van zowel periodieke meetcampagnes als continue meetstations. Figuur 6-4, Tabel 6-1 en Tabel 6-2 presenteren de meetlocaties. De periodieke meetcampagnes en de continue meetstations worden steevast onafhankelijk van elkaar beoordeeld. Voor verscheidene Scheldezones waren er meerdere periodiek meetlocaties beschikbaar (Tabel 6-1). Aangezien de rekenparameters draaien om minima, werd per zone telkens de laagste waarde weerhouden. Dit betekent dat als er één meetlocatie negatief scoort, de hele zone negatief geëvalueerd wordt – in de geest van de evaluatiemethodiek bij waterkwaliteit waarbij één negatieve zone leidt tot een negatieve evaluatie van de rekenparameter.



Figuur 6-4: Locaties meetstations voor het zuurstofgehalte met aanduiding van de verschillende Scheldezones.



| Station               | Rivier        | Zone Code      | Afstand tot Vlissingen |
|-----------------------|---------------|----------------|------------------------|
| Vlissingen boei SSVH  | Westerschelde | Sterk Poly     | 0.00                   |
| Hooge Platen          | Westerschelde | Sterk Poly     | 1.63                   |
| Terneuzen boei 20     | Westerschelde | Sterk Poly     | 24.05                  |
| Hoedekenskerke boei 4 | Westerschelde | Poly           | 38.07                  |
| Schaar van Ouden Doel | Zeeschelde    | 9 (gradiënt)   | 68.64                  |
| Grens                 | Zeeschelde    | 9 (gradiënt)   | 69.39                  |
| Liefkenshoek          | Zeeschelde    | 10 (gradiënt)  | 75.99                  |
| Punt van Melsele      | Zeeschelde    | 11 (gradiënt)  | 83.43                  |
| Antwerpen             | Zeeschelde    | 12 (gradiënt)  | 90.76                  |
| Kruikeke              | Zeeschelde    | 13 (oligo)     | 98.28                  |
| Steendorp             | Zeeschelde    | 14 (oligo)     | 107.14                 |
| Niel                  | Rupel         | Rupel          | 107.66                 |
| Boom                  | Rupel         | Rupel          | 110.61                 |
| Temse                 | Zeeschelde    | 14 (oligo)     | 111.32                 |
| Terhagen              | Rupel         | Rupel          | 113.78                 |
| Durme                 | Durme         | Durme          | 116.44                 |
| Lippenbroek           | Zeeschelde    | 15 (zoet lang) | 116.71                 |
| Baasrode              | Zeeschelde    | 16 (zoet lang) | 126.55                 |
| Dendermonde           | Zeeschelde    | 16 (zoet lang) | 134.64                 |
| Sint Onolfs           | Zeeschelde    | 17 (zoet kort) | 138.96                 |
| Appels                | Zeeschelde    | 17 (zoet kort) | 141.63                 |
| Uitbergen             | Zeeschelde    | 18 (zoet kort) | 151.23                 |
| Wetteren              | Zeeschelde    | 19 (zoet kort) | 158.31                 |
| Melle                 | Zeeschelde    | 19 (zoet kort) | 164.44                 |
| Station               | Rivier        | Zone Code      | Afstand tot Vlissingen |
| Zenne                 | Zenne         | Boundary       | 127.47                 |
| Dender                | Dender        | Boundary       | 137.60                 |

Tabel 6-1: Periodieke meetstations voor het Zuurstofgehalte.

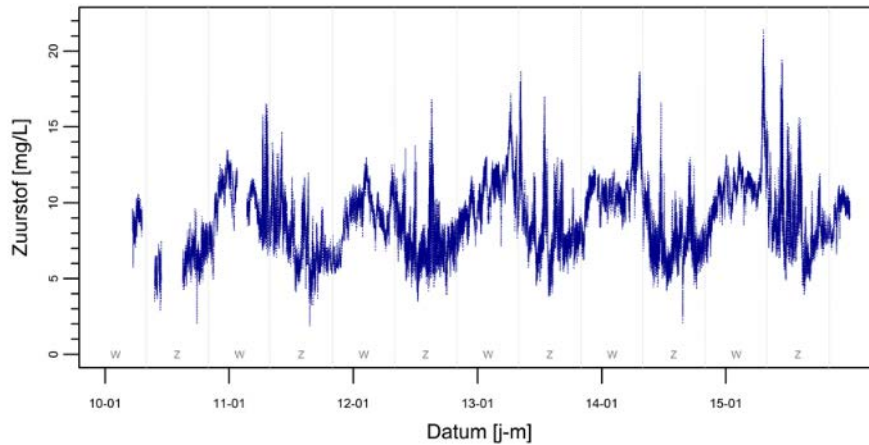
| Station               | Afkorting | Codes        | Bekken                          | Zone code      | Data T2015 |
|-----------------------|-----------|--------------|---------------------------------|----------------|------------|
| Duffel sluis SF/Nete  | dusl      | bnt03a-SF-CM | Netebekken                      |                | 2010-2015  |
| Dendermonde SF/Dender | dend      | den02a-SF-CM | Benedenschelde- bekken (Dender) | 16 (zoet lang) | 2010-2015  |
| Eppegem SF/Zenne      |           | zen03a-SF-CM | Dijle- en Zennebekken           |                | 2010-2015  |
| Melle SF/Zeeschelde   | mell      | zes57a-SF-CM | Benedenschelde- bekken          | 19 (zoet kort) | 2010-2015  |

Tabel 6-2: Continue meetstations voor het Zuurstofgehalte.

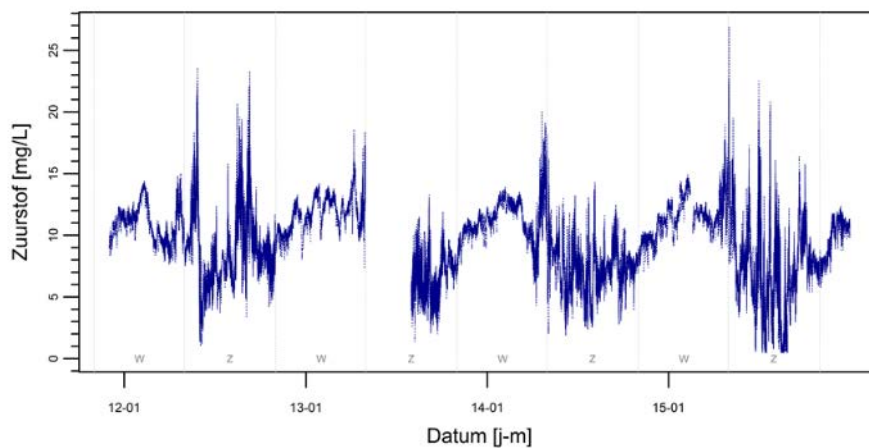
Voor ieder meetstations is eveneens de afstand tot de monding van de Schelde (Vlissingen) berekend. Dit houdt in dat elk meetpunt geplot werd op een traject dat loopt van de monding, via de hoofdgeul van de Westerschelde, door de Zeeschelde naar de zijrivieren. Hierna werd berekend op hoeveel kilometer op het traject de meetstations zich bevinden.

### 6.3.2 Continue Zuurstof Data

Er zijn twee meetstations met continue data in het Schelde estuarium: Melle in zone 19 (zoet kort) en Dendermonde in zone 16 (zoet lang). Beide meetstations bevatten meetdata over de periode van 2009 tot 2015 met maar enkele ontbrekende waarden. De variatie in het zuurstofgehalte wordt weergegeven in Figuur 6-5 en Figuur 6-6. In beide gevallen is een seizoenale variatie zichtbaar met lagere concentraties in de zomerperiodes.

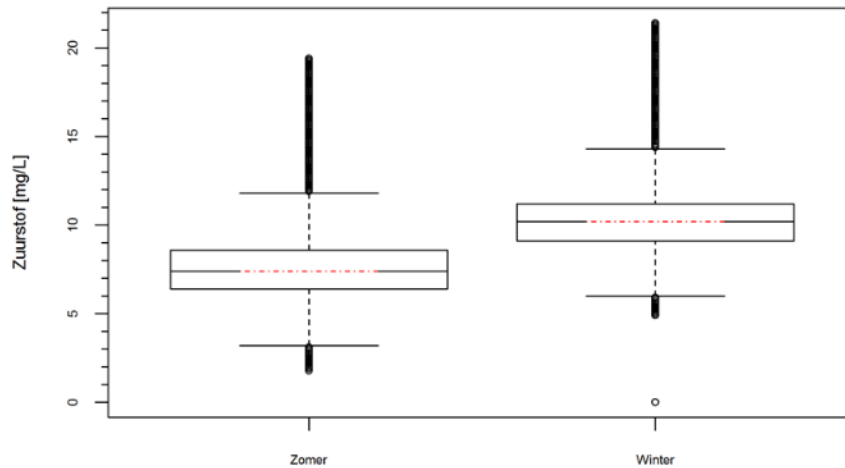


Figuur 6-5: Zuurstof (mg/l) doorheen de tijd te Melle.

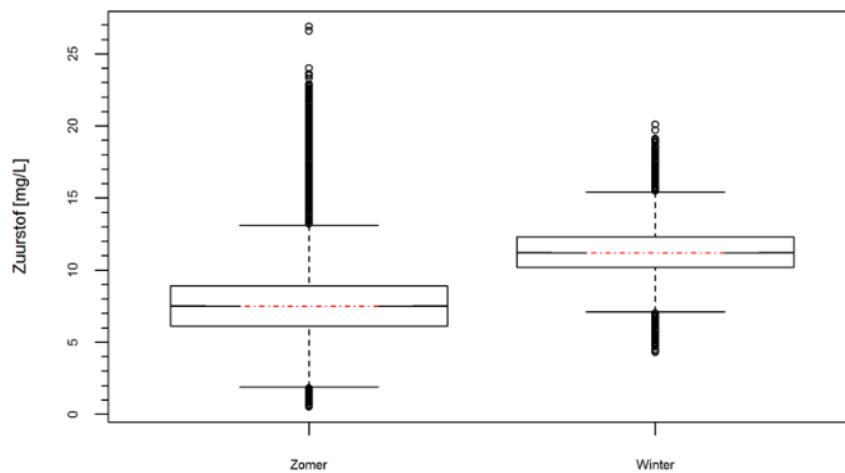


Figuur 6-6: Zuurstof (mg/l O<sub>2</sub>) doorheen de tijd te Dendermonde.

De boxplots weergegeven in Figuur 6-7 en Figuur 6-8 tonen het verschil tussen de twee seizoenen, waarbij de zomerperiodes lagere zuurstofgehalten hebben dan de winterperiodes. In beide stations zijn er in de zomers van de periode 2009 – 2015 observaties waargenomen die lager liggen dan 2,5 mg/l.

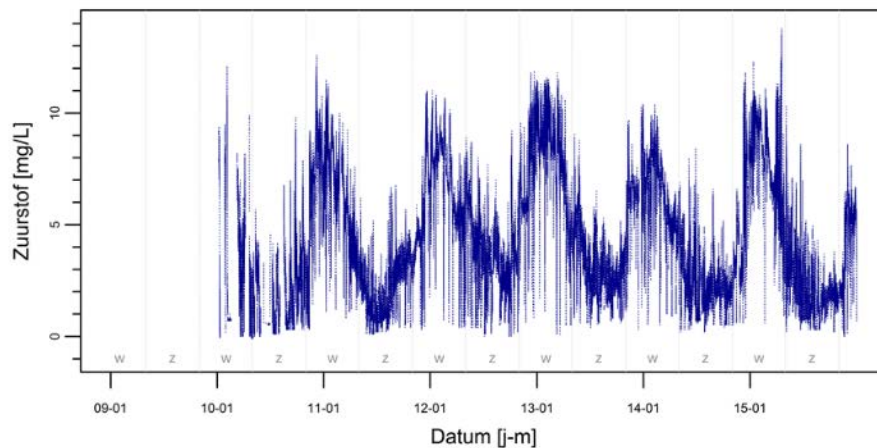


Figuur 6-7: Boxplot zuurstof (mg/l) in zomer en winter te Melle.



Figuur 6-8: Boxplot zuurstof (mg/l) in zomer en winter te Dendermonde.

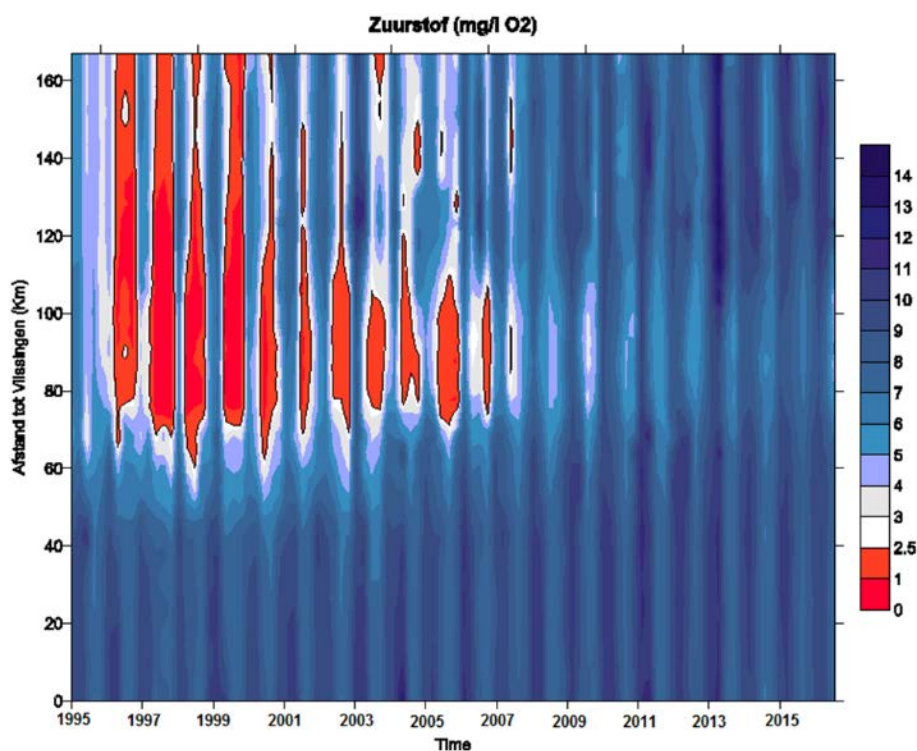
Aan de grenzen zijn er twee meetstations Duffel Sluis (op de Beneden-Nete) en Epegem (op de Zenne). De gemeten concentratie te Duffel Sluis komt overeen met de gemiddelde trend van de geobserveerde data (deze is niet weergegeven in dit rapport). Maar de metingen in het meetstation van Epegem (Figuur 6-9) zijn significant lager dan wat gemiddeld geobserveerd is in het Schelde estuarium. Vooral in de zomerperiodes is er een zichtbaar verschil waarbij waarden frequent dicht bij 0 mg/l komen. Dit kan verklaard worden door de vuilvracht van huishoudelijke lozingen uit de Zenne die eveneens door het Brussels hoofdstedelijke gewest stroomt.



Figuur 6-9: Zuurstof (mg/l) doorheen de tijd te Eppegem.

### 6.3.3 Periodieke Zuurstof Data

Er zijn 39 meetstations die periodieke metingen hebben van de zuurstof concentratie in het Schelde estuarium. De trend in ruimte en tijd wordt weergegeven als surface interpolatie grafiek in Figuur 6-10.

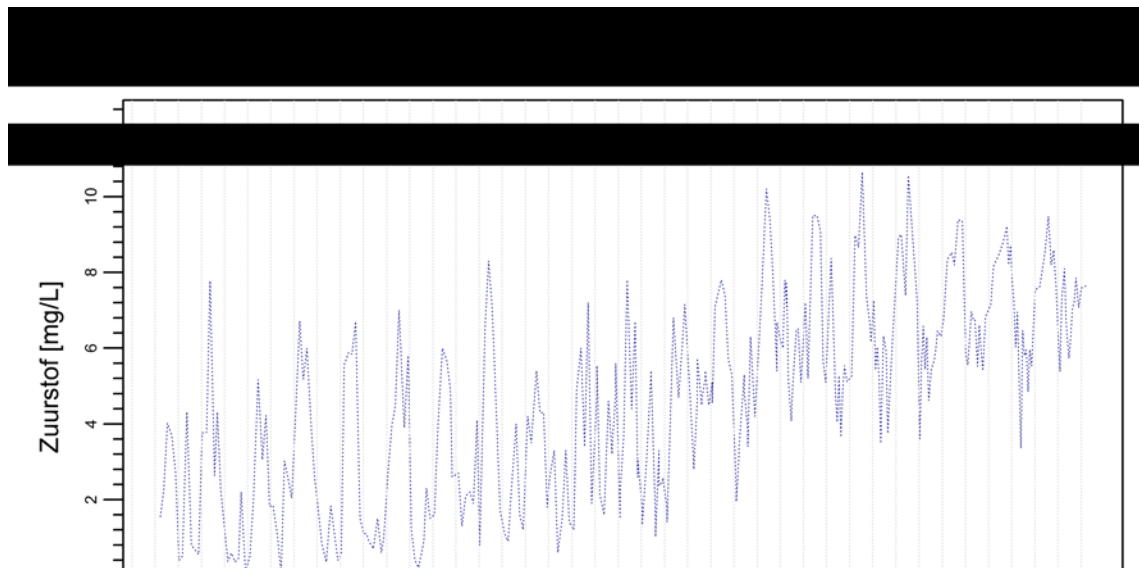


Figuur 6-10: Zuurstof (mg/l) in ruimte en tijd. Waarden onder 2.5 mg/l zijn in rood weergegeven.

Uit Figuur 6-10 blijkt dat tussen 1995 en 2000 het zuurstofgehalte bijna het hele zomerhalfjaar onder het absolute minimum duikt. Vanaf het jaar 2000 komt dit minder vaak voor met louter een blijvend zuurstoftekort ter hoogte van de monding van de Rupel. Vanaf het jaar 2009 blijven de zuurstofwaarden steeds boven het absolute minimum van 2.5 mg/l. Voorgaande kon reeds uit de T2009-rapportage afgeleid worden. Na 2009 zet deze positieve trend zich verder en duikt het zuurstofgehalte zelfs niet meer onder de 2.5 mg/l.

De figuren van Antwerpen worden als voorbeeld gegeven (Figuur 6-11) voor de trend in de verbetering van de zuurstof concentratie. Het meetstation van Antwerpen ligt 90,8 km van

Vlissingen en in het midden van de jaren 90 was de zuurstof concentratie gedurende de hele tijd erg laag, maar voor de T2015 periode (2010-2015) is de verbetering significant (de overige figuren zijn te vinden in een elektronische bijlage).



Figuur 6-11: Zuurstof (mg/l) doorheen de tijd te Antwerpen.

### 6.3.4 Rekenparameter Absoluut zuurstofminimum

#### Omschrijving

Een daling van het zuurstofgehalte onder het zuurstofminimum van 2,5 mg/l kan ernstige gevolgen hebben voor het ecosysteem van de Schelde. Deze rekenparameter wordt geëvalueerd op niveau 4 in de Zeeschelde en op niveau 3 in de Westerschelde, zowel voor de data voor ruimtelijke dekking als voor alle data voor temporele dekking (continue meetstations).

#### Interpretatie

De dataset met periodieke metingen vertoont een duidelijke verbetering ten op zichte van de periode 2004-2009 (Tabel 6-3). Louter in OMES 14 en op de Rupel werd er nog een te laag absoluut zuurstofminimum geregistreerd gedurende de periode 2010-2015. Bovendien liggen de minima hier dicht bij de kritische grens.

Voor de continue data volgt er voor alle zones waarin metingen uitgevoerd werden (Schelde zone 17, 19, de Beneden-Nete en de Zenne) een negatieve evaluatie. In alle meetstations zijn er waarden gemeten die lager zijn dan 2,5 mg/l (Tabel 6-4).

### 6.3.5 Rekenparameter 95 percentueel zuurstof

#### Omschrijving

In het zomerhalfjaar (mei-oktober) wordt het zuurstofgehalte positief geëvalueerd als 95% van de metingen boven 5 mg/l blijven. Een uitzondering hierop is zone met een sterke saliniteitsgradiënt, daar moet 90% van de metingen boven de 5 mg/l blijven, in deze zone treedt er immers van nature een hogere respiratie en een verminderde primaire productie op. In de winter (december – april) wordt dit 6 mg/l. Voor de ruimtelijke dekking wordt deze rekenparameter afzonderlijk bepaald en geëvalueerd voor elk continue meetstation. De samenvatting van deze rekenparameter wordt in Tabel 6-3 weergegeven.

## Interpretatie

Ook hier vertoont de periodieke dataset een sterke verbetering – voor zowel het winter- als zomerhalfjaar – ten opzichte van de periode 2004-2009. Tijdens het winterhalfjaar van de periode 2010-2015 werd het minimum niet gehaald in OMES 11 tot en met 15 en op de Rupel. De zomergehalten – gekarakteriseerd door lagere zuurstofgehalten – zijn problematischer. Ook al stijgen de concentraties, er stelt zich nog steeds een probleem van OMES 11 tot en met OMES 19. Ook op de Rupel en de Dender werden er te lage concentraties opgemeten.

De gehalten in het winterhalfjaar worden louter negatief geëvalueerd op de Zenne. De gehalten in het zomerhalfjaar worden zowel op de Zenne als in OMES 17 negatief geëvalueerd.

### 6.3.6 Rekenparameter Duur van de zuurstofdip

#### Omschrijving

De duur van de zuurstofdip kan louter geanalyseerd worden met behulp van de continue meetposten. Zakken de zuurstofwaarden onder 5 mg/l in de zomer of 6 mg/l in de winter, dan spreken we van een zuurstofdip. Wordt deze dip langer dan 48 uur, dan volgt een negatieve evaluatie.

#### Interpretatie

Uit de continue data volgt een negatieve evaluatie voor alle meetstations. In elk van deze stations zakt het zuurstofgehalte voor een periode langer dan 48 uur onder de 6 mg/l in de winter en onder de 5 mg/l in de zomer.

### 6.3.7 Overzichtstabel

De samenvatting van de rekenparameters voor toetsparameter Zuurstof is terug te vinden in Tabel 6-3 (periodieke meetcampagnes) en Tabel 6-4 (continue meetposten). De evaluatie van ieder meetstations is terug te vinden in Bijlage D.1.

In het algemeen kunnen we concluderen dat de rekenparameters voor het zuurstofgehalte sterk verbeterd zijn ten opzichte van voorheen (2004-2009). Toch blijven er nog problemen bij alle rekenparameters. De toetsparameter wordt dan ook negatief beoordeeld. Het grootste knelpunt bevond zich nog steeds nabij de oligohaliene zone: in OMES 14 en op de Rupel zakte het zuurstof tot net onder het minimumgehalte van 2,5 mg/l, terwijl OMES 13 en 15 er maar nipt boven blijven. Men kan uit Figuur 6-10 weliswaar opmaken dat dit na 2011 niet meer voorkwam. Daarnaast vertoonde het wintergehalte een acuut probleem van nabij de Punt van Melsele tot aan Lippenbroek – OMES 11 tot en met OMES 15 inclusief de Rupel – met een zwaartepunt in de oligohaliene zone. Het percentiel ligt hier wel al dicht bij de noodzakelijke 6 mg/l. De zomer daarentegen – gekarakteriseerd door lagere zuurstofgehalten – blijft een probleem voor praktisch de volledige Zeeschelde: Punt van Melsele tot en met Wetteren – OMES 11 tot 19 inclusief de Rupel en de Dender. Het zuurstofgehalte zakt hier dan vaak onder de noodzakelijke 5 mg/l. Toch liggen alle waargenomen percentielen dicht tegen het minimumgehalte.

| Zone                         | Absoluut minimum<br>(2,5 mg/l) |           | Winterpercentiel<br>(6 mg/l) |           | Zomerpercentiel<br>(5 mg/l) |           |
|------------------------------|--------------------------------|-----------|------------------------------|-----------|-----------------------------|-----------|
|                              | 2004-2009                      | 2010-2015 | 2004-2009                    | 2010-2015 | 2004-2009                   | 2010-2015 |
| Sterk polyhalien             | 6,24                           | 6,58      | 8,17                         | 8,45      | 6,30                        | 6,66      |
| Polyhalien                   | 6,61                           | 9,40      | 8,31                         | 9,40      | 6,67                        | 9,40      |
| Mesohalien                   | 5,94                           | 6,70      | 8,54                         | 8,76      | 6,53                        | 6,80      |
| 9 (saliniteitsgradiënt)      | 3,80                           | 5,40      | 6,44                         | 7,50      | 5,10                        | 5,92      |
| 10 (saliniteitsgradiënt)     | 4,58                           | 4,19      | 4,98                         | 6,99      | 4,90                        | 5,07      |
| 11 (saliniteitsgradiënt)     | 2,00                           | 3,10      | 3,49                         | 5,79      | 2,46                        | 4,03      |
| 12 (saliniteitsgradiënt)     | 0,60                           | 3,36      | 1,50                         | 5,20      | 1,00                        | 3,75      |
| 13 (oligohalien)             | 0,10                           | 2,84      | 0,97                         | 4,70      | 0,15                        | 3,51      |
| 14 (oligohalien)             | 0,29                           | 2,25      | 0,66                         | 4,80      | 0,54                        | 3,72      |
| 15 (zoet lange verblijftijd) | 0,46                           | 2,76      | 3,02                         | 5,27      | 0,60                        | 4,28      |
| 16 (zoet lange verblijftijd) | 0,96                           | 3,92      | 2,38                         | 6,07      | 1,10                        | 4,65      |
| 17 (zoet korte verblijftijd) | 0,80                           | 4,01      | 1,58                         | 7,03      | 1,22                        | 4,57      |
| 18 (zoet korte verblijftijd) | 0,64                           | 3,80      | 1,47                         | 7,35      | 0,77                        | 4,20      |
| 19 (zoet korte verblijftijd) | 0,20                           | 3,82      | 2,50                         | 6,85      | 0,72                        | 4,50      |
| Rupel                        | 0,02                           | 2,36      | 0,42                         | 4,82      | 0,05                        | 3,07      |
| Durme                        | 4,83                           | 5,83      | 6,83                         | 7,83      | 8,83                        | 9,83      |
| Dender                       | 2,90                           | 4,35      | 5,50                         | 7,88      | 3,00                        | 4,45      |

Tabel 6-3: Evaluatie Toetsparameter Zuurstof [mg/l] – Periodieke meetcampagnes: rekenparameters Absoluut minimum zuurstofgehalte (grens 2,5 mg/l), winterpercentiel (grens 6 mg/l) en zomerpercentiel (grens 5 mg/l). Voor de meeste zones werd het 95%-percentiel aangehouden. Louter in zones 9 tot en met 14 geldt 90%.

| Zone                         | Meetlocatie  | Absoluut minimum | Duur van de zuurstof dip | Winterpercentiel | Zomerpercentiel |
|------------------------------|--------------|------------------|--------------------------|------------------|-----------------|
|                              |              | (2,5 mg/l)       | (48 uur)                 | (6 mg/l)         | (5 mg/l)        |
| Nete                         | Duffel Sluis | 1,20             | 59                       | 7,30             | 5,30            |
| Zenne                        | Epegem       | 0,00             | 2615                     | 2,30             | 0,50            |
| 17 (zoet korte verblijftijd) | Dendermonde  | 0,50             | 181                      | 8,60             | 3,40            |
| 19 (zoet korte verblijftijd) | Melle        | 0,00             | 55                       | 7,30             | 5,30            |

Tabel 6-4: Evaluatie Toetsparameter Zuurstof – Continue meetstations: rekenparameters Absoluut minimum zuurstofgehalte (grens 2,5 mg/l), Duur van de zuurstofdip (grens 48 uur), winterpercentiel (grens 6 mg/l) en zomerpercentiel (grens 5 mg/l). Hier wordt het 95%-percentiel aangehouden.

## 6.4 Toetsparameter Nutriënten

Stikstof is een essentiële component voor levende organismen in aquatische ecosystemen. Anorganische stikstof komt voor in een range van oxidatievormen: als nitraat ( $\text{NO}_3^-$ ) en nitriet ( $\text{NO}_2^-$ ), ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ) en moleculair stikstof ( $\text{N}_2$ ). Fosfor is één van de nutriënten die noodzakelijk is voor de groei van primaire producenten. Bij een tekort is fosfor de limiterende factor voor de groei van biomassa's. Bij een overschot kan het de drijvende kracht voor eutrofiëring zijn. Fosfor als orthofosfaat wordt zelden in hoge concentraties gevonden in zoetwater omdat dit gemakkelijk beschikbaar is voor opname door planten. Hierdoor ligt in de meeste natuurlijke watersystemen het gehalte aan orthofosfaat tussen 0,005 en 0,02 mg/l P (Chapman 1996). De concentratie aan opgelost silicium kan een verschuiving in fytoplanktonpopulatie induceren. Vanaf 0,01 mM kan silicium immers limiterend worden voor de groei van diatomeeën. Deze grenswaarde wordt daarom als beoordelingscriterium voor het acute risico op lokale shift van diatomee- naar niet-diatomee-algen gehanteerd. Een toename van het relatieve belang van niet-diatomee species in een fytoplanktonpopulatie is een van de meest bekende negatieve impacts van eutrofiëring (Maris et al. 2014).

De zuurstofconcentratie wordt beïnvloed respiratie en oxidatiereacties (zie toetsparameter Zuurstof). Respiratie van zuurstof is in hoofdzaak bacteriële respiratie. Deze is afkomstig van enerzijds afbraak van de organische belasting (BOD-C) en anderzijds zuurstofvraag voor nitrificatie (i.e. NOD) (Maris et al. 2014).

De toetsparameter Nutriënten is gelinkt met 10 rekenparameters: Nitrogen Oxygen Demand (NOD), Biochemical Oxygen Demand – carbon (BOD-C), de totale vracht aan opgeloste anorganische stikstof (TDIN), Fosfaat, opgeloste silicium (DSi), de Indicator of Coastal Eutrofication Potential ICEP voor ICEP-TSi, ICEP-DSi, TDINflux, en de Nitriet en Ammoniak als toxisch indicatoren. In de T2009-rapportage werden deze rekenparameters beschreven tot en met het jaar 2009. Verscheidene parameters werden negatief beoordeeld waardoor ook de toetsparameter nutriënten negatief geëvalueerd werd. De waargenomen trends in de rekenparameters werden toegeschreven aan (1) de veranderingen in het bekken en (2) de veranderingen in het ecosysteem die voortvloeien uit de dalende nutriëntinput in het estuarium.

Dit hoofdstuk evalueert de rekenparameters tot en met 2015. Tevens worden de resultaten vergeleken met de T2009-analyse, conform de evaluatiemethodiek. In de Westerschelde wordt er geëvalueerd de op niveau 3; in de Zeeschelde op niveau 4.

### 6.4.1 Meetstations en methode

De meetlocaties met data omtrent nutriënten zijn weergegeven in Figuur 6-12. De opdeling naargelang Scheldezone en de afstand van Vlissingen zijn gegeven in Tabel 6-5. In dit hoofdstuk wordt de data gepresenteerd voor de toetsparameter Nutriënten (voor alle rekenparameters). Hiervoor wordt een opdeling gemaakt in het zomer- (mei – oktober) en winterhalfjaar (december – april), conform de evaluatiemethodiek.

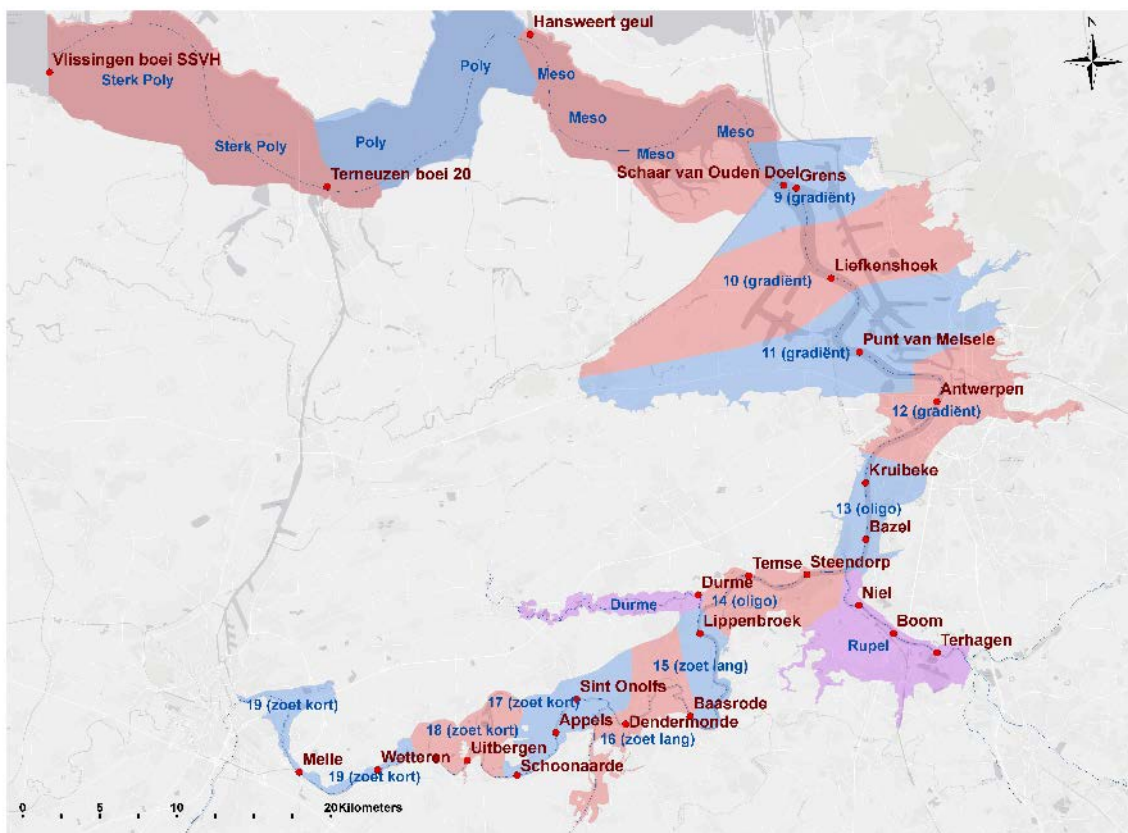
Voor verscheidene Scheldezones waren er meerdere meetlocaties beschikbaar (Tabel 6-5). Wanneer een rekenparameter getoetst wordt aan een bovengrens (BOD-C, NOD, Nitriet, Ammoniak), wordt stevast de hoogste waarde weerhouden. De laagste waarde wordt dan weer weerhouden wanneer er getoetst wordt aan een ondergrens (DSi). Bij een aantal parameters worden de gemiddelden geëvalueerd (TDIN, P<sub>tot</sub> en Orthofosfaat). Hiervoor werd het gemiddelde per zone behouden.



Anderzijds kan men opmerken dat een aantal meetlocaties – op de Zeeschelde – dubbel voorkomt; weliswaar met een andere benaming: een normale benaming en via een cijfercode. Dit is een artefact van het samenvoegen van verscheidene datasets:

1. De eerste dataset wordt beheerd door Rijkswaterstaat (RWS) in het kader van “MWTL chemisch monitoring netwerk Westerschelde”. Hier wordt een normale benaming gehanteerd. Deze dataset gaat terug tot 1964.
2. Ook de dataset beheerd door MOW - Waterwegen en Zeekanaal NV (W&Z) en bijgehouden voor OMES ‘Monitoring van de fysico-chemische waterkwaliteit in de Zeeschelde’, hanteert een normale benaming. Deze dataset loopt terug tot 1995.
3. De cijfercode is afkomstig uit het de database van het ‘Meetnet oppervlaktewater’ van de Vlaamse Milieumaatschappij (VMM). Deze dataset gaat terug tot 1989.

De gegevens van het ‘OMES programma’ en het ‘Meetnet oppervlaktewater’ zijn afkomstig van dezelfde meetcampagnes. De stalen werden echter verwerkt in een ander laboratorium waardoor de meetwaarden van elkaar verschillen. Voor de rekenparameters die beoordeeld worden aan de hand van een boven- of ondergrens wordt hier geen probleem van gemaakt: beide datasets worden weerhouden. Voor de rekenparameters waar er een gemiddelde werd berekend, wordt de voorkeur gegeven aan de VMM-staalnames. Dit betekent dat, indien er voor een bepaalde rekenparameter zowel van de VMM als W&Z gegevens voorhanden waren, louter de gegevens van de VMM weerhouden werden. Tot slot werd er voor de rekenparameter DSi louter gebruik gemaakt van de OMES-gegevens. De dataset van de VMM bevat namelijk maar meetgegevens sinds 2009. Om continuïteit te bewaren, werd er geopteerd om dezelfde dataset te hanteren voor de periode 2004-2009 als bij 2010-2015.



Figuur 6-12: Locaties meetstations in de verschillende Scheldezones.

| Station                   | Rivier        | Zone Code      | Afstand tot Vlissingen |
|---------------------------|---------------|----------------|------------------------|
| Vlissingen boei SSVH      | Westerschelde | Sterk Poly     | 0.00                   |
| Terneuzen boei 20         | Westerschelde | Sterk Poly     | 24.05                  |
| Hansweert geul            | Westerschelde | Meso           | 42.78                  |
| Grens (154100)            | Westerschelde | 9 (gradiënt)   | 67.79                  |
| Schaar van Ouden Doel     | Zeeschelde    | 9 (gradiënt)   | 68.64                  |
| Grens                     | Zeeschelde    | 9 (gradiënt)   | 69.39                  |
| Liefkenshoek (157000)     | Zeeschelde    | 10 (gradiënt)  | 75.36                  |
| Liefkenshoek              | Zeeschelde    | 10 (gradiënt)  | 75.99                  |
| (180000)                  | Zeeschelde    | 10 (gradiënt)  | 77.85                  |
| Punt van Melsele (159000) | Zeeschelde    | 11 (gradiënt)  | 81.45                  |
| Punt van Melsele          | Zeeschelde    | 11 (gradiënt)  | 83.43                  |
| (160000)                  | Zeeschelde    | 12 (gradiënt)  | 87.45                  |
| Antwerpen (160200)        | Zeeschelde    | 12 (gradiënt)  | 90.76                  |
| Antwerpen                 | Zeeschelde    | 12 (gradiënt)  | 90.76                  |
| Kruikeke                  | Zeeschelde    | 13 (oligo)     | 98.28                  |
| Kruikeke (160800)         | Zeeschelde    | 13 (oligo)     | 98.31                  |
| Bazel (162000)            | Zeeschelde    | 13 (oligo)     | 101.92                 |
| Bazel                     | Zeeschelde    | 13 (oligo)     | 101.98                 |
| Steendorp (162300)        | Zeeschelde    | 14 (oligo)     | 106.28                 |
| Steendorp                 | Zeeschelde    | 14 (oligo)     | 107.14                 |
| Niel                      | Rupel         | Rupel          | 107.66                 |
| Niel (210000)             | Rupel         | Rupel          | 107.70                 |
| Boom                      | Rupel         | Rupel          | 110.61                 |
| Boom (210900)             | Rupel         | Rupel          | 111.61                 |
| Temse                     | Zeeschelde    | 14 (oligo)     | 111.32                 |
| Temse (162800)            | Zeeschelde    | 14 (oligo)     | 111.37                 |
| Terhagen                  | Rupel         | Rupel          | 113.78                 |
| Terhagen (210950)         | Rupel         | Rupel          | 115.78                 |
| Durme (492000)            | Durme         | Durme          | 116.37                 |
| Durme                     | Durme         | Durme          | 116.44                 |
| Lippenbroek (162900)      | Zeeschelde    | 15 (zoet lang) | 116.66                 |
| Lippenbroek               | Zeeschelde    | 15 (zoet lang) | 116.71                 |
| Baasrode (163500)         | Zeeschelde    | 16 (zoet lang) | 126.45                 |
| Baasrode                  | Zeeschelde    | 16 (zoet lang) | 126.55                 |
| Dendermonde (164000)      | Zeeschelde    | 16 (zoet lang) | 133.23                 |
| Dendermonde               | Zeeschelde    | 16 (zoet lang) | 134.64                 |
| Sint Onolfs               | Zeeschelde    | 17 (zoet kort) | 138.96                 |
| (165000)                  | Zeeschelde    | 17 (zoet kort) | 139.09                 |
| Appels (166200)           | Zeeschelde    | 17 (zoet kort) | 141.63                 |
| Appels                    | Zeeschelde    | 17 (zoet kort) | 141.63                 |
| Schoonaarde               | Zeeschelde    | 17 (zoet kort) | 146.00                 |
| (167000)                  | Zeeschelde    | 18 (zoet kort) | 150.07                 |
| Uitbergen (167200)        | Zeeschelde    | 18 (zoet kort) | 151.23                 |
| Uitbergen                 | Zeeschelde    | 18 (zoet kort) | 151.23                 |
| Schellebelle              | Zeeschelde    | 18 (zoet kort) | 154.18                 |
| Wetteren                  | Zeeschelde    | 19 (zoet kort) | 158.31                 |
| Wetteren (167500)         | Zeeschelde    | 19 (zoet kort) | 158.32                 |
| Melle                     | Zeeschelde    | 19 (zoet kort) | 164.44                 |
| Melle (168900)            | Zeeschelde    | 19 (zoet kort) | 164.47                 |
| Station                   | Rivier        | Zone Code      | Afstand tot Vlissingen |
| Haven (804000)            | Kanaaldok     | Boundary       | 76.90                  |
| Zenne (341560)            | Zenne         | Boundary       | 127.57                 |
| Dender (499500)           | Dender        | Boundary       | 137.65                 |
| (499900)                  | Dender        | Boundary       | 144.38                 |
| Kleine Nete (272000)      | Kleine Nete   | Boundary       | 147.62                 |
| Grote Nete (253000)       | Grote Nete    | Boundary       | 149.39                 |
| Bovenschelde (172100)     | Bovenschelde  | Boundary       | 179.26                 |

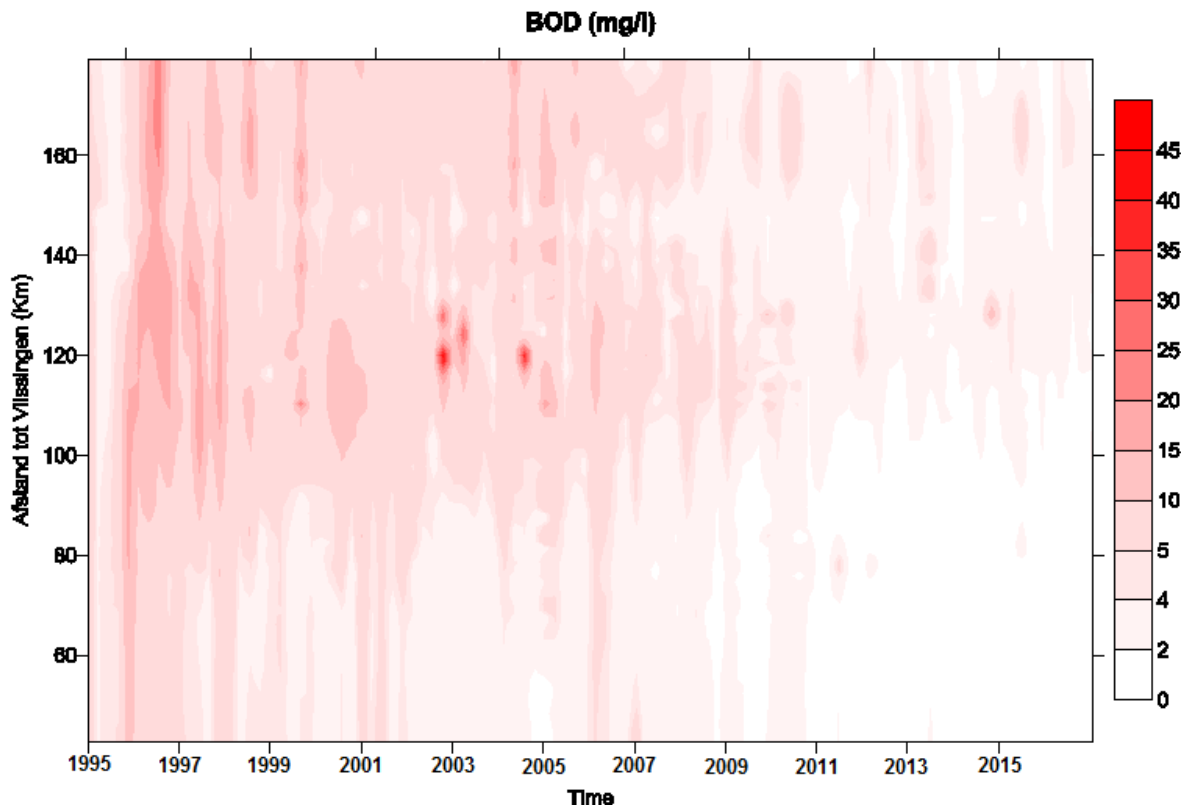
Tabel 6-5: Periodieke Meetstations voor Nutriënten.

## 6.4.2 Rekenparameter BOD-C

### Omschrijving

De BOD-C (Biochemical Oxygen Demand for carbon) is een indicator voor de zuurstofvraag voor koolstofmineralisatie. Deze BOD houdt geen zuurstofvraag voor nitrificatie (NOD) meer in. De parameter wordt opgemeten door additie van een nitrificatieremmer aan het BOD experiment, maar er zijn maar weinig meetstations waar dit wordt uitgevoerd. Op de meeste locaties wordt er BOD5 opgemeten. Dit is de zuurstofvraag voor zowel koolstof als stikstof gedurende een periode van 5 dagen. BOD5 diende omgevormd te worden naar een theoretische BOD-C met behulp van volgende formule:  $BOD-C = BOD5 - NOD$ .

Voor een positieve evaluatie mag deze parameter de grens van 6 mg/l niet overschrijden. In de Zeeschelde wordt deze rekenparameter beoordeeld tot op niveau 4, beoordeling in de Westerschelde is niet aan de orde. De resultaten van rekenparameter BOD-C worden per zone weergegeven in Tabel 6-6.



Figuur 6-13: Surface plot voor BOD (mg/l) in tijd en ruimte.

### Interpretatie

Sinds de jaren 90 is de BOD-C aan een dalende trend bezig (Figuur 6-13). Deze dalende trend zet zich voort tussen 2009 en 2015. Vooral in de zoete zones van de Schelde is de daling opvallend. Dit is het gevolg van een dalende zuurstofvraag voor nitrificatie. Ondanks deze sterke daling kan de BOD-C rekenparameter niet als positief geëvalueerd worden. Er zijn nog steeds zones die het criterium van 6 mg/l overschrijden na 2009, namelijk: OMES 9, 14, 16 tot en met 19 en de Rupel en Durme. De negatieve evolutie op de Durme – die in tegenstelling met 2004-2009 nu negatief beoordeeld wordt – en OMES 19 dienen verder opgevolgd te worden. Opmerkelijk is de sterke verbetering nabij Liefkenshoek in OMES 10.

De Zenne en de Dender – aan de rand van het estuarium – vertonen een sterke verbetering ten opzichte van de periode 2004-2009. De Grote Nete vertoont dan weer een sterke achteruitgang. Gedurende 2010-2015 werd er een te hoge meetwaarde geregistreerd op de Zenne en de Grote Nete.

### 6.4.3 Rekenparameter FastNOD

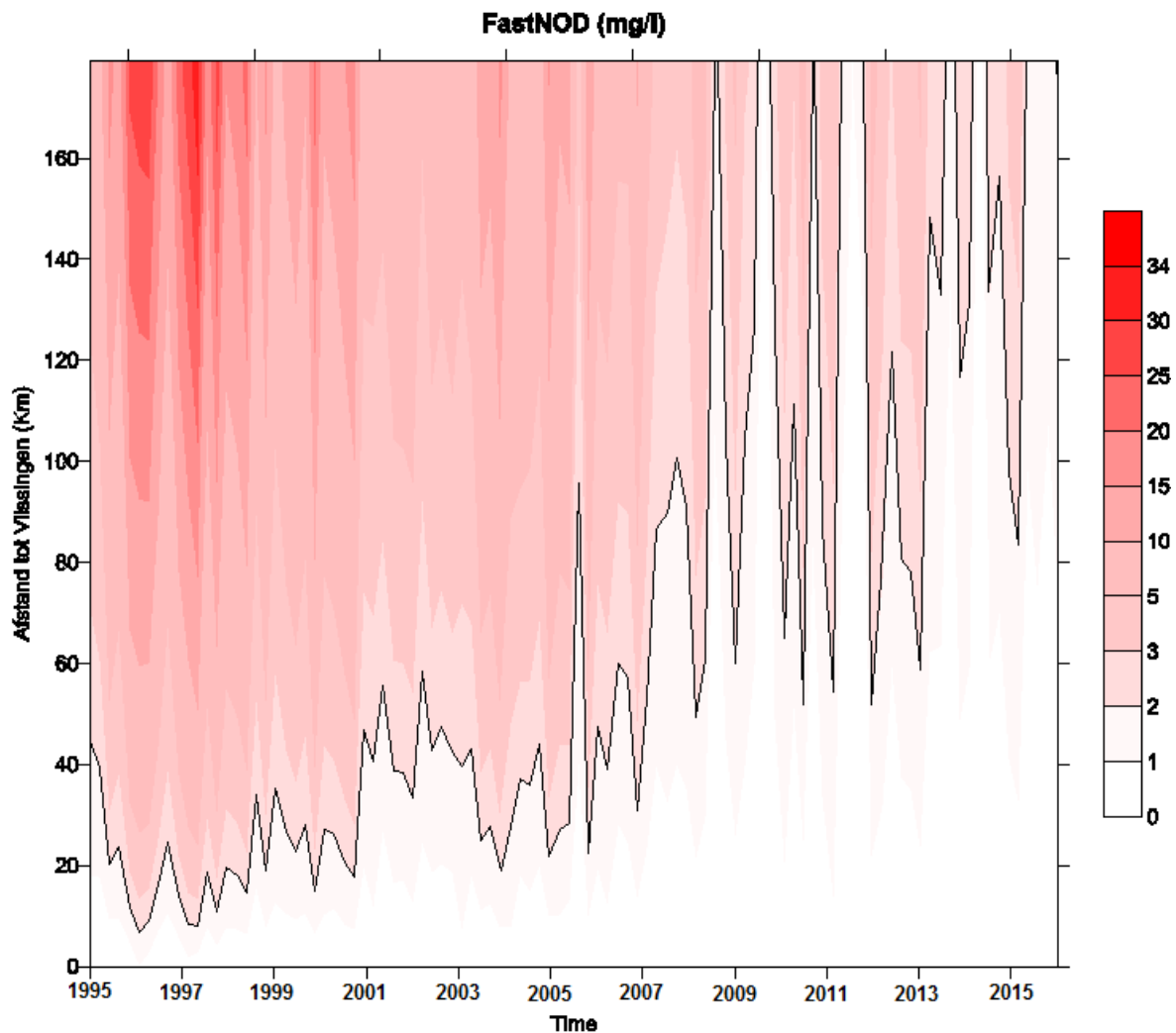
#### Omschrijving

De NOD (Nitrogen Oxygen Demand) is een indicator voor stikstof-zuurstofvraag. Deze wordt bepaald op basis van de concentraties aan  $\text{NH}_4^+$  en  $\text{NO}_2^-$  :

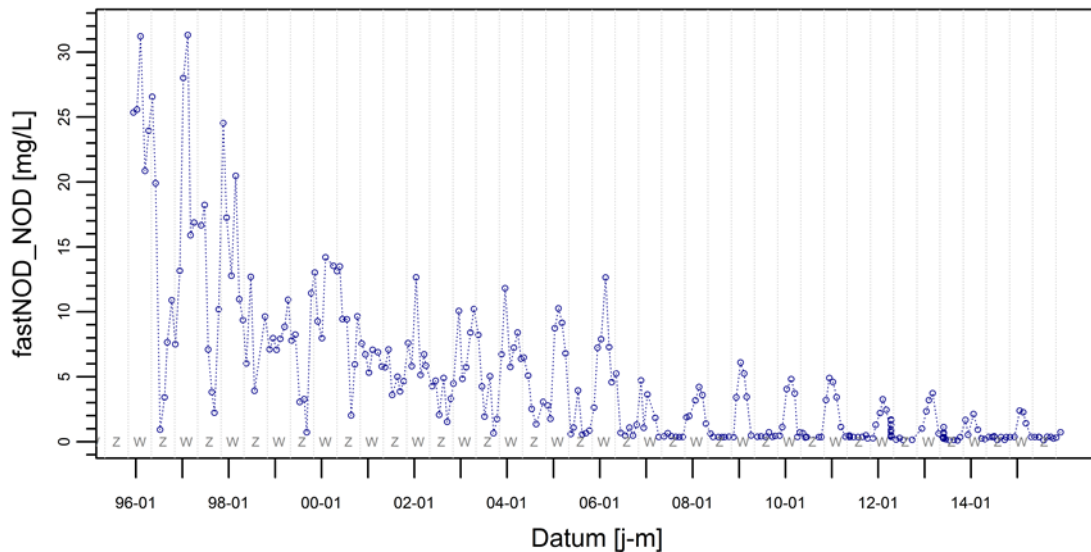
$$\text{NOD} = 4,33 \times [\text{NH}_4^+-\text{N}] + 16/14 \times [\text{NO}_2^--\text{N}]$$

FastNOD (Figuur 6-14 en Figuur 6-15) vertoont een erg duidelijke dalend trend sinds de jaren 90, deze trend zet zich voort in de periode tussen 2009 en 2015.

De bovengrens voor een positieve evaluatie van deze parameter bedraagt 2 mg/l. De resultaten van rekenparameter FastNOD worden per zone weergegeven in Tabel 6-6.



Figuur 6-14: Surface plot of FastNOD (mg/l) tijd en ruimte.



Figuur 6-15: FastNOD doorheen de tijd te Kruibeke.

### Interpretatie

De FastNOD kende een duidelijke daling sinds de jaren 90. Van 2010 tot 2015 zet deze dalende trend zich voort, maar is niet meer zo spectaculair als in de periode voorheen. Toch voldoen nog steeds enkel de meest afwaartse saliniteitszones – sterk polyhaliene zone en mesohaliene zone – aan het criterium van 2 mg/l. Overige zones krijgen een negatieve evaluatie. Daarom wordt deze rekenparameter negatief geëvalueerd.

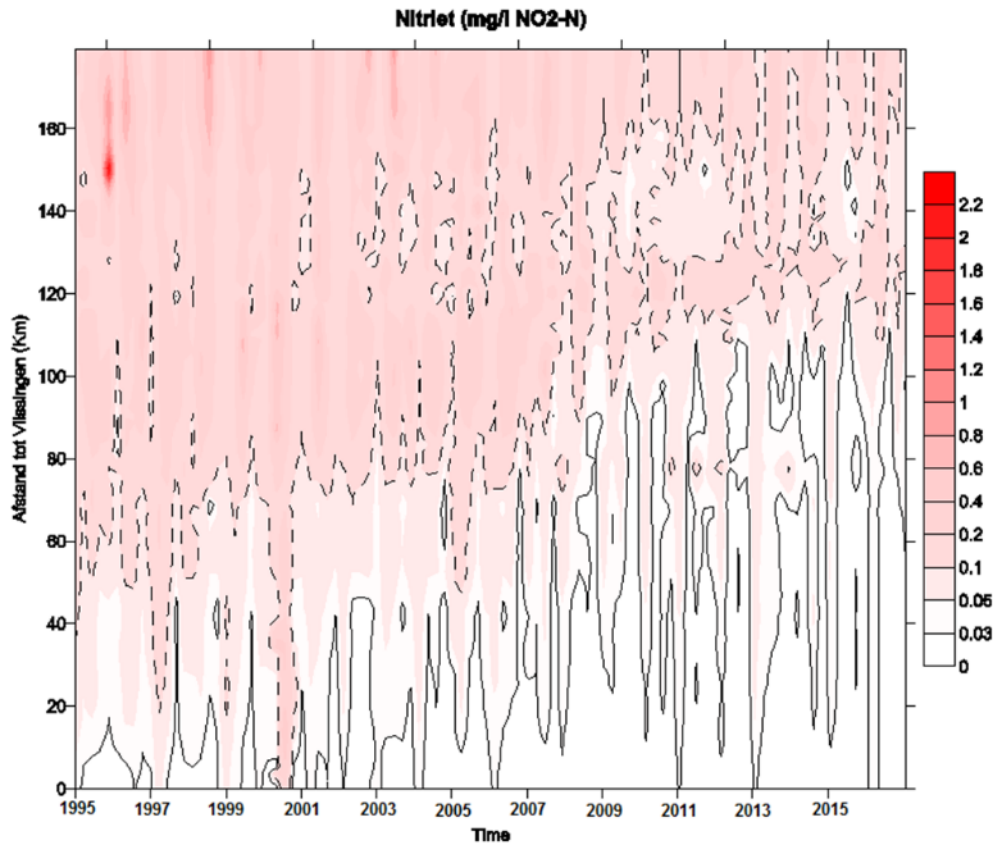
## 6.4.4 Rekenparameter Nitriet

### Omschrijving

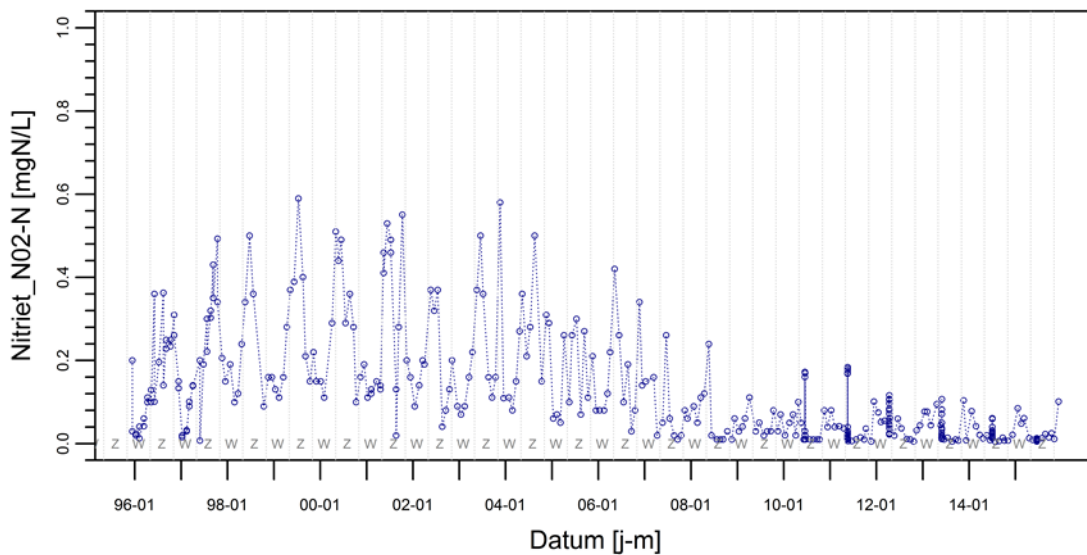
Vanaf een concentratie van 0,1 mg/l nitrietstikstof, kent nitriet ( $\text{NO}_2$ ) een toxische werking. De rekenparameter nitriet wordt louter positief geëvalueerd indien de maximale meetwaarde – geregistreerd gedurende de onderzochte periode – zich onder deze kritische grens bevindt. Deze rekenparameter wordt maandelijks beoordeeld op niveau 4 in de Zeeschelde en niveau 3 in de Westerschelde. De resultaten per zone van rekenparameter nitriet worden weergegeven in Tabel 6-6.

### Interpretatie

De nitriet concentratie vertoonde een dalende trend sinds de jaren 90 (Figuur 6-16 en Figuur 6-17). Deze trend wordt ook na 2009 verder gezet. In de Zeeschelde daalde het nitrietgehalte het sterkst. Naast de sterk polyhaliene zone – die al gedurende de periode 2004-2009 onder de kritische grens bleef – worden nu ook OMES 11 en 12 positief geëvalueerd. Toch, de meeste zones worden negatief geëvalueerd. De rekenparameter blijft dan ook negatief geëvalueerd. Ook de bovenlopen vertoonden nog een te hoog nitrietgehalte gedurende de periode 2009-2015. De Zenne en de Bovenschelde vertonen weliswaar een opmerkelijke verbetering. Op de Kleine Nete trad er dan weer een sterke achteruitgang op.



Figuur 6-16: Surface plot Nitriet ( $NO_2$ -N mgN/l) in tijd en ruimte.



Figuur 6-17: Nitriet concentratie doorheen de tijd te Kruibeke.

## 6.4.5 Rekenparameter TDIN

### Omschrijving

De totale vracht aan opgeloste anorganische stikstof (TDIN) en fosfaat is een goede indicator voor het risico op overmatige algenbloei en het ontstaan van een grote autochtone zuurstofvraag. De jaargemiddelde TDIN wordt in elke Scheldezone bepaald met behulp van onderstaande formule:

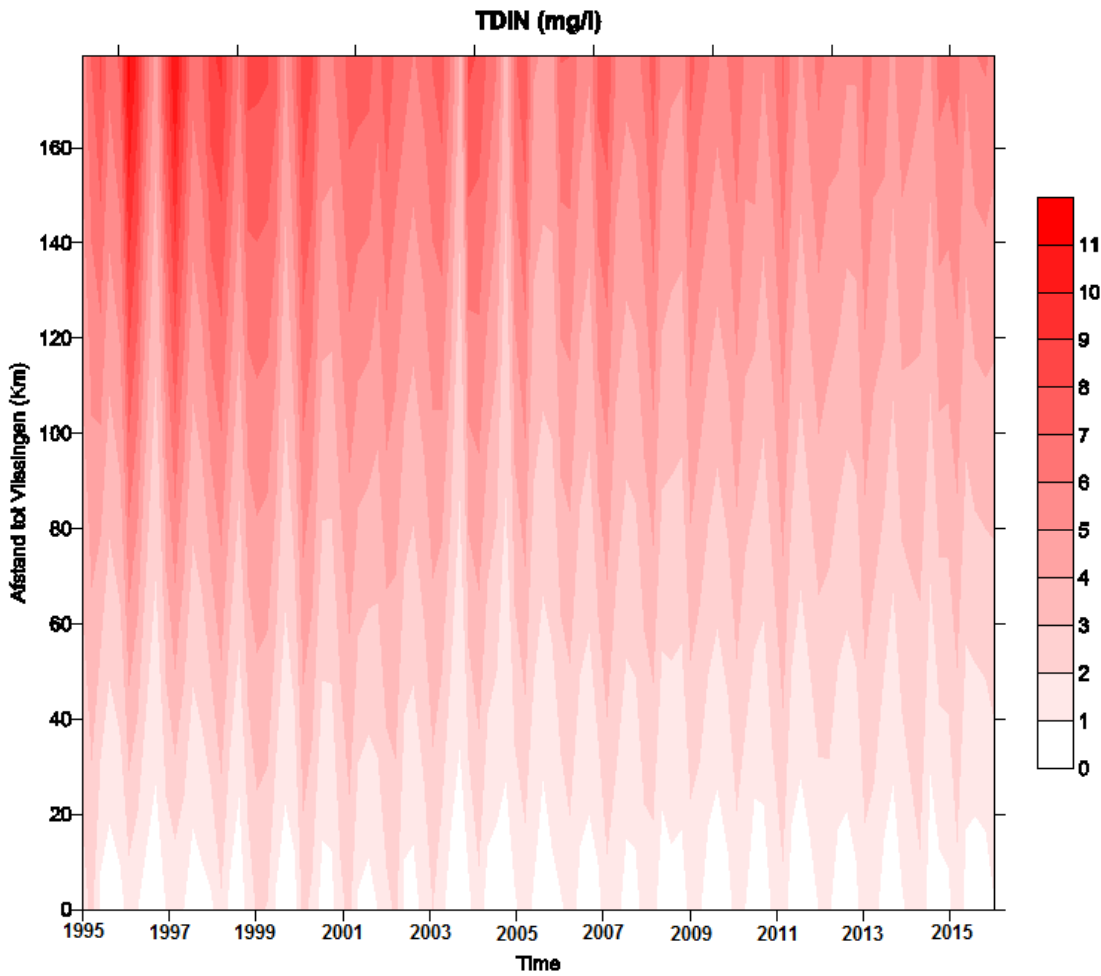
$$\text{TDIN} = \text{NH}_4^+\text{-N} + \text{NO}_2^-\text{-N} + \text{NO}_3^-\text{-N}$$

De evaluatie is positief indien het jaargemiddelde daalt of gelijk blijft ten opzichte van het gemiddelde van de voorbije 6 jaar (i.e. gemiddelde van de periode 2009-2014 ten opzichte van de gemiddelde concentratie van 2015). De resultaten van rekenparameter TDIN worden weergegeven in Tabel 6-7.

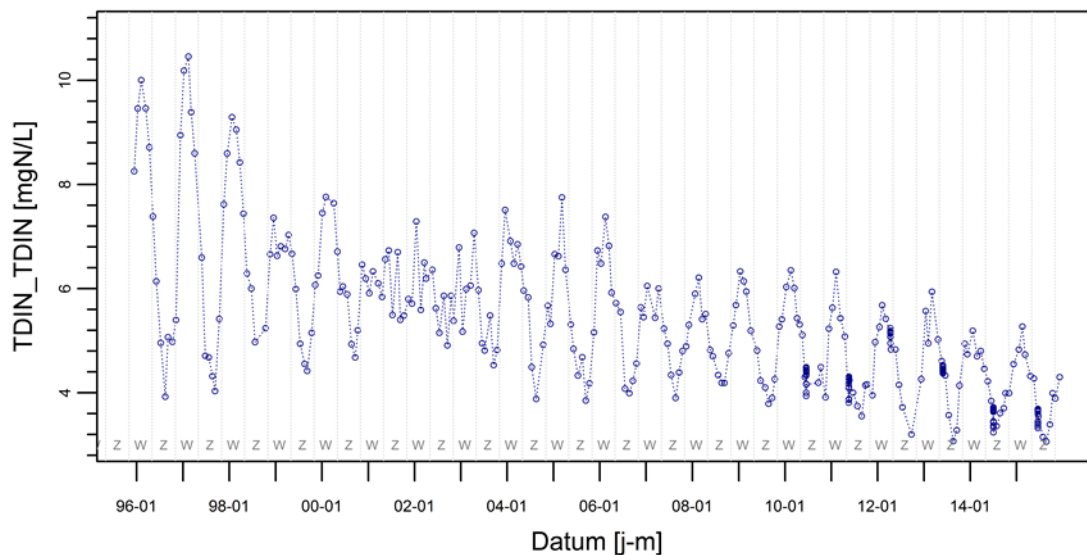
### Interpretatie

Op Figuur 6-18 en Figuur 6-19 is te zien dat TDIN daalt sinds de jaren '90. In de stroomopwaartse zones – Boven-Zeeschelde en bovenlopen – zet deze trend zich voort. De vervuiling was hier dan initieel ook hoger. In de Beneden-Zeeschelde en Westerschelde stagneerde deze trend zich. Deze stagnatie resulteert dan ook in een negatieve evaluatie. In verscheidene zones vertoonde 2015 namelijk een hogere TDIN dan het gemiddelde gedurende 2009-2014: de Westerschelde, de Beneden-Zeeschelde tot en met OMES 13, OMES 15, OMES 19 en de Rupel. Ook Het kanaaldok en beide Netes vertoonden een te hoge TDIN. Merk wel op dat in alle zones het gemiddelde gedurende 2009-2014 lager ligt dan gedurende 2003-2008. De situatie in T2015 is dus wel beter dan voorheen.

Het nitrietgehalte werd al besproken in §6.4.4. Voor de volledigheid worden hier ook ammonium en nitraat gepresenteerd. Op Figuur 6-20 en Figuur 6-21 is te zien dat de ammonium concentratie sterk gedaald is sinds de jaren 90. Deze trend was reeds te zien in de T2009-rapportage, en zette zich verder in de periode 2009-2015. In deze laatste 6 jaar is de daling zelfs nog spectaculairder en in de meeste zones is de ammonium concentratie bijna gereduceerd tot 0. In Figuur 6-22 en Figuur 6-23 wordt het nitraatgehalte gepresenteerd. Hier is te zien dat sinds 2009 de trend terug dalende is, terwijl er zich voorheen een stijging voordeed. Deze stijging was reeds gerapporteerd in de T2009 evaluatie. Het nitraatgehalte lijkt weliswaar opnieuw te pieken in de zomer van 2016.

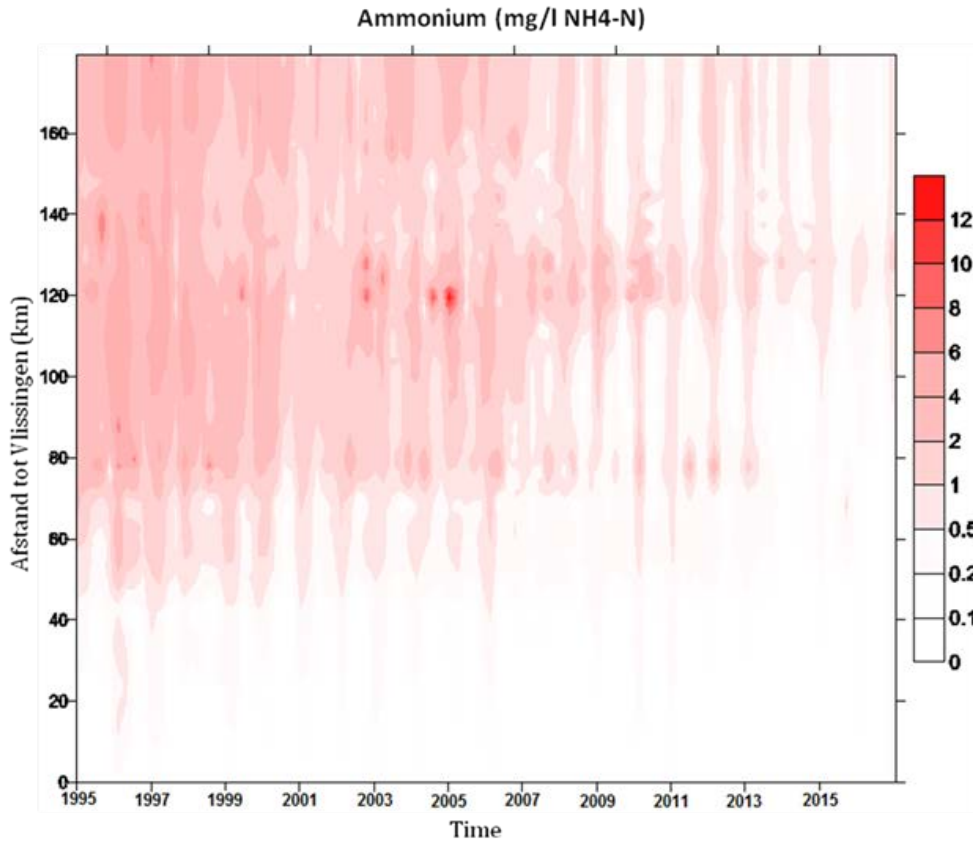


Figuur 6-18: Surface plot van TDIN in tijd en ruimte.

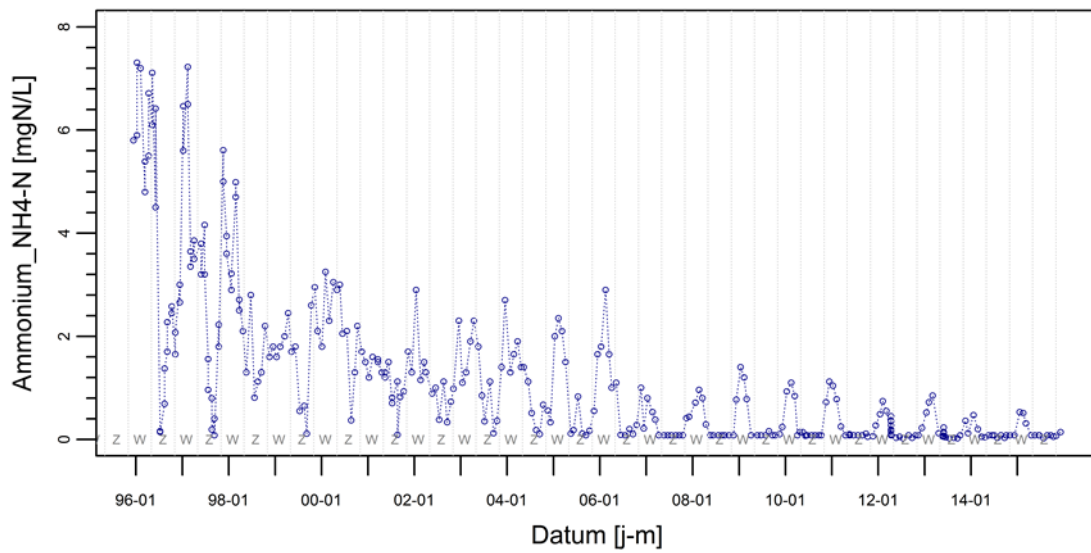


Figuur 6-19: TDIN doorheen de tijd te Kruibeke.

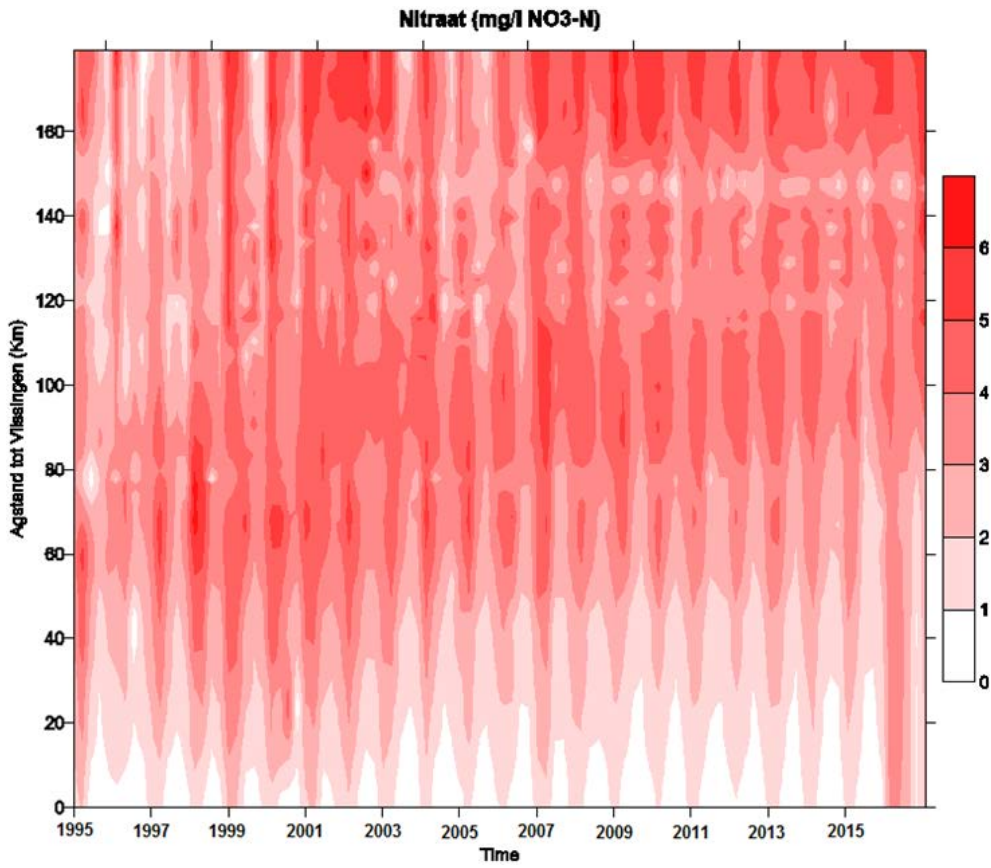




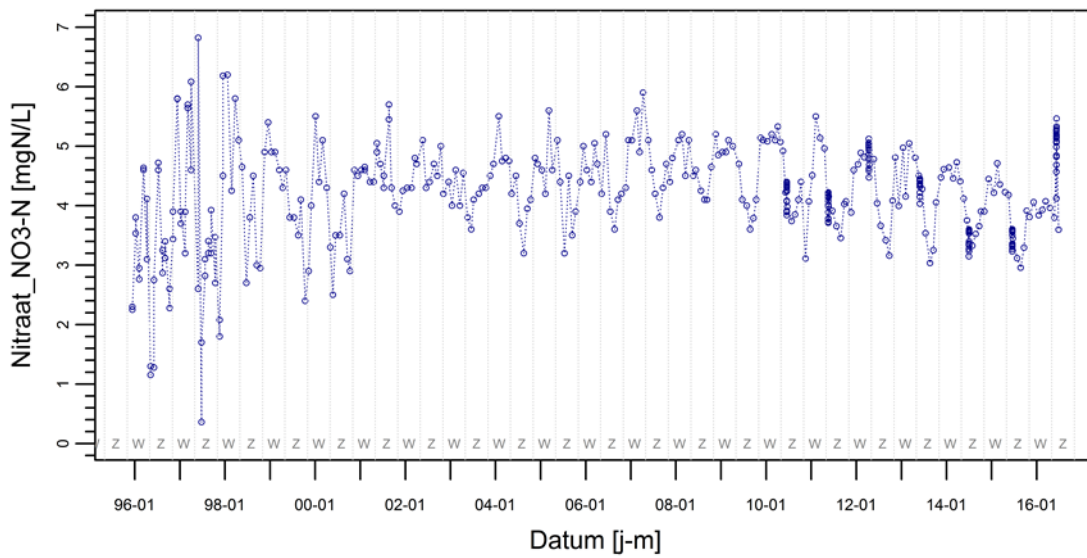
Figuur 6-20: Surface plot Ammonium ( $\text{NH}_4\text{-N}$  mgN/l) in tijd en ruimte.



Figuur 6-21: Ammonium te Kruibeke doorheen de tijd.



Figuur 6-22: Surface plot Nitraat (NO<sub>3</sub>-N mgN/l) in tijd en ruimte.

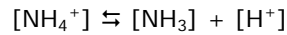


Figuur 6-23: Nitraat concentratie doorheen de tijd te Kruibeke.

## 6.4.6 Rekenparameter Ammoniak

### Omschrijving

Ammoniak ( $\text{NH}_3$ ) kan rechtstreeks gemeten worden, maar dit gebeurt niet standaard binnen het MONEOS monitoringsprogramma. Daarom werd  $\text{NH}_3$  berekend via het chemische evenwicht met ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ):



Via de dissociatieconstante en de  $\text{p}K_a$  kan de concentratie aan  $\text{NH}_3$  bepaald worden uit de zuurtegraad en  $\text{NH}_4^+$ :

$$\text{pH} - \text{p}K_a \rightleftharpoons \log([\text{NH}_3]/[\text{NH}_4^+])$$

waarbij  $\text{p}K_a$  temperatuur afhankelijk is:

$$\text{p}K_a = 0.09018 + 2729.92/T \quad ; \quad (\text{T in Kelvin})$$

Dus Ammonium wordt bepaald met de formule:

$$[\text{NH}_3] = [\text{NH}_4^+] \times 10^{(\text{pH} - \text{p}K_a)}$$

Een concentratie van 0,025 mg/l ammoniakstikstof ( $\text{NH}_3\text{-N}$ ) wordt gehanteerd als de ondergrens van waar er toxische effecten optreden. Voor een positieve evaluatie dient de maximaal waargenomen concentratie lager te liggen dan deze kritische grens. De rekenparameter wordt maandelijks beoordeeld op niveau 4 in de Zeeschelde en niveau 3 in de Westerschelde. De resultaten van rekenparameter Ammoniak worden weergegeven in Tabel 6-6.

### Interpretatie

De concentratie aan ammoniak is gedaald ten opzichte van de periode 2004-2009. In 2010-2015 werd er enkel in OMES 10, 14, 19 en op de Durme een te hoge concentratie opgemeten. De evaluatie van deze toetsparameter blijft dus negatief. Ook aan de randen van het getijdengebied werd er een te hoge concentratie opgemeten, namelijk in de dokken, op de Zenne, de Dender en de Kleine Nete. De Zenne en de Dender vertonen weliswaar een sterke verbetering.

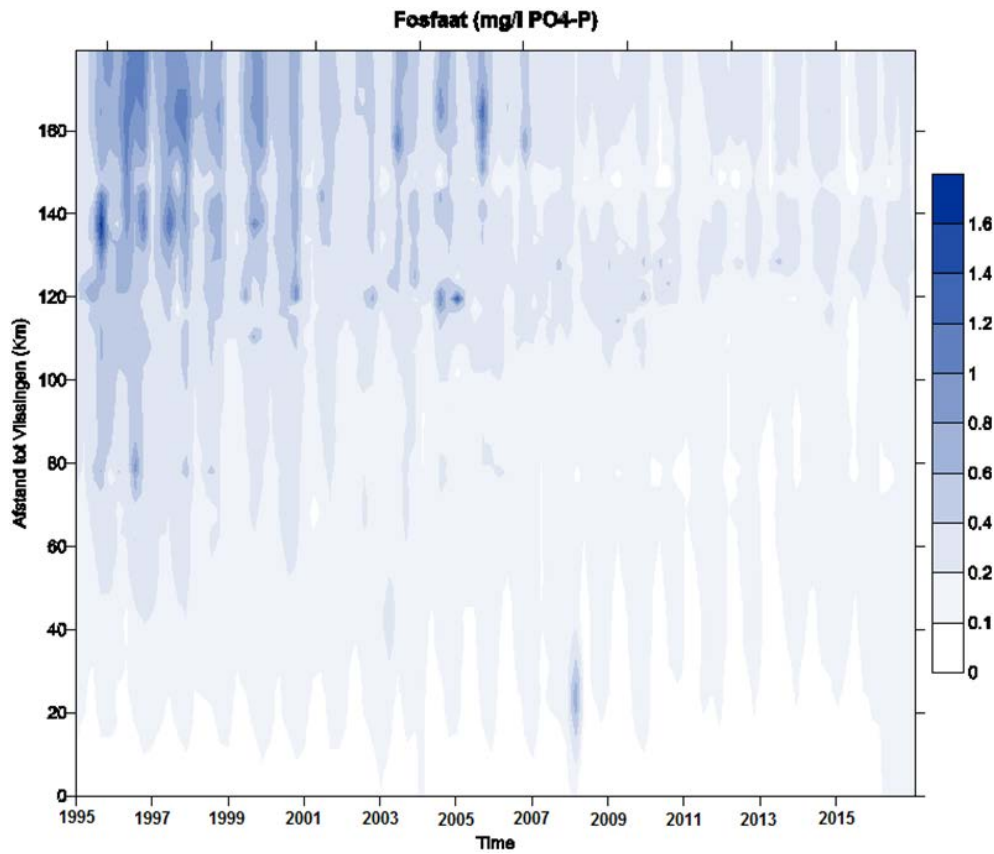
## 6.4.7 Rekenparameter PO4

### Omschrijving

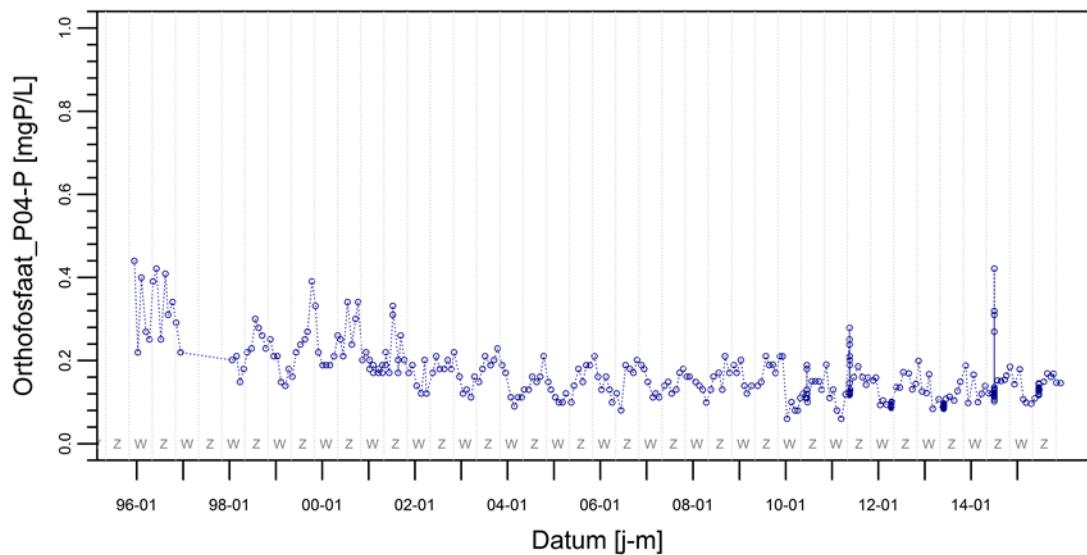
Fosfaat wordt, net zoals Totaal P, geëvalueerd in elke Scheldezone. Voor een positieve evaluatie moet er een daling zijn ten opzichte van de voorbije 6 jaar. De evaluatiemethodiek is dus analoog aan rekenparameter TDIN.

### Interpretatie

In Figuur 6-24 en Figuur 6-25 is te zien dat de orthofosfaat concentratie afneemt doorheen de tijd. Deze trend was reeds zichtbaar voor 2009. De resultaten van rekenparameter  $\text{PO}_4$  worden weergegeven in Tabel 6-7. Hier is te zien dat alle zones positief geëvalueerd worden aangezien de concentratie van 2015 lager ligt dan de gemiddelde concentratie gedurende 2010-2015. Bovendien ligt de gemiddelde concentratie van 2009-2014 in alle zones lager dan het gemiddelde gedurende 2003-2008.



Figuur 6-24: Surface plot Ortho fosfaat ( $PO_4\text{-P}$  mgP/l) in tijd en ruimte.



Figuur 6-25: Orthofosfaat concentratie doorheen de tijd te Kruibeke.

## 6.4.8 Rekenparameter Totaal P

### Omschrijving en data

Fosfor (Totaal P) is één van de noodzakelijke nutriënten voor de groei van primaire producenten waaronder algen. Bij een tekort is fosfor de limiterende factor voor de groei van biomassa, bij een overschot kan het de drijvende kracht voor eutrofiëring zijn.

Het jaargemiddelde Totaal P concentratie wordt eveneens in iedere Scheldezone bepaald. De evaluatie is positief wanneer het jaargemiddelde daalt of gelijk blijft ten opzichte van het gemiddelde van de voorbije 6 jaar: het gemiddelde van de periode 2009-2014 ten opzichte van de gemiddelde concentratie van 2015. Figuur 6-26 toont de concentratie van Totaal P voor de periode 2009 tot 2015 in de stations Melle, Kruibeke en Hansweert Geul.

### Interpretatie

De resultaten van rekenparameter Totaal P worden weergegeven in Tabel 6-7. In de mesohaliene zone en OMES 9, 11, 12 en 16 tot en met 18 ligt het jaargemiddelde fosforgehalte in 2015 hoger dan het gemiddelde van de periode 2009-2014. Deze zones worden dus negatief beoordeeld. Anderzijds ligt het gemiddelde gedurende 2009-2014 in de meeste zones lager dan in 2003-2008. De stijgende trend op de Durme, in OMES 11 en OMES 12 daarentegen, dient in de toekomst opgevolgd te worden.

## 6.4.9 Rekenparameter DSI

### Omschrijving

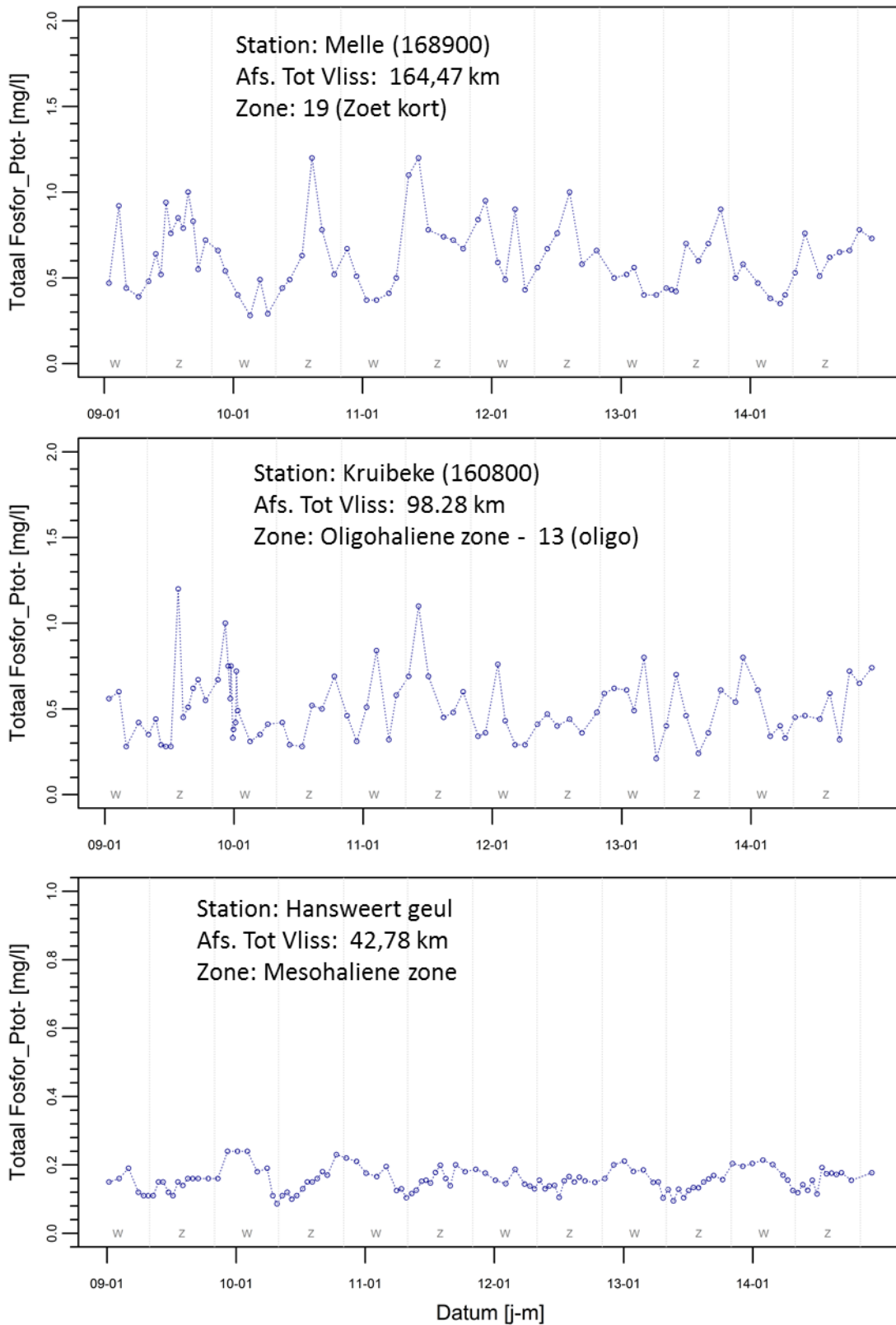
De concentratie opgelost silicium (DSi) bepaalt of en wanneer er een verschuiving optreedt in de fytoplanktonpopulatie. Als grenswaarde wordt 0,01 mM (omgerekend naar 0,28 mg/l) gehanteerd. Vanaf deze waarde is silicium limiterend voor de groei van diatomeeën. Ook de duur van de siliciumdip is van belang. Daarom wordt de rekenparameter DSI beoordeeld indien de het gehalte aan opgelost silicium voor langer dan 4 weken onder de 0,28 mg/l ligt. De resultaten van de rekenparameter DSI staan gepresenteerd in Tabel 6-8. Merk op:

1. De duur van de zuurstofdip louter kan worden opgemeten tussen 2 metingen. Een periode van 0 weken komt overeen met een zuurstofdip die korter is dan de temporele resolutie van de tijdreeks (2 à 4 weken).
2. Voor de Zenne, de Kleine en Grote Nete was er maar data vanaf 2009. De periode 2004-2009 kon dus louter beoordeeld worden op het laatste jaar.
3. Voor de zwak polyhaliene zone was er maar data tot 2010. De periode 2010-2015 kon dus louter beoordeeld worden op het eerste jaar.

### Interpretatie

De zones waar er gedurende de periode 2009-2015 een te lange siliciumdepletie optrad zijn: de sterk polyhaliene, de zwak polyhaliene en mesohaliene zones en OMES 9, OMES 14 tot en met 19 en de Durme. De rekenparameter dient dus negatief beoordeeld te worden. Dit komt grotendeels overeen met de situatie gedurende 2004-2009. Louter OMES 9 en OMES 15 evolueerde in de negatieve richting. Hou er wel rekening mee dat:

1. De Zenne, Kleine Nete en Grote Nete niet geëvalueerd kunnen worden voor de periode 2004-2008.
2. OMES 15 negatief beoordeeld zou worden op basis van de meetgegevens van de VMM. In 2009 traden er namelijk twee opeenvolgende metingen op die volgens de analysemethode van de VMM onder de 0,28 mg/l bevonden. In de meetgegevens van OMES, bevinden beide waarden zich boven de kritische grens.



Figuur 6-26: Totaal P te station Melle, Kruikebeke en Hansweert Geul.

## 6.4.10 Rekenparameter ICEP-TSi

### Omschrijving

De Coastal Eutrofication Potential indicator (ICEP) bepaalt de potentiële koolstofbiomassa die zich kan ontwikkelen in afwaartse gebieden ten gevolge van ongewenste algenbloei op basis van de resterende hoeveelheden stikstof of fosfor, nadat alle silicium werd geconsumeerd. Deze indicator toont het potentieel van niet-silicieuze algen productie ten gevolge van de nutriënten aanvoer aan de rivier. De volgende formule werd gebruikt bij de berekeningen:

$$\text{ICEP-TSi} = (\text{Nflux}/14 \cdot 16 - \text{TSiflux}/(28 \cdot 20)) \cdot 160 \cdot 12 \text{ wanneer } \text{N/P} < 16$$

$$\text{ICEP-TSi} = (\text{Pflux}/31 - \text{TSiflux}/(28 \cdot 20)) \cdot 160 \cdot 12 \text{ wanneer } \text{N/P} > 16$$

Deze formule van Billen en Garnier (2007) is gebaseerd op de Redfield ratio's 106:16:1:20. De ICEP-TSi is geschat als de lading in Kg carbon per dag. Om verschillende estuaria met elkaar te kunnen vergelijken wordt de ICEP uitgedrukt per oppervlakte van het stroomgebied. Met andere woorden: de eenheid is Kg C Km<sup>-2</sup> Day<sup>-1</sup> (het Schelde oppervlak bedraagt 21,863 km<sup>2</sup>). De resultaten van de ICEP-TSi indicators worden weergegeven in Tabel 6-8.

N-flux, P-flux, and TSi-flux zijn gemiddelde fluxen van respectievelijk totaal stikstof, totaal fosfor en totaal Silicium. The totaal Silicium is berekend als de som van opgelost en biogeen silicium (i.e. TSi = DSi + BSi). Voor een positieve evaluatie dient de ICEP berekend met de totale siliciumflux (ICEP-TSi) een negatief waarde te hebben. Deze rekenparameter wordt jaarlijks beoordeeld aan de monding.

Bij de T2009 evaluatie werden de fluxen berekend met een ecosysteemmodel, het Scheldemodel 0.1 (Cox et al, 2004), maar dit was niet beschikbaar voor het rapport T2015. In overleg met de klant is daarom besloten om fluxen te berekenen met een vereenvoudigde aanpak. Deze aanpak kan in de volgende beoordelingsperioden gerepliceerd worden, zodanig niet afhankelijk te zijn van niet-openbaar beschikbare modellen. Het doel is een methode te bepalen die de schatting van de nutriënten met de beschikbare gegevens mogelijk maakt. De aanpak van Quilbe *et al.*, (2006) werd gevolgd. Hier wordt de flux gedefinieerd als de belasting (L) van stoffen die gedurende een tijdsinterval door een rivierdoorsnede worden vervoerd:

$$L = \int_{t_1}^{t_2} Q(t)C(t)dt$$

Met: Q(t) = debiet in functie van t  
C(t) = concentratie in functie van t

Aangezien de debieten en concentraties niet altijd gelijktijdig of continu worden opgemeten, moet L ingeschat worden met volgende formule:

$$L_c = \frac{\frac{\sum_{i=1}^n A_i C_i Q_i}{\sum_{i=1}^n A_i}}{\frac{\sum_{i=1}^n A_i Q_i}{\sum_{i=1}^n A_i}} \frac{\sum_{i=1}^n Q_i}{n} n = \overline{CQ} \frac{\mu_q}{\bar{Q}} n$$

Met:  $L_c$  = resulterende lading  
 $A_i$  = indicator voor beschikbaarheid van Concentratie gegevens (1 indien gegevens beschikbaar zijn, 0 indien niet)  
 $C_i$  = de concentratie op dag  $i$   
 $Q_i$  = gemiddelde debiet per dag  
 $\mu_q$  = gemiddelde debiet per dag voor alle meetdata  
 $n$  = totaal aantal dagen  
 Overbars = rekenkundig gemiddelde

Als de dataset echter niet het gehele bereik van debiet- en concentratiewaarden vertegenwoordigt, kan ook de voorspanning belangrijk zijn. Deze werd afgeleid van de "ratio estimator" ontwikkeld door Beale (1962), die de vorige schatting van  $L_c$  vermenigvuldigt met een verhouding die de covariantie tussen belasting en debiet vertaalt. De Beale correctiefactor die hier geïmplementeerd werd, is gebaseerd op Adebola & Oshungade (2012). Om uiteindelijk de fluxen in te schatten werd gebruik gemaakt van de "unbiased estimation" (voor de vergelijkingen zie Tin 1965):

$$L_b = L_c * \left[ 1 + \theta \left( \frac{S_{xy}}{\bar{x}\bar{y}} - \frac{S_x^2}{\bar{x}^2} \right) \right]$$

Met:

$$S_{xy} = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y}),$$

$$S_x^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$$

$$\theta = \frac{1}{n} - \frac{1}{N}$$

Waar:  $x = Q$   
 $y = C$

Deze "unbiased estimators" zijn geschikt wanneer er een groot aantal debietgegevens maar slechts een beperkt aantal concentratiegegevens voorhanden zijn; wat hier het geval. In termen van debiet zijn er enkele discrete datapunten beschikbaar voor pentades of decades. Concentraties zijn beschikbaar op maandelijks basis. In de berekeningen werd gebruik



gemaakt van debietmetingen uit 5 meetstations. Deze werd gecombineerd met 6 stations waarop de concentratie van nutriënten gemeten werd. Hiermee werd de flux voor stikstof, fosfor en silicium bepaald. De gedetailleerde resultaten zijn elektronisch beschikbaar. De uiteindelijke berekening van de ICEP-TSi indicator wordt weergegeven in Tabel 6-7.

### Interpretatie

ICEP-TSi ligt bij alle opgemeten zones boven 0. Dit betekent dat de C: N: P: Si ratio's die de primaire productie in de kustzone beïnvloeden, niet in evenwicht zijn. Hierdoor verhoogt het risico op ontwikkeling van ongewenste niet-kiezelhoudende algen. Om deze reden wordt de ICEP-TSi voor T2015 negatief geëvalueerd. Ook in T2009 werd ICEP-TSi negatief geëvalueerd.

## 6.4.11 Rekenparameter ICEP-DSi

### Omschrijving

De ICEP berekend met opgeloste siliciumflux (ICEP-DSi) volgt een soortgelijke aanpak als deze van ICEP-TSi. De gebruikte vergelijkingen zijn:

$$\text{ICEP-DSi} = (\text{Nflux}/14 \cdot 16) - \text{DSiflux}/(28 \cdot 20)) \cdot 160 \cdot 12 \text{ wanneer } \text{N/P} < 16 \text{ en}$$

$$\text{ICEP-DSi} = (\text{Pflux}/31 - \text{DSiflux}/(28 \cdot 20)) \cdot 160 \cdot 12 \text{ wanneer } \text{N/P} > 16$$

Positieve ICEP-TSi wordt negatief geëvalueerd indien er in de meest afwaartse zone van de schelde (Sterk Polyhaliene zone) siliciumdepletie optreedt. Met andere woorden er is louter een negatieve evaluatie mogelijk indien DSI negatief scoort in de zone 1 Sterk Polyhalien.

Echter, een negatieve evaluatie is aan de orde indien de waarde voor ICEP-DSi groter is dan 0, maar als in de meest afwaartse Scheldezone de rekenparameter DSi negatief scoort. De resultaten van ICEP-DSi worden weergegeven in Tabel 6-8.

### Interpretatie

ICEP-DSi ligt in alle compartimenten van de rivier die werd geëvalueerd boven 0. Aangezien de DSI in het meest afwaarts gelegen Scheldezone negatief is, wordt ICEP-DSi negatief geëvalueerd. Dit was ook het geval bij de evaluatie van T2009. In het algemeen is het mogelijk om een licht toenemende trend te zien op de Schelde van stroomopwaarts naar -afwaarts. Maar anderzijds is er geen significante variatie in de parameter voor de laatste 4 jaar waar gegevens beschikbaar was.

## 6.4.12 Rekenparameter TDINflux

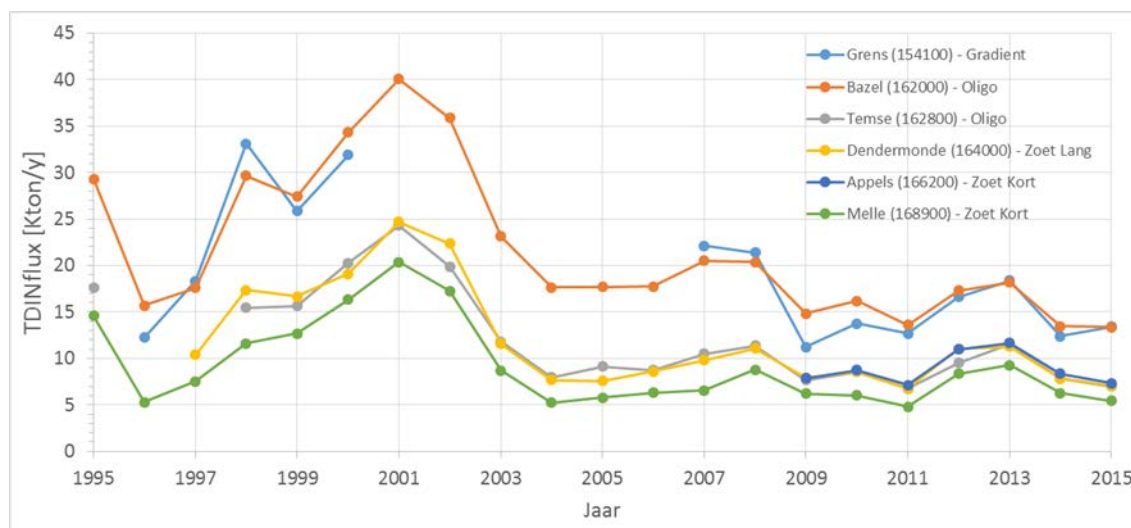
### Omschrijving

Niet enkel de verhouding van de nutriënten, ook hun absolute concentraties kunnen een rol spelen in de verstoring van de fytoplanktonpopulatie. Volgens de schattingen van Lancelot et al., (2009) mag de totale TDINflux die de Noordzee bereikt niet meer dan 60Kton/jaar bedragen als men de bloei van ongewenste *Phaeocystis* wil vermijden. De limiet van de Schelde is bepaald in overeenstemming met de bijdrage van andere grote rivieren (Seine en Somme) die uitmonden in de Noordzee. Voor een positieve evaluatie mag de TDINflux van de Schelde naar de Noordzee niet meer dan 15 kiloton / jaar bedragen. Deze rekenparameter wordt jaarlijks beoordeeld op niveau 1 (volledige Schelde-estuarium).

De methode om de TDINflux te schatten, volgt dezelfde aanpak als uitgelegd in § 6.4.9. Zo werd de TDINflux berekend aan de hand van de dagelijkse stromen en maandelijkse concentraties met behulp van de "unbiased estimator" benadering.

### Interpretatie

De jaarlijkse TDINflux voor de laatste 20 jaar wordt weergegeven in de volgende Figuur 6-27. Hierop is de trend doorheen de tijd weergegeven van ieder meetpunten waarvoor er debietmetingen beschikbaar zijn. De groottevolgorde van de geraamde fluxen komt overeen met de gegevens in andere literatuur (Billen, 2005; Lancelot, 2009; de Hofman et al., 2008). TDINfluxes voor Melle, Appels, Dendermonde en Temse zijn de afgelopen 12 jaar onder de 15 kton / jaargrens gebleven. Bazel en de waarde nabij de Belgisch-Nederlandse grens stijgt in 2012 en 2013 boven de kritische waarde. In 2014 en 2015 ligt de waarde hier opnieuw onder de 15 kton / jaar.



Figuur 6-27: TDIN flux [kiloton / jaar] voor verschillende locatie.

De TDINflux nabij de Belgisch-Nederlandse grens bedraagt in 2015 13,4 kton / jaar. De indicator wordt daarom positief geëvalueerd, analoog aan het jaar 2009 waarvoor de geschatte flux 11,3 kton per jaar was. Er moet echter wel rekening worden gehouden met de nutriënten die onder het oligohaliene gebied geloosd worden zodanig de positieve trend van deze indicator te behouden.

### 6.4.13 Overzichtstabel

Hieronder zijn de resultaten van toetsparameter nutriënten gepresenteerd. Er zijn twee kolommen per parameter, links voor de T2009 periode en rechts voor de T2015 periode. Bij FastNOD zijn de meeste zones negatief geëvalueerd. Voor BOD-C volgt een negatieve evaluatie voor zone 9, 17, 18 en 19. TDIN is voornamelijk positief geëvalueerd, enkel de meso- en mondingszone krijgen een negatieve evaluatie. De beoordeling van PO4 varieert en verschilt van de beoordeling in T2009. Zone 12, 17, 19 en de mondingszone krijgen een negatieve evaluatie. De evaluatie van DSi is voornamelijk negatief en volgt zo de trend van T2009. Ook evaluatie van Nitriet is voornamelijk negatief. De situatie is nog slechter dan in T2009: louter de mondingszone en zone 12 krijgen een positieve evaluatie. Voor ammoniak gelden dezelfde condities als in T2009. In het algemeen is er een negatieve trend op te merken in de rekenparameters van de toetsparameter nutriënten.

| Zone                         | BOD-C (< 6 mg/l) |       | FastNOD (< 2 mg/l) |       | Nitriet (< 0,1 mg/l) |       | Ammoniak (< 0,025 mg/l) |       |
|------------------------------|------------------|-------|--------------------|-------|----------------------|-------|-------------------------|-------|
|                              | T2009            | T2015 | T2009              | T2015 | T2009                | T2015 | T2009                   | T2015 |
| Sterk polyhalien             |                  |       | 1,52               | 1,27  | 0,10                 | 0,09  | 0,01                    | 0,01  |
| Mesohalien                   | 2,21             |       | 4,94               | 1,53  | 0,14                 | 0,11  | 0,01                    | 0,00  |
| 9 (saliniteitsgradiënt)      | 14,59            | 12,03 | 6,09               | 3,99  | 0,33                 | 0,14  | 0,02                    | 0,02  |
| 10 (saliniteitsgradiënt)     | 2,75             | 3,04  | 6,59               | 4,32  | 0,45                 | 0,11  | 0,02                    | 0,01  |
| 11 (saliniteitsgradiënt)     | 3,55             | 2,64  | 10,28              | 5,23  | 0,55                 | 0,09  | 0,05                    | 0,01  |
| 12 (saliniteitsgradiënt)     | 2,76             | 2,64  | 11,55              | 5,67  | 0,54                 | 0,10  | 0,04                    | 0,01  |
| 13 (oligohalien)             | 6,95             | 4,89  | 13,91              | 5,26  | 0,80                 | 0,18  | 0,06                    | 0,01  |
| 14 (oligohalien)             | 11,12            | 9,67  | 13,00              | 5,28  | 0,65                 | 0,13  | 0,03                    | 0,03  |
| 15 (zoet lange verblijftijd) | 2,14             | 4,06  | 4,41               | 6,18  | 0,14                 | 0,13  | 0,01                    | 0,01  |
| 16 (zoet lange verblijftijd) | 8,54             | 7,18  | 11,41              | 8,11  | 0,59                 | 0,23  | 0,03                    | 0,02  |
| 17 (zoet korte verblijftijd) | 10,96            | 8,51  | 21,87              | 7,21  | 0,70                 | 0,32  | 0,05                    | 0,02  |
| 18 (zoet korte verblijftijd) | 8,11             | 6,25  | 12,68              | 8,90  | 0,98                 | 0,42  | 0,03                    | 0,02  |
| 19 (zoet korte verblijftijd) | 7,40             | 10,27 | 20,99              | 10,95 | 0,92                 | 0,47  | 0,05                    | 0,05  |
| Rupel                        | 10,72            | 8,02  | 22,20              | 9,62  | 0,67                 | 0,40  | 0,06                    | 0,02  |
| Durme                        | 4,11             | 6,64  | 13,49              | 11,75 | 0,59                 | 0,28  | 0,03                    | 0,03  |
| Kanaaldok                    | 2,77             | 4,28  | 2,42               | 3,25  | 0,45                 | 0,35  | 0,01                    | 0,03  |
| Zenne                        | 85,14            | 14,70 | 106,52             | 31,85 | 0,74                 | 0,55  | 0,34                    | 0,07  |
| Dender                       | 18,33            | 4,87  | 15,76              | 9,71  | 0,31                 | 0,32  | 0,19                    | 0,05  |
| Kleine Nete                  | 4,64             | 3,40  | 6,29               | 18,48 | 0,24                 | 0,64  | 0,02                    | 0,03  |
| Grote Nete                   | 3,76             | 12,02 | 10,49              | 7,03  | 0,37                 | 0,25  | 0,03                    | 0,01  |
| Bovenschelde                 | 3,35             | 4,31  | 19,36              | 6,87  | 0,89                 | 0,45  | 0,07                    | 0,02  |

Tabel 6-6: Evaluatie Toetsparameter Nutriënten [mg/l]: rekenparameters te evalueren via een grenswaarde.

| Zone                         | TDIN 2003-2008 |           |                |           | TDIN 2009-2014 |           |                |           | TDIN 2015     |          |               |          |
|------------------------------|----------------|-----------|----------------|-----------|----------------|-----------|----------------|-----------|---------------|----------|---------------|----------|
|                              | TDIN 2003-2008 | TDIN 2009 | TDIN 2009-2014 | TDIN 2015 | Ptot 2003-2008 | Ptot 2009 | Ptot 2009-2014 | Ptot 2015 | PO4 2003-2008 | PO4 2009 | PO4 2009-2014 | PO4 2015 |
| Sterk polyhalien             | 0,09           | 0,07      | 0,06           | 0,07      | 0,15           | 0,14      | 0,13           | 0,13      | 1,23          | 0,90     | 0,99          | 0,97     |
| Mesohalien                   | 0,13           | 0,10      | 0,10           | 0,11      | 0,19           | 0,15      | 0,16           | 0,16      | 2,18          | 1,62     | 1,76          | 1,71     |
| 9 (saliniteitsgradiënt)      | 0,15           | 0,14      | 0,12           | 0,13      | 0,41           | 0,28      | 0,30           | 0,35      | 4,39          | 3,49     | 3,44          | 2,64     |
| 10 (saliniteitsgradiënt)     | 0,15           | 0,14      | 0,13           | 0,14      | 0,38           | 0,37      | 0,38           | 0,37      | 4,75          | 3,67     | 3,68          | 3,25     |
| 11 (saliniteitsgradiënt)     | 0,16           | 0,14      | 0,13           | 0,14      | 0,43           | 0,50      | 0,49           | 0,52      | 5,33          | 4,06     | 4,02          | 3,45     |
| 12 (saliniteitsgradiënt)     | 0,16           | 0,15      | 0,13           | 0,13      | 0,39           | 0,45      | 0,49           | 0,51      | 5,47          | 4,67     | 4,50          | 3,74     |
| 13 (oligohalien)             | 0,15           | 0,16      | 0,14           | 0,14      | 0,62           | 0,57      | 0,53           | 0,51      | 5,64          | 4,86     | 4,61          | 3,97     |
| 14 (oligohalien)             | 0,18           | 0,18      | 0,16           | 0,15      | 0,75           | 0,89      | 0,68           | 0,53      | 5,65          | 5,03     | 4,81          | 4,24     |
| 15 (zoet lange verblijftijd) | 0,22           | 0,34      | 0,18           | 0,19      | NA             | NA        | 0,78           | 0,78      | 5,37          | 5,42     | 4,97          | 4,61     |
| 16 (zoet lange verblijftijd) | 0,26           | 0,23      | 0,20           | 0,19      | 0,93           | 0,80      | 0,77           | 0,88      | 5,75          | 5,33     | 5,09          | 4,90     |
| 17 (zoet korte verblijftijd) | 0,31           | 0,22      | 0,20           | 0,19      | 0,93           | 0,87      | 0,73           | 0,74      | 6,03          | 5,52     | 5,35          | 5,13     |
| 18 (zoet korte verblijftijd) | 0,32           | 0,22      | 0,22           | 0,21      | 0,88           | 0,63      | 0,63           | 0,65      | 6,33          | 6,07     | 5,63          | 5,48     |
| 19 (zoet korte verblijftijd) | 0,37           | 0,23      | 0,23           | 0,24      | 0,86           | 0,79      | 0,67           | 0,66      | 6,42          | 5,90     | 5,68          | 5,68     |
| Rupel                        | 0,20           | 0,18      | 0,12           | 0,14      | 0,79           | 0,68      | 0,58           | 0,53      | 5,62          | 4,76     | 4,21          | 3,77     |
| Durme                        | 0,19           | 0,18      | 0,17           | 0,17      | 0,82           | 0,89      | 1,08           | 1,00      | 5,63          | 5,47     | 4,99          | 4,53     |
| Kanaaldok                    | 0,13           | 0,10      | 0,09           | 0,10      | 0,29           | 0,27      | 0,21           | 0,20      | 3,76          | 3,21     | 3,26          | 2,85     |
| Zenne                        | 0,94           | 0,85      | 0,51           | 0,50      | 1,93           | 1,36      | 0,94           | 0,70      | 11,76         | 8,10     | 6,19          | 4,50     |
| Dender                       | 0,32           | 0,23      | 0,29           | 0,23      | 0,60           | 0,62      | 0,53           | 0,40      | 4,60          | 3,62     | 3,58          | 3,00     |
| Kleine Nete                  | 0,08           | 0,06      | 0,07           | 0,08      | 0,38           | 0,32      | 0,30           | 0,24      | 2,14          | 1,77     | 1,85          | 1,73     |
| Grote Nete                   | 0,07           | 0,07      | 0,05           | 0,11      | 0,51           | 0,57      | 0,51           | 0,49      | 2,79          | 2,43     | 2,12          | 1,86     |
| Bovenshelde                  | 0,37           | 0,29      | 0,27           | 0,26      | 0,73           | 0,60      | 0,53           | 0,51      | 6,40          | 6,35     | 5,89          | 5,77     |

Tabel 6-7: Evaluatie Toetsparameter Nutriënten [mg/l]: rekenparameters te evalueren via trendanalyse.

| Zone                         | Minimum Dsi (mg/l) |           | Duur Dsi < 0,28 mg/l (weken) |           | ICEP-Dsi (< 0 kg.C/km <sup>2</sup> .d) | ICEP-Tsi (< 0 kg.C/km <sup>2</sup> .d) |
|------------------------------|--------------------|-----------|------------------------------|-----------|--|--|
|                              | 2004-2009          | 2010-2015 | 2004-2009                    | 2010-2015 | 2015                                   | 2015                                   |
| Sterk polyhalien             | 0,01               | 0,01      | 17,8                         | 18,0      |  |  |
| Zwak polyhalien              | 0,02               | 0,01      | 9,0                          | 11,0      |  |  |
| Mesohalien                   | 0,01               | 0,01      | 8,1                          | 10,4      |  |  |
| 9 (saliniteitsgradiënt)      | 0,04               | 0,03      | 1,8                          | 5,9       | 2,46                                   | 2,08                                   |
| 10 (saliniteitsgradiënt)     | 0,37               | 0,03      | 0,0                          | 1,9       |  |  |
| 11 (saliniteitsgradiënt)     | 0,29               | 0,03      | 0,0                          | 0,0       |  |  |
| 12 (saliniteitsgradiënt)     | 0,06               | 0,26      | 0,0                          | 0,0       |  |  |
| 13 (oligohalien)             | 0,04               | 0,57      | 0,0                          | 0,0       | 2,71                                   | 2,26                                   |
| 14 (oligohalien)             | 0,06               | 0,13      | 4,0                          | 5,1       | 1,56                                   |  |
| 15 (zoet lange verblijftijd) | 0,08               | 0,06      | 0,0                          | 7,0       |  |  |
| 16 (zoet lange verblijftijd) | 0,01               | 0,02      | 13,0                         | 7,0       | 1,64                                   | 1,37                                   |
| 17 (zoet korte verblijftijd) | 0,01               | 0,00      | 13,0                         | 7,0       |  |  |
| 18 (zoet korte verblijftijd) | 0,01               | 0,00      | 9,0                          | 8,0       |  |  |
| 19 (zoet korte verblijftijd) | 0,01               | 0,01      | 9,0                          | 8,0       | 1,17                                   | 1,06                                   |
| Rupel                        | 1,13               | 0,28      | 0,0                          | 0,0       |  |  |
| Durme                        | 0,03               | 0,02      | 13,0                         | 6,9       |  |  |
| Kanaaldok                    | 0,44               | 0,03      | 0,0                          | 0,0       |  |  |
| Zenne                        | 4,77               | 1,62      | 0,0                          | 0,0       |  |  |
| Dender                       | 0,01               | 0,42      | 0,0                          | 0,0       |  |  |
| Kleine Nete                  | 3,11               | 1,81      | 0,0                          | 0,0       |  |  |
| Grote Nete                   | 4,04               | 2,10      | 0,0                          | 0,0       |  |  |
| Bovenschelde                 | 1,97               | 1,24      | 0,0                          | 0,0       |  |  |

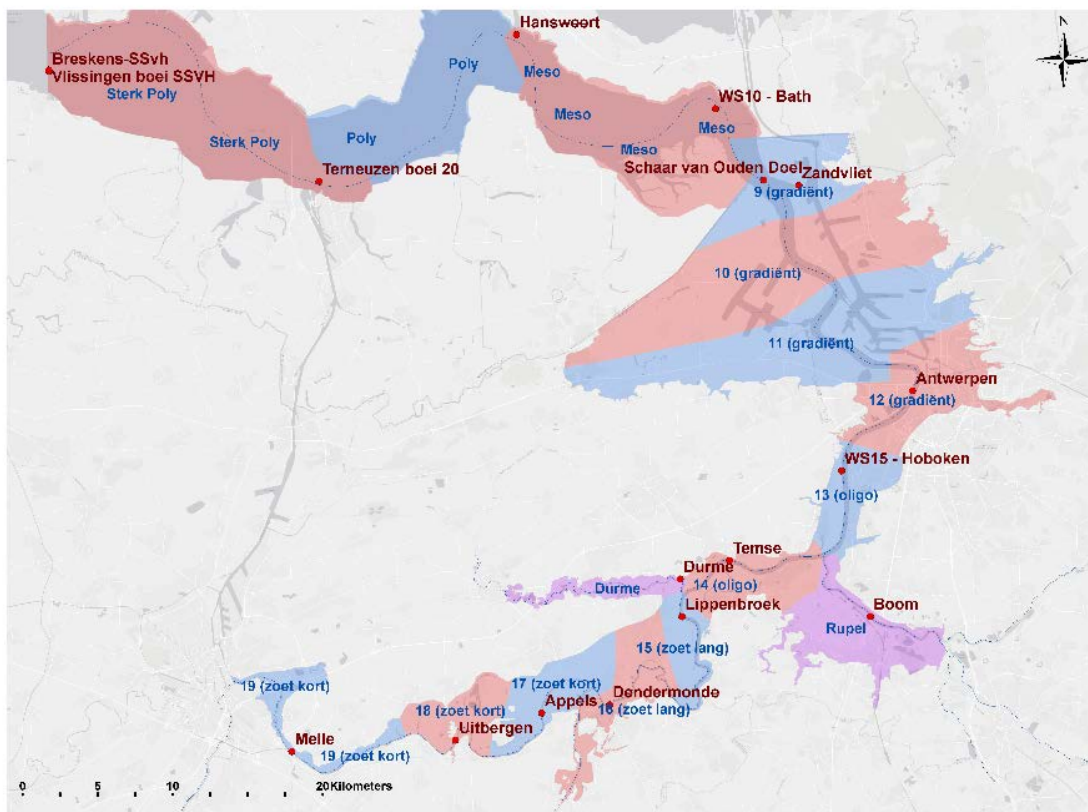
Tabel 6-8: Evaluatie Toetsparameter Nutriënten: Siliciumgehalte. Merk op: de duur van de zuurstofdip is indicatief. De periode kan louter opgemeten worden tussen 2 metingen. Een periode van 0 weken komt overeen met een zuurstofdip die korter duurt dan de temporele resolutie van de tijdreeks (2 à 4 weken).

## 6.5 Toetsparameter Algen

De toetsparameter Algen is onderverdeeld in drie rekenparameters: Primaire productie, Phaeocystis en Cyanobacteria. Deze laatste twee rekenparameters zijn problematisch wanneer er een overmatige biomassa aan algen aanwezig is in de waterkolom. Primaire productie is belangrijk omdat dit proces de basis vormt van een gezond voedselweb. Algen zijn de belangrijkste primaire producenten in het aquatisch systeem. Nieuwe biomassa wordt aangemaakt door middel van fotosynthese, chemosynthetische energie en voedingsstoffen in de waterkolom. De biomassa aan fytoplankton is een bron van energie die getransporteerd wordt over het voedselweb naar de hogere trofische niveaus. Het doel van de rekenparameters is om te bepalen hoeveel energie er doorstroomt naar hogere niveaus. Voor dit doel worden twee indicatoren gebruikt: de bruto primaire productie per eenheid biomassa (PB) en de ratio PB over de biomassa (PB:B). De biomassa algen wordt benaderd via de chlorofyl a concentratie. De overige twee rekenparameters (Phaeocystis en cyanobacteria) zijn een maat voor plaagalgen. Wanneer deze laatste overmatig aanwezig zijn in de waterkolom, kunnen ze een nadeel of zelfs een gevaar vormen voor het recreatieve gebruik van het water, het gebruik ervan als drinkwater en voor de mens in het algemeen.

### 6.5.1 Meetstations

Onderstaande figuur (Figuur 6-28) en tabel (Tabel 6-9) tonen de meetstations benut bij de evaluatie van de rekenparameters. Enkel voor chlorofyl a werden er meer stations opgenomen in de berekening.



Figuur 6-28: Locaties meetstations in de verschillende saliniteitszones die gebruikt zijn voor de toetsparameters van het hoofdstuk Algen.

| Station               | Bekken                         | Zone Code      | Afstand tot Vlissingen |
|-----------------------|--------------------------------|----------------|------------------------|
| Vlissingen            | Westerschelde- bekken          | Monding        | 0.00                   |
| Breskens-SSvh         | Westerschelde- bekken          | Monding        | 0.00                   |
| Terneuzen-W20         | Westerschelde- bekken          | Monding        | 24.08                  |
| Hansweert             | Westerschelde- bekken          | Meso           | 42.80                  |
| WS10 - Bath           | Westerschelde- bekken          | Meso           | 62.46                  |
| Schaar van ouden Doel | Benedenschelde- bekken         | 9 (gradiënt)   | 68.64                  |
| Zandvliet             | Benedenschelde- bekken         | 9 (gradiënt)   | 70.36                  |
| Antwerpen             | Benedenschelde- bekken         | 12 (gradiënt)  | 90.76                  |
| WS15 - Hoboken        | Benedenschelde- bekken         | 14 (oligo)     | 98.35                  |
| Boom                  | Benedenschelde- bekken (Rupel) | Boundary       | 110.61                 |
| Temse                 | Benedenschelde- bekken         | 14 (oligo)     | 111.32                 |
| Durme                 | Benedenschelde- bekken (Durme) | Boundary       | 116.44                 |
| Lippenbroek           | Benedenschelde- bekken         | 15 (zoet lang) | 116.71                 |
| Beneden Nete          | Benedenschelde- bekken (Nete)  | Boundary       | 118.70                 |
| Dijle                 | Dijle- en Zennebekken          | Boundary       | 124.74                 |
| Dendermonde           | Benedenschelde- bekken         | 16 (zoet lang) | 134.64                 |
| Dender                | Benedenschelde- bekken         | 17 (zoet kort) | 137.60                 |
| Appels                | Benedenschelde- bekken         | 17 (zoet kort) | 141.63                 |
| Uitbergen             | Benedenschelde- bekken         | 18 (zoet kort) | 151.23                 |
| Melle                 | Benedenschelde- bekken         | 19 (zoet kort) | 164.44                 |
| Bovenschedde          | Bovenschedde-bekken            | Boundary       | 179.26                 |

Tabel 6-9: Periodieke meetstations gebruikt voor de toetsparameters van het hoofdstuk Algen.

## 6.5.2 Periodieke Algen Data

De primaire productie (PB en de ratio PB:B) parameters zijn berekend aan de hand van de methodiek beschreven in de OMES 2015 rapportage (Maris & Meire, 2016). De primaire productie is gebaseerd op de gemeten radioactiviteit na een incubatie proces in het lab. De gemeten radioactiviteit wordt vervolgens omgerekend naar de gefixeerde hoeveelheid CO<sub>2</sub> (mg/l/uur), gebruikmakend van de specifieke activiteit. Door dit daarna te fitten als een functie van de lichtintensiteit wordt een fotosynthese-lichtcurve (P-E) verkregen, waarbij de data wordt genormaliseerd per mg chlorofyl-A (chl<sub>a</sub>). Uit de verkregen fit kunnen dan de belangrijke parameters PB<sub>max</sub> (mg C (mg chl<sub>a</sub>)<sup>-1</sup> uur<sup>-1</sup>, de maximale fotosynthesesnelheid en a<sup>B</sup>, een maat voor de fotosynthese efficiëntie (mg C (mg chl<sub>a</sub>)<sup>-1</sup> uur<sup>-1</sup>) (μmol foton s<sup>-1</sup>)<sup>-1</sup>) worden verkregen. De primaire productie is nu de integratie over de hoeveelheid chl<sub>a</sub> per diepte-interval, de lichtintensiteit en de fotsische diepte, d.w.z. de diepte tot waarin nog fotosynthese mogelijk is (Maris & Meire., 2016).

De PB ratio (mg C (mg chl<sub>a</sub>)<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>) geeft informatie over de primaire productie per eenheid biomassa. De chl<sub>a</sub> concentratie wordt gebruikt als een indicator voor de biomassa dichtheid. De ratio wordt berekend door de dagproductie (mg C m<sup>-2</sup> d<sup>-1</sup>) te delen door het chl<sub>a</sub> gehalte over de gehele waterkolom (mg chl<sub>a</sub> m<sup>-2</sup> = mg chl<sub>a</sub> m<sup>-3</sup> \* gemiddelde diepte (m)). De evaluatiemethodiek vereist daarnaast ook de berekening van de PB:B ratio, die verkregen wordt door de PB ratio te delen door de chl<sub>a</sub> concentratie (mg chl<sub>a</sub> m<sup>-3</sup>), waardoor de eenheid mg C (mg chl<sub>a</sub>)<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> (mg chl<sub>a</sub> m<sup>-3</sup>) ontstaat (Maris & Meire., 2016). Data voor de PB en de PB:B ratio's werd gedownload vanop het Schelde Monitor Platform. Er is data voor PB in 13

meetstations (*Tabel 6-9*), maar er was erg gelimiteerde data voor PB:B. Daarom werd de bestaande data voor PB en chla gebruikt om de PB:B ratio te berekenen. Alle gegevens zijn beperkt tot de laatste jaren (2010-2014). Oudere data werden daarom overgenomen uit het T2009 rapport. Merk op dat de resultaten voor 2011 licht verschillen. Spijtig genoeg liet de datalevering en het T2009 rapport niet toe om te achterhalen welke meetstations men toen gebruikte. De evaluatie van de periode 2010-2015 is dan ook alleen gebaseerd op de recent verkregen data.

De data voor Phaeocystis en Cyanobacteria werd eveneens gedownload vanop het Schelde Monitor Platform. De data voor Phaeocystis is beperkt tot drie meetstations, terwijl er voor Cyanobacteria data beschikbaar zijn voor vijf meetstations op de Zeeschelde en voor drie boundary meetstations.

Omdat de beschikbare informatie gelimiteerd is, werden de resultaten vergeleken met de resultaten uit de OMES 2015 rapportage van de Zeeschelde (Maris & Meire, 2016) om de rekenparameters voor Algen in te schatten.

### 6.5.3 Verklarende parameter Chlorofyl-A

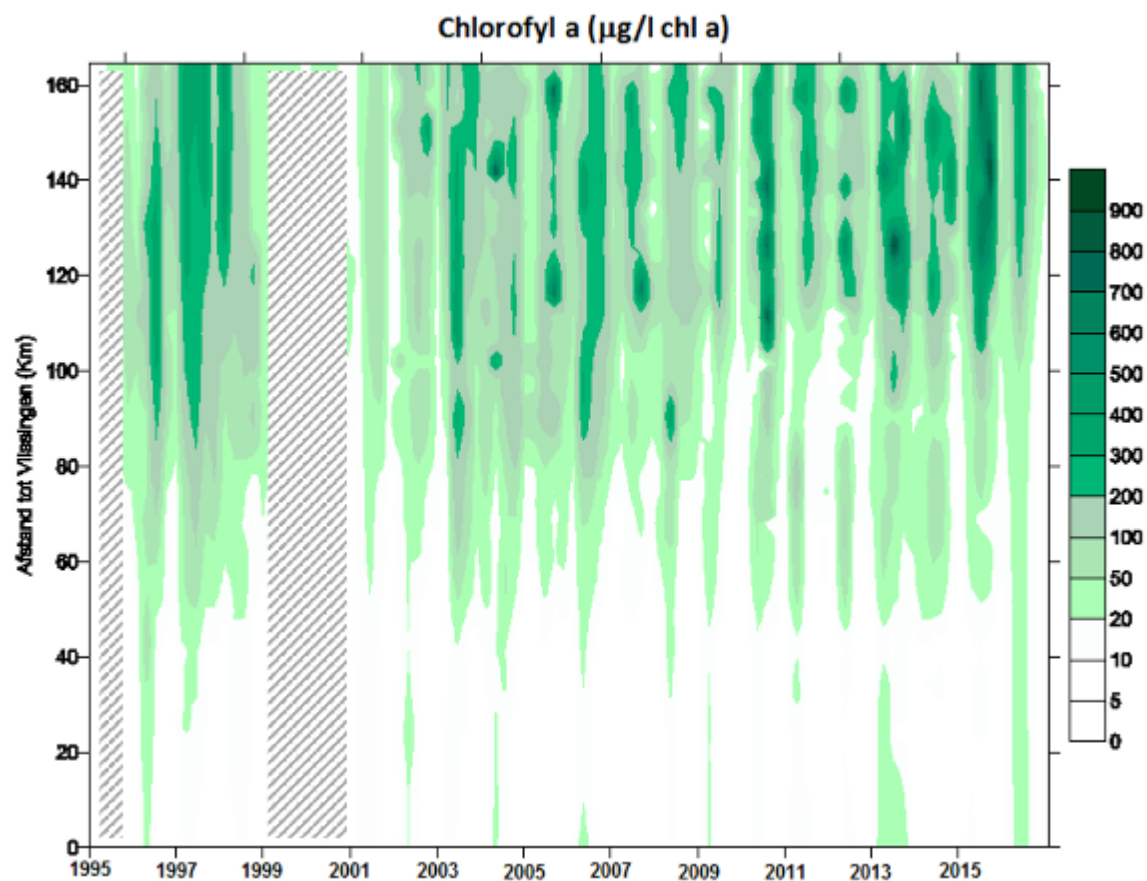
#### Omschrijving

Chlorofyl-A (chla) is een verklarende parameter voor Algen, maar wordt ook gebruikt om de PB:B ratio te berekenen. Vandaar dat chla hier al geïntroduceerd wordt. Chlorofyl-A is een pigment in de waterkolom waarvan de concentratie berekend wordt in  $\mu\text{g/l}$ . Chlorofyl-A wordt gebruikt als proxy voor de totale fytoplankton biomassa. Om een onderscheid te maken tussen de verschillende fytoplankton groepen, worden andere kenmerkende pigmenten uit de waterkolom gebruikt, zoals chlorofyl-B, luteïne, zeaxanthin, peridinin en alloxanthin. Zo wordt chlorofyl-b en luteïne bijvoorbeeld gebruikt als indicatoren voor groenwieren.

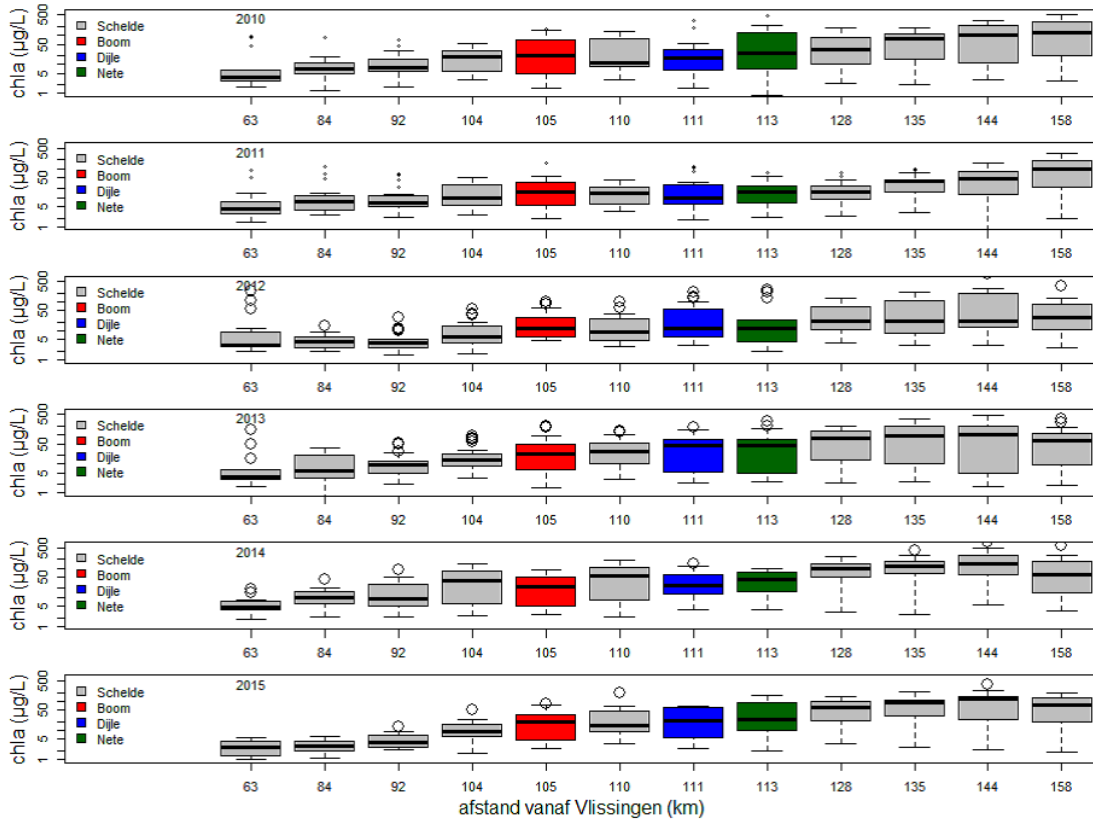
#### Interpretatie

De chlorofyl-A concentratie toont een duidelijke seizoensale trend (*Tabel 6-10*). Wat verder ook opvalt, is dat er een graduele opwaartse stijging is in de chla concentratie (*Figuur 6-29*, *Figuur 6-30*, *Tabel 6-10*). Rond 40 km van Vlissingen worden maximale chla gehalten behaald van  $60 \mu\text{g/l}$ , rond 90 km is dit  $100 \mu\text{g/l}$  en rond 140 km is dit  $400\text{-}500 \mu\text{g/l}$ . Verder is er geen duidelijke negatieve of positieve trend te zien in de verschillende Schelde zones doorheen de tijd.



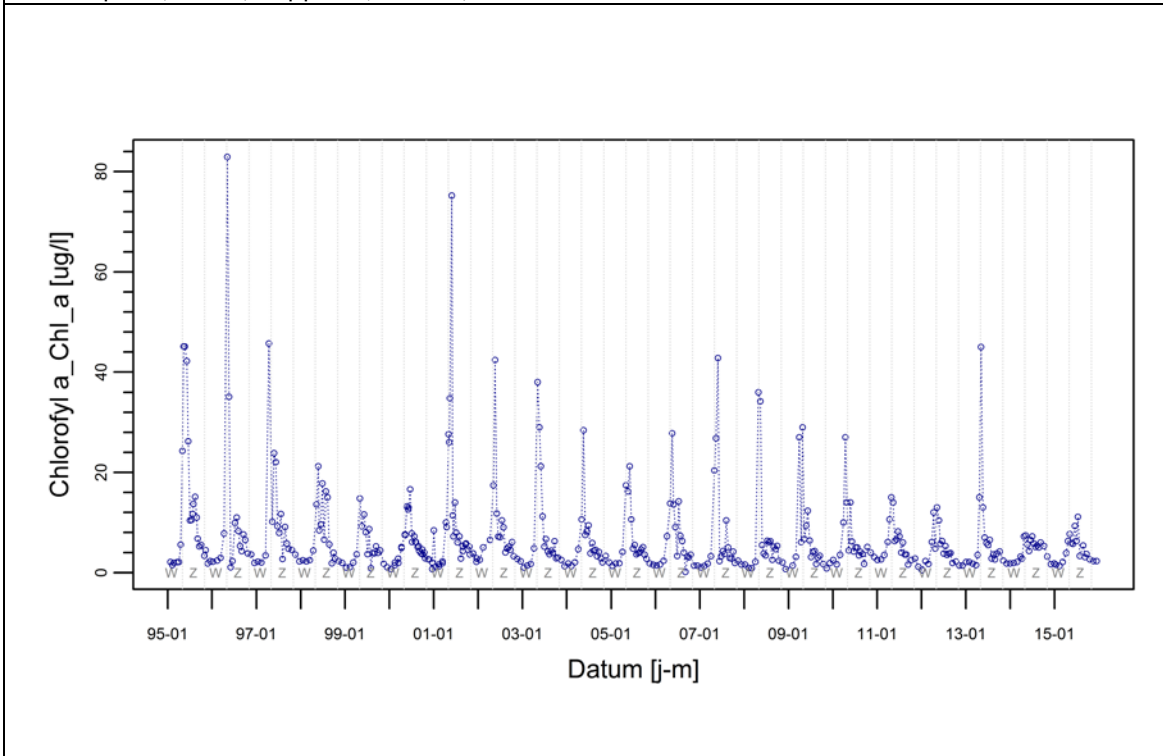


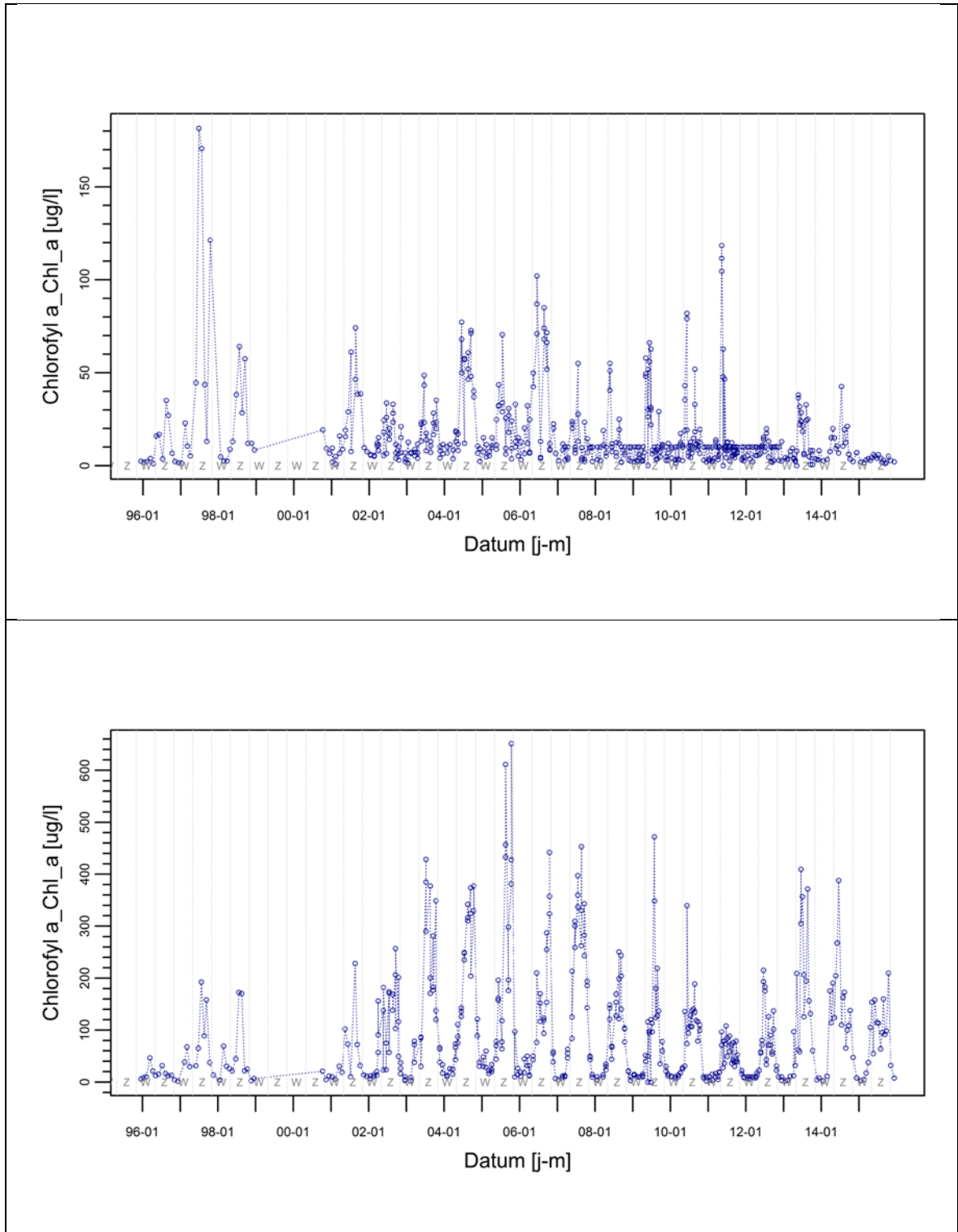
*Figuur 6-29: Contourplot van de chlorofyl a concentratie in ruimte en tijd. De gearceerde zones duiden op tijdsperiodes waarvoor geen data beschikbaar is.*



Figuur 6-30: Boxplots van de chl a-concentratie in functie van de afstand tot Vlissingen (Maris & Meire., 2016).

De chl a concentratie is hieronder weergegeven in functie van de tijd voor drie verschillende stations op de Wester- en Zeeschelde. Van boven naar onder: Hansweert (km 43), Antwerpen (km 90), Appels (km 142).





Figuur 6-31: De chla concentratie in functie van de tijd voor 3 stations op de Wester- en Zeeschelde.

## 6.5.4 Rekenparameter Doorstroming van energie

### 6.5.4.1 Bruto primaire productie per eenheid biomassa (PB)

#### Omschrijving

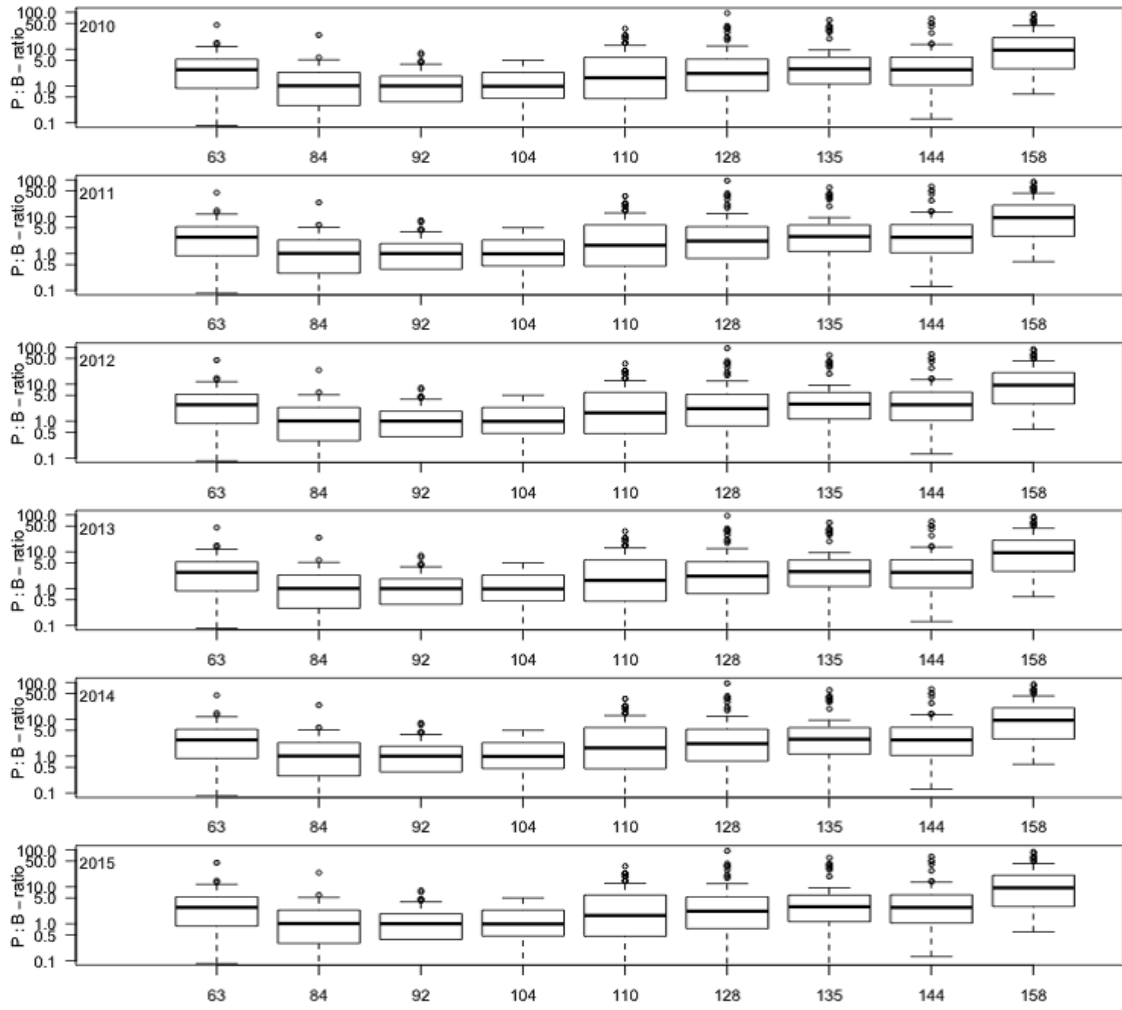
De fytoplanktonbiomassa wordt beïnvloed door bottom-up-factoren (nutriëntlimitatie, lichtlimitatie en temperatuur) en top-down-factoren (begrazing). Daarom kan de hoeveelheid primaire productie per gemeten biomassa aan fytoplankton sterk verschillen. De ratio primaire productie/biomassa geeft daarom een goede indicatie van de energiedoorstroming. De primaire productie wordt bepaald in  $\text{mmol C}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$  en representeert de productiviteit van het systeem. Met andere woorden het is de energie die geproduceerd wordt door primaire producenten door middel van fotosynthese.

In een oligotroof systeem wordt de primaire productie gereguleerd door de beschikbaarheid van nutriënten. Dit systeem heeft, dankzij de grote graasactiviteit, een hoge PB ratio. Een hypertroof systeem is sterk verrijkt met nutriënten. Dit indiceert een hoge fytoplanktonbiomassa maar een lage PB ratio. In dit laatste geval is de verhoogde nutriënten input negatief. Indien deze verhoogde nutriënten input zou leiden tot een verhoogde primaire productie die geconsumeerd wordt door hogere niveaus, dan is deze wel positief.

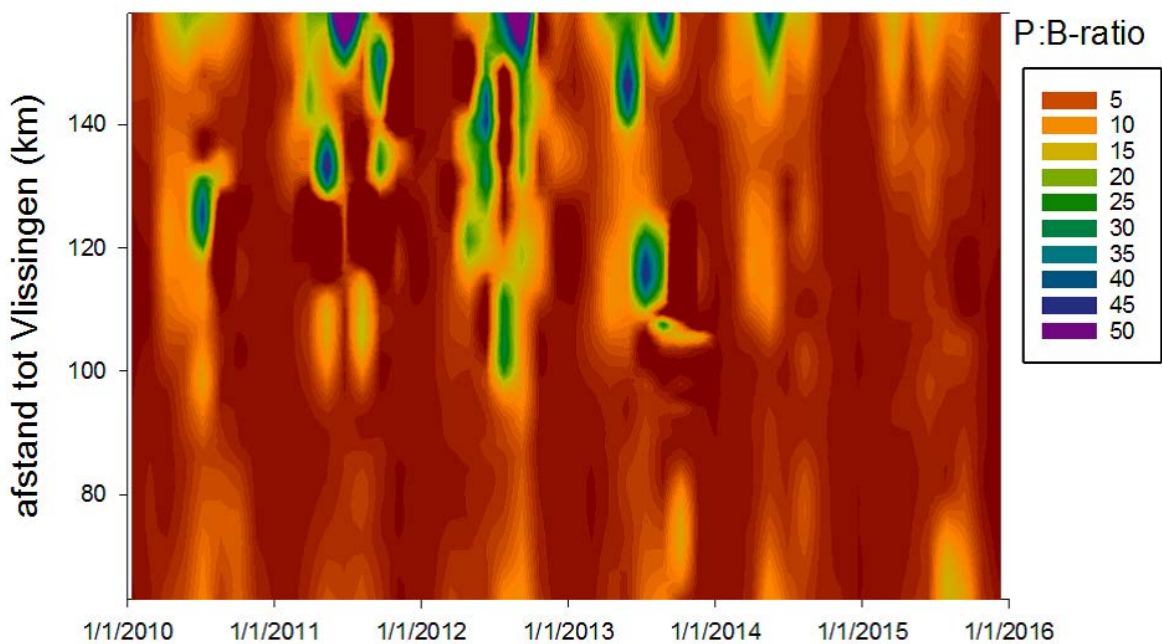
Voor het berekenen van de PB ratio, is de biomassa aan algen nodig. Deze kan goed ingeschat worden aan de hand van de chlorofyl-A concentratie, welke berekend wordt in  $\mu\text{g/l}$ . Belangrijk is dat de biomassa B op een bepaald tijdstip het netto resultaat is van de biomassa-opbouw doorheen het jaar.

De PB ratio is afhankelijk van de lichtbeschikbaarheid en vertoont bijgevolg een seizoenale trend. De PB ratio is dus grotendeels bepaald door omgevingsvariabelen op het moment van de bepaling ervan. Sommige Schelde-zones hebben een grotere lichtbeschikbaarheid dan andere. Dit heeft te maken met de ratio eufotische diepte/mengdiepte. De hoogste potentie voor primaire productie is te vinden in de mesohaliene zone, de zoete zones met korte verblijftijd en de polyhaliene zone. Voor een positieve evaluatie moet de PB ratio in deze zones minimaal 10 bedragen.

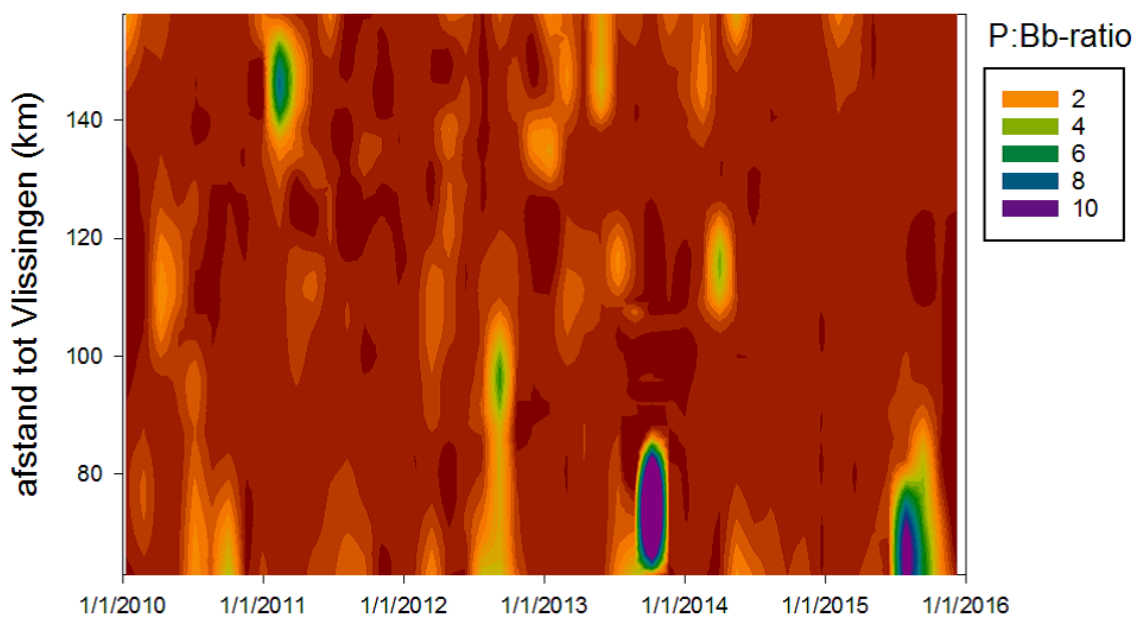
Een lagere potentie voor primaire productie is te vinden in de zones met sterke saliniteitsgradiënt, de oligohaliene zone en de zoete zones met lange verblijftijd. Voor een positieve evaluatie moet de PB ratio in deze zones minimaal 5 bedragen.



Figuur 6-32: Boxplot van de PB waarden van het fytoplankton voor de verschillende stations (Maris & Meire., 2016).



Figuur 6-33: Contourplot PB-ratio ( $\text{mg C mg}^{-1} \text{ chla dag}^{-1}$ ) (Maris & Meire., 2016).



Figuur 6-34: Contourplot PB:B-ratio ( $\text{mg C mg}^{-1} \text{ chla dag}^{-1} (\text{mg chla m}^{-3})$ ) (Maris & Meire., 2016).

### Interpretatie

Het valt op dat er grote variaties zijn tussen de verschillende jaren onderling (Figuur 6-32, Tabel 6-10). In geen van de zones is een duidelijke positieve of negatieve trend te zien tussen 1991 en 2015. Dit is natuurlijk ook te wijten aan de schaarse hoeveelheid beschikbare data. De evaluatie is echter overwegend negatief. Enkel in de zoete zones met lange en korte verblijftijd worden enkele jaren positief geëvalueerd (Tabel 6-10, Tabel 6-12).

Algemeen gezien is de PB-ratio hoger stroomopwaarts, richting Gent, (Figuur 6-33, Tabel 6-10) en in het zomerhalfjaar (Figuur 6-33).

#### 6.5.4.2 Bruto primaire productie per eenheid biomassa over de biomassa (PB:B)

##### Omschrijving

Deze ratio geeft een inzicht in de doorstroming naar hogere trofische niveaus, met andere woorden de doorstroming van primaire productie (algen) naar secundaire productie (zoöplankton). De PB:B ratio wordt beïnvloed door de historiek van de factoren die hem bepalen. Zoals de afhankelijkheid van de lichtbeschikbaarheid en het vertoon van een seizoenale trend. Sommige Schelde-zones hebben een grotere lichtbeschikbaarheid dan andere. Dit heeft te maken met de ratio eufotische diepte/mengdiepte. De hoogste potentie voor primaire productie is te vinden in de mesohaliene zone, de zoete zones met korte verblijftijd en de polyhaliene zone. Voor een positieve evaluatie met de PB:B ratio in deze zones minimaal 1,5 bedragen.

Een lagere potentie voor primaire productie is te vinden in de zones met sterke saliniteitsgradiënt, de oligohaliene zone en de zoete zones met lange verblijftijd. Voor een positieve evaluatie met de PB:B ratio in deze zones minimaal 0,75 bedragen.

De PB:B ratio wordt verder nog beïnvloed door (de historiek van) volgende factoren: Begrazing, respiratie en import en export in een bepaalde zone. Ook overmatige algenbloei kan gedetecteerd worden met de PB:B ratio.

##### Interpretatie

Er is geen correlatie te vinden tussen de PB en PB:B ratio's (Figuur 6-33, Figuur 6-34, Tabel 6-10 en Tabel 6-11). De hoogste PB:B waarden zijn te vinden dicht bij de grens. Dit wijst erop dat algen hier productief zijn, maar dat er geen grote biomassa opgebouwd wordt omdat de algen begraasd worden. Dit in tegenstelling tot de situatie meer stroomopwaarts nabij Appels en Uitbergen. Hier is de productiviteit hoger en wordt er ook een grotere biomassa opgebouwd door een gebrek aan begrazing.

De evaluatie is echter opnieuw overwegend negatief (zie Tabel 6-11 en Tabel 6-12). Enkel de zone met sterke saliniteitsgradiënt krijgt een positieve beoordeling in 2006, 2010, en 2013. Verder is er nog een positieve beoordeling voor de mesohaliene zone in 1991 en voor de zoete zones met korte en lange verblijftijd in 2006. De evaluatie dient echter voorzichtig behandeld te worden aangezien er niet veel data beschikbaar is. Er is dan ook niet echt sprake van een duidelijke trend doorheen de jaren.

| Meetlocatie PB                             | Uit T2009 |       |      |      | Berekening T2015 |       |       |       |      |      |
|--|-----------|-------|------|------|------------------|-------|-------|-------|------|------|
|  | 1991      | 2006  | 2009 | 2011 | 2010             | 2011  | 2012  | 2013  | 2014 | 2015 |
| <b>Sterk Polyhaliene zone</b>              |           |       |      |      |                  |       |       |       |      |      |
| Breskens-SSvh                              |           |       |      |      | 10,24            | 3,37  | 3,20  | 6,02  |      |      |
| Terneuzen-W20                              |           |       |      |      | 6,55             | 3,80  | 3,50  | 4,51  |      |      |
| <b>GEMIDDELDE</b>                          | 9,00      | 3,40  | 6,60 | 7,20 | 8,40             | 3,59  | 3,35  | 5,27  |      |      |
| <b>Polyhaliene zone</b>                    |           |       |      |      |                  |       |       |       |      |      |
| <b>GEMIDDELDE</b>                          | 7,20      | 2,80  | 4,10 | 6,00 |                  |       |       |       |      |      |
| <b>Mesohaliene zone</b>                    |           |       |      |      |                  |       |       |       |      |      |
| Hansweert                                  |           |       |      |      | 8,41             | 5,38  | 4,14  | 4,95  |      |      |
| Bath                                       |           |       |      |      | 4,11             | 2,26  | 4,44  | 3,72  |      |      |
| <b>GEMIDDELDE</b>                          | 9,40      | 2,70  | 5,20 | 4,00 | 6,26             | 3,82  | 4,29  | 4,34  |      |      |
| <b>Zone met sterke saliniteitsgradiënt</b> |           |       |      |      |                  |       |       |       |      |      |
| Zandvliet                                  |           |       |      |      | 5,60             | 3,26  | 4,80  | 3,64  | 4,70 |      |
| Antwerpen                                  |           |       |      |      | 3,61             | 1,74  | 2,38  | 4,71  | 2,00 |      |
| <b>GEMIDDELDE</b>                          | 4,90      | 3,80  | 2,20 | 2,60 | 4,61             | 2,50  | 3,59  | 4,18  | 3,35 |      |
| <b>Oligohaliene zone</b>                   |           |       |      |      |                  |       |       |       |      |      |
| Hoboken                                    |           |       |      |      | 3,87             | 1,61  | 2,98  | 1,80  | 1,48 |      |
| Temse                                      |           |       |      |      | 3,93             | 2,66  | 5,67  | 4,50  | 1,47 |      |
| <b>GEMIDDELDE</b>                          | 3,50      | 1,80  | 2,10 | 1,20 | 3,90             | 2,14  | 4,33  | 3,15  | 1,48 |      |
| <b>Zoet lange verblijftijd</b>             |           |       |      |      |                  |       |       |       |      |      |
| Lippenbroek                                |           |       |      |      | 7,52             | 3,02  | 5,84  | 12,86 | 3,36 |      |
| Dendermonde                                |           |       |      |      | 8,34             | 10,19 | 12,33 | 5,90  | 3,72 |      |
| <b>GEMIDDELDE</b>                          |           | 10,60 | 1,50 | 3,70 | 7,93             | 6,61  | 9,09  | 9,38  | 3,54 |      |
| <b>Zoet korte verblijftijd</b>             |           |       |      |      |                  |       |       |       |      |      |
| Appels                                     |           |       |      |      | 7,07             |       |       | 5,58  | 3,03 |      |
| Uitbergen                                  |           |       |      |      | 9,63             | 5,09  | 14,71 | 11,72 | 5,89 | 1,95 |
| Melle                                      |           |       |      |      |                  |       |       |       |      |      |
| <b>GEMIDDELDE</b>                          |           | 10,80 | 2,70 | 7,20 | 8,35             | 5,09  | 14,71 | 8,65  | 4,46 | 1,95 |

Tabel 6-10: PB per saliniteitszone: resultaten overgenomen uit T2009 (LINKS) en berekening T2015 (RECHTS).

| Meetlocatie PBB                            | Uit T2009 |      |      |      | Berekening T2015 |      |      |      |      |      |
|--|-----------|------|------|------|------------------|------|------|------|------|------|
|  | 1991      | 2006 | 2009 | 2011 | 2010             | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
| <b>Sterk Polyhaliene zone</b>              |           |      |      |      |                  |      |      |      |      |      |
| Breskens-SSvh                              |           |      |      |      |                  |      |      | 0,68 |      |      |
| Terneuzen-W20                              |           |      |      |      |                  |      |      | 0,79 |      |      |
| <b>GEMIDDELDE</b>                          | 1,43      | 0,71 | 1,15 | 1,40 |                  |      |      | 0,74 |      |      |
| <b>Polyhaliene zone</b>                    |           |      |      |      |                  |      |      |      |      |      |
| <b>GEMIDDELDE</b>                          | 0,88      | 0,56 | 0,59 | 1,12 |                  |      |      |      |      |      |
| <b>Mesohaliene zone</b>                    |           |      |      |      |                  |      |      |      |      |      |
| Hansweert                                  |           |      |      |      |                  |      |      | 1,33 |      |      |
| Bath                                       |           |      |      |      |                  |      |      |      |      |      |
| <b>GEMIDDELDE</b>                          | 1,64      | 0,62 | 1,09 | 0,67 |                  |      |      | 1,33 |      |      |
| <b>Zone met sterke saliniteitsgradiënt</b> |           |      |      |      |                  |      |      |      |      |      |
| Zandvliet                                  |           |      |      |      | 2,10             | 0,88 |      | 1,27 |      |      |
| Antwerpen                                  |           |      |      |      | 0,30             | 0,15 | 0,30 | 1,18 | 0,16 |      |
| <b>GEMIDDELDE</b>                          | 0,55      | 1,60 | 0,25 | 0,46 | 1,20             | 0,52 | 0,30 | 1,23 | 0,16 |      |
| <b>Oligohaliene zone</b>                   |           |      |      |      |                  |      |      |      |      |      |
| Hoboken                                    |           |      |      |      |                  |      |      | 0,12 |      |      |
| Temse                                      |           |      |      |      | 0,12             | 0,13 | 0,42 | 0,36 | 0,03 |      |
| <b>GEMIDDELDE</b>                          | 0,10      | 0,22 | 0,29 | 0,18 | 0,12             | 0,13 | 0,42 | 0,24 | 0,03 |      |
| <b>Zoet lange verblijftijd</b>             |           |      |      |      |                  |      |      |      |      |      |
| Lippenbroek                                |           |      |      |      | 0,14             | 0,63 | 0,26 | 0,21 | 0,09 |      |
| Dendermonde                                |           |      |      |      | 0,18             | 0,56 | 0,29 | 0,05 | 0,05 |      |
| <b>GEMIDDELDE</b>                          | NA        | 2,21 | 0,04 | 0,39 | 0,16             | 0,60 | 0,28 | 0,13 | 0,07 |      |
| <b>Zoet korte verblijftijd</b>             |           |      |      |      |                  |      |      |      |      |      |
| Appels                                     |           |      |      |      | 0,07             | 0,35 | 0,55 | 0,03 | 0,02 |      |
| Uitbergen                                  |           |      |      |      | 0,03             | 0,12 | 0,34 | 0,45 | 0,05 | 0,03 |
| Melle                                      |           |      |      |      | 0,05             | 0,54 | 1,14 | 0,50 | 0,70 | 0,08 |
| <b>GEMIDDELDE</b>                          | NA        | 2,50 | 0,29 | 0,53 | 0,05             | 0,34 | 0,68 | 0,33 | 0,26 | 0,06 |

Tabel 6-11: PBB per saliniteitszone: resultaten overgenomen uit T2009 (LINKS) en berekening T2015 (RECHTS).



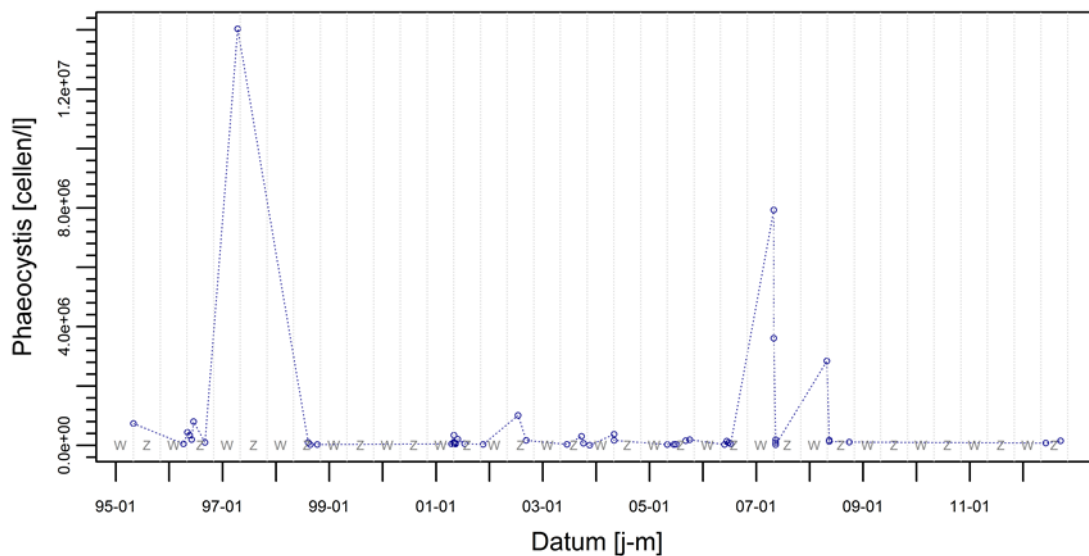
| zone                       | PB   |      | PBB  |      |
|----------------------------|------|------|------|------|
|                            | E.M. | 2015 | E.M. | 2015 |
| sterke saliniteitsgradient | 5    | 5,6  | 0,75 | 2,50 |
| oligohalien                | 5    | 1,9  | 0,75 | 0,27 |
| zoet lange verblijftijd    | 5    | 2,4  | 0,75 | 0,11 |
| zoet korte verblijftijd    | 10   | 7,4  | 1,50 | 0,15 |

Tabel 6-12: Gemiddelde waarde per zone voor PB en PBB voor 2015 (Maris & Meire., 2016).

### 6.5.5 Rekenparameter Phaeocystis

#### Omschrijving

Deze rekenparameter wordt enkel in het zomer halfjaar beoordeeld op Schelde-niveau 3. Voor een positieve beoordeling mag de concentratie niet hoger dan  $4 \times 10^6$  cellen per liter liggen.



Figuur 6-35: Phaeocystis concentratie in functie van de tijd te Hansweert.

#### Interpretatie

Er is enkel een beoordeling mogelijk voor de mondingszone (Vlissingen), de Mesohaliene zone (Hansweert) en de zone met sterke saliniteitsgradient (Schaar van Ouden Doel). De Phaeocystis resultaten zijn conform de T2009-rapportage (tot en met 2007), met een piek te Hansweert in 2007 (Tabel 6-13).

In de jaren daarna werden wel te hoge concentraties Phaeocystis waargenomen. Dit was het geval in 2013 te Hansweert en Vlissingen, in 2014 te Vlissingen en in 2015 te Schaar van Ouden Doel (Tabel 6-13). De beoordeling van deze rekenparameter is dan ook negatief. Er dient echter enige voorzichtigheid gehanteerd worden bij de evaluatie, daar er weinig data beschikbaar is.

| Station               | 2005      | 2006      | 2007      | 2008      | 2012      | 2013      | 2014      | 2015      |
|-----------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Hansweert             | 1.86.E+05 | 1.38.E+05 | 7.93.E+06 | 1.77.E+05 | 1.48.E+05 | 9.23.E+06 | 2.51.E+06 | 3.42.E+05 |
| Schaar van Ouden Doel | 4.66.E+05 |           |           |           | 1.03.E+05 |           |           | 5.70.E+04 |
| Vlissingen            |           |           |           |           |           | 5.36.E+07 | 1.00.E+07 | 1.48.E+06 |

Tabel 6-13: Maximum Phaeocystis concentratie in het zomerhalfjaar. De waarden voor 2013, 2014 en 2015 te Hansweert en 2015 te Vlissingen komen van een meetstation dichtbij het meetstation waar de andere jaren gemeten werd.

## 6.5.6 Rekenparameter Cyanobacteriën

### Omschrijving

Bij een grote bloei kunnen blauwalgen voor problemen zorgen. Ze kunnen immers voor mens en dier toxische stoffen uitscheiden. Opwaarts zijn er typisch meer cyanobacteria aanwezig door het afnemende zoutgehalte. De meerderheid van de cyanobacteria in het estuarium werden aangevoerd via de zijrivieren. Volgens de auteurs van het OMES 2015 rapport zijn de Planktotrix en Limnothrix de meest dominante cyanobacteriën.

Deze rekenparameter wordt beoordeeld tot op Schelde-niveau 3, enkel in het zomer halfjaar. Voor een positieve beoordeling mag de concentratie niet hoger dan  $2 \times 10^7$  cellen per liter liggen.

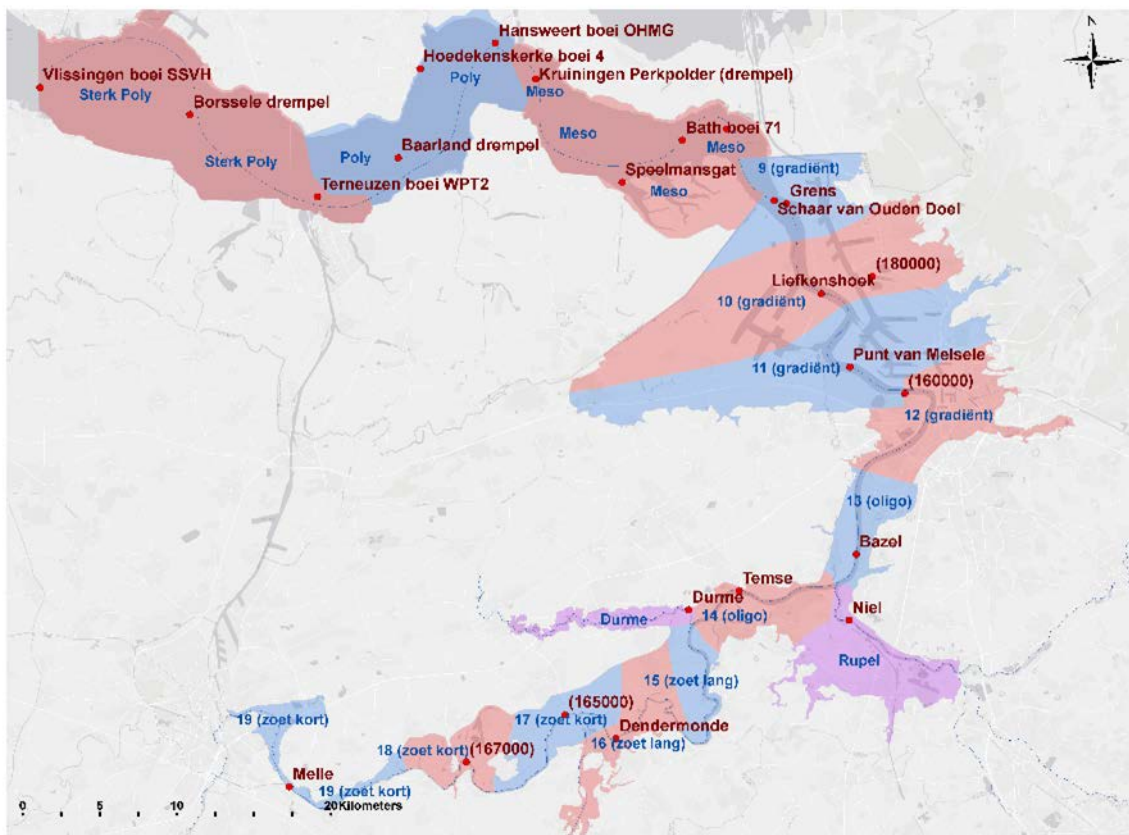
Cyanobacteriën zijn sleutelsoorten voor de Communicatie-Indicator Flora en Fauna. Voor de evaluatie en interpretatie van Cyanobacteriën wordt verwezen naar §8.6.3.

## 6.6 Toetsparameter Toxische stoffen

De aanwezigheid van toxische stoffen kunnen het ecosysteem grondig verstoren. In tegenstelling tot de toetsparameters zuurstof, nutriënten en algen, is er geen wisselwerking tussen de aanwezige toxische stoffen in het estuarium en het ecosysteem. De evaluatie van deze toetsparameter is ook complex omdat de lijst van toxische stoffen continue aan verandering onderhevig is. De toetsparameter Toxische stoffen omvat drie rekenparameters: Waterbodempkwaliteit, Chemische waterkwaliteit en Milieuverontreinigende stoffen in het voedselweb. De rekenparameter Zwemwaterkwaliteit wordt in deze rapportage, in tegenstelling tot de T2009-rapportage, niet besproken.

### 6.6.1 Meetstations

Figuur 6-36 toont welke stations gebruikt zijn bij het evalueren van de rekenparameters horende bij toxische stoffen.



Figuur 6-36: Locaties meetstations met data voor toxische stoffen in de verschillende Scheldezones.

## 6.6.2 Rekenparameter waterbodempkwaliteit in het Schelde estuarium

### Omschrijving en data

De waterbodems worden ingedeeld in kwaliteitsklassen, gaande van niet verontreinigd (1) tot sterkt verontreinigd (4). Om deze kwaliteitsklassen te beoordelen wordt uitgegaan van een formule die de gemeten concentraties in de waterbodem eerst omrekent naar standaardcondities voor waterbodems. Daarna wordt de verhouding van de gemeten pollutieconcentratie ten opzichte van zijn milieu kwaliteitsnorm berekend, waarna hiervan het logaritme berekend wordt (de LogIndex). Deze LogIndex ligt aan de basis van de opdeling in kwaliteitsklassen (Tabel 6-14) (Maris et al., 2014).

| LogIndex    | Klasse | Betekenis (afwijking t.o.v. referentie) |
|-------------|--------|---|
| 0 - < 0,4   | 1      | niet afwijkend                          |
| 0,4 - < 0,8 | 2      | licht afwijkend                         |
| 0,8 - < 1,2 | 3      | Afwijkend                               |
| 1,2 - < 2   | 4      | sterk afwijkend                         |

Tabel 6-14: LogIndex en kwaliteitsklassen.

De meetstations met data voor toxische stoffen in de waterbodem is weergegeven in Tabel 6-15.

| Station                         | Rivier        | Zone Code      | Afstand tot Vlissingen |
|---------------------------------|---------------|----------------|------------------------|
| Vlissingen boei SSVH            | Westerschelde | Sterk Poly     | 0.00                   |
| Borssele drempel                | Westerschelde | Sterk Poly     | 13.83                  |
| Terneuzen boei WPT2             | Westerschelde | Sterk Poly     | 23.95                  |
| Baarland drempel                | Westerschelde | Poly           | 30.76                  |
| Hoedekenskerke boei 4           | Westerschelde | Poly           | 38.07                  |
| Hansweert boei OHMG             | Westerschelde | Poly           | 41.21                  |
| Kruiningen Perkpolder (drempel) | Westerschelde | Meso           | 44.75                  |
| Speelmansgat                    | Westerschelde | Meso           | 54.19                  |
| Bath boei 71                    | Westerschelde | Meso           | 58.73                  |
| Bath boei 68                    | Westerschelde | Meso           | 62.64                  |
| Grens (154100)                  | Westerschelde | 9 (gradiënt)   | 67.79                  |
| Schaar van Ouden Doel           | Zeeschelde    | 9 (gradiënt)   | 68.64                  |
| Liefkenshoek (157000)           | Zeeschelde    | 10 (gradiënt)  | 75.36                  |
| (180000)                        | Zeeschelde    | 10 (gradiënt)  | 77.85                  |
| Punt van Melsele (159000)       | Zeeschelde    | 11 (gradiënt)  | 81.45                  |
| (160000)                        | Zeeschelde    | 12 (gradiënt)  | 87.45                  |
| Bazel (162000)                  | Zeeschelde    | 13 (oligo)     | 101.92                 |
| Niel (210000)                   | Rupel         | Rupel          | 107.70                 |
| Temse (162800)                  | Zeeschelde    | 14 (oligo)     | 111.37                 |
| Durme (492000)                  | Durme         | Durme          | 116.37                 |
| Dendermonde (164000)            | Zeeschelde    | 16 (zoet lang) | 133.23                 |
| (165000)                        | Zeeschelde    | 17 (zoet kort) | 139.09                 |
| (167000)                        | Zeeschelde    | 18 (zoet kort) | 150.07                 |
| Melle (168900)                  | Zeeschelde    | 19 (zoet kort) | 164.47                 |

Tabel 6-15: Periodieke meetstations gebruikt voor de waterbodempkwaliteit evaluatie.

Evaluatie gebeurt tot op niveau 3 in de Zee- en Westerschelde. De hele zone wordt beoordeeld op de sterkst verontreinigde kwaliteitsklasse die voorkomt. Dit betekent dat indien alle te beoordelen stoffen in de zone ingedeeld worden in klasse 1 en slechts 1 stof in klasse 4, de hele zone toch de beoordeling 'klasse 4' zal krijgen.

De metalen en organische stoffen gebruikt bij de beoordeling staan in respectievelijk in Tabel 6-16 en Tabel 6-17. De tabellen geven ook de milieukwaliteitsnorm voor de evaluatie van de rekenparameters bij waterbodempkwaliteit.

| <b>Metalen</b> | <b>Eenheid</b> | <b>Milieukwaliteitsnorm</b> |
|----------------|----------------|-----------------------------|
| Arseen         | mg/kg DS       | <b>19.00</b>                |
| Cadmium        | mg/kg DS       | <b>1.00</b>                 |
| Chroom         | mg/kg DS       | <b>62.00</b>                |
| Koper          | mg/kg DS       | <b>20.00</b>                |
| Kwik           | mg/kg DS       | <b>0.55</b>                 |
| Lood           | mg/kg DS       | <b>40.00</b>                |
| Nikkel         | mg/kg DS       | <b>16.00</b>                |
| Zink           | mg/kg DS       | <b>147.00</b>               |

Tabel 6-16: Metalen en hun milieukwaliteitsnormen voor de evaluatie van waterbodempkwaliteit.

| Organische stof                 | Eenheid  | Milieukwaliteitsnorm |
|---------------------------------|----------|----------------------|
| o,p'-DDD                        | mg/kg DS | 0.10                 |
| o,p'-DDE                        | mg/kg DS | 0.10                 |
| o,p'-DDT                        | mg/kg DS | 0.10                 |
| p,p'-DDE                        | mg/kg DS | 0.30                 |
| p,p'-DDD                        | mg/kg DS | 0.50                 |
| p,p'-DDT                        | mg/kg DS | 0.10                 |
| acenafteen                      | mg/kg DS | 0.20                 |
| acenaftyleen                    | mg/kg DS | 0.20                 |
| a-endosulfan                    | µg/kg DS | 0.10                 |
| a-hexachloorcyclohexaan (a-HCL) | µg/kg DS | 0.10                 |
| aldrin                          | µg/kg DS | 0.10                 |
| anthraceen                      | mg/kg DS | 0.10                 |
| benzo(a)anthraceen              | mg/kg DS | 0.15                 |
| benzo(a)pyreen                  | mg/kg DS | 0.15                 |
| benzo(b)fluoranteen             | mg/kg DS | 0.20                 |
| benzo(g,h,i)peryleen            | mg/kg DS | 0.13                 |
| benzo(k)fluoranteen (b)         | mg/kg DS | 0.20                 |
| benzeen                         | mg/kg DS | 0.20                 |
| b-hexachloorcyclohexaan (b-HCL) | µg/kg DS | 0.10                 |
| chryseen                        | mg/kg DS | 0.21                 |
| dibenzo(a,h)anthraceen          | mg/kg DS | 0.10                 |
| dieldrin                        | µg/kg DS | 0.10                 |
| endrin                          | µg/kg DS | 0.10                 |
| ethylbenzeen                    | mg/kg DS | 0.20                 |
| fenanthreen                     | mg/kg DS | 0.21                 |
| fluoranteen                     | mg/kg DS | 0.37                 |
| fluoreen                        | mg/kg DS | 0.10                 |
| γ-hexachloorcyclohexaan (γ-HCL) | µg/kg DS | 0.10                 |
| indeno(1,2,3-cd)pyreen          | mg/kg DS | 0.14                 |
| naftaleen                       | mg/kg DS | 0.10                 |
| ortho-Xyleen                    | mg/kg DS | 0.20                 |
| PCB 28                          | µg/kg DS | 0.10                 |
| PCB 31                          | µg/kg DS | 0.10                 |
| PCB 49                          | µg/kg DS | 0.10                 |
| PCB 52                          | µg/kg DS | 0.10                 |
| PCB 101                         | µg/kg DS | 0.40                 |
| PCB 118                         | µg/kg DS | 0.30                 |
| PCB 138                         | µg/kg DS | 0.70                 |
| PCB 153                         | µg/kg DS | 0.90                 |
| PCB 180                         | µg/kg DS | 0.60                 |
| pyreen                          | mg/kg DS | 0.30                 |
| styreen                         | mg/kg DS | 0.20                 |
| tolueen                         | mg/kg DS | 0.20                 |

Tabel 6-17: Organische stoffen met hun milieukwaliteitsnormen voor de evaluatie van de waterbodembodemkwaliteit evaluatie.

Hieronder volgen de samenvattingstabellen met de beoordelingen voor de metalen (Tabel 6-18), de organische stoffen (Tabel 6-19) en de totale beoordeling (Tabel 6-20). Daarbij werd zowel de kwaliteitsklasse (waarde 1 tot 4) als de toestand (groen = positief; rood = negatief).

| METAL MAX              | 1996 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 |
|------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Sterk Polyhaliene zone | 3    | 3    | 2    |      | 2    |      |      | 3    |      |      | 2    |      | 3    |      |      | 2    |
| Polyhaliën             | 3    | 3    | 3    |      | 2    |      |      | 2    |      |      | 2    |      | 3    |      |      | 2    |
| Mesohaliën             |      | 4    |      |      | 4    |      | 3    | 4    |      |      | 4    |      | 3    |      |      | 3    |
| Gradiënt               |      | 4    | 3    | 4    | 4    | 1    | 1    | 4    |      | 2    | 4    | 4    | 3    | 4    |      | 3    |
| Oligohaliën            |      |      |      |      |      | 1    |      |      |      | 1    |      |      |      |      |      |      |
| Zoet lang              |      |      |      |      |      | 3    |      |      |      | 4    |      |      | 1    |      |      |      |
| Zoet kort              |      |      |      |      |      | 3    |      |      | 4    | 4    |      |      | 3    |      |      |      |
| Rupel                  |      |      |      |      |      | 4    |      |      |      | 3    |      |      | 4    |      | 4    |      |
| Durme                  |      |      |      |      |      | 2    |      |      |      | 4    |      |      | 2    |      |      |      |

Tabel 6-18: Beoordeling van alle Schelde zones in kwaliteitsklassen, enkel rekening gehouden met het voorkomen van metalen in de waterbodem.

| ORGANIC MAX            | 1996 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 |
|------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Sterk Polyhaliene zone | 4    | 4    | 4    |      | 4    |      |      | 4    |      |      | 4    |      | 4    |      |      | 4    |
| Polyhaliën             | 4    | 4    | 2    |      | 2    |      |      | 4    |      |      | 4    |      | 4    |      |      | 4    |
| Mesohaliën             |      | 4    |      |      | 4    |      | 1    | 4    |      |      | 4    |      | 4    |      |      | 4    |
| Gradiënt               |      |      | 4    | 4    | 4    | 4    | 4    | 4    |      | 4    | 4    | 4    | 3    | 4    |      |      |
| Oligohaliën            |      |      |      |      |      | 4    |      |      |      | 3    |      |      |      |      |      |      |
| Zoet lang              |      |      |      |      |      | 4    |      |      |      | 4    |      |      | 4    |      |      |      |
| Zoet kort              |      |      |      |      |      | 4    |      |      | 4    | 4    |      |      | 4    |      |      |      |
| Rupel                  |      |      |      |      |      | 4    |      |      |      | 4    |      |      | 4    |      | 3    |      |
| Durme                  |      |      |      |      |      | 4    |      |      |      | 4    |      |      | 4    |      |      |      |

Tabel 6-19: Beoordeling van alle Schelde zones in kwaliteitsklassen, enkel rekening gehouden met het voorkomen van organische stoffen in de waterbodem.

| TOTAL MAX              | 1996 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 |
|------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Sterk Polyhaliene zone | 4    | 4    | 4    |      | 4    |      |      | 4    |      |      | 4    |      | 4    |      |      | 4    |
| Polyhaliën             | 4    | 4    | 3    |      | 2    |      |      | 4    |      |      | 4    |      | 4    |      |      | 4    |
| Mesohaliën             |      | 4    |      |      | 4    |      | 3    | 4    |      |      | 4    |      | 4    |      |      | 4    |
| Gradiënt               |      | 4    | 4    | 4    | 4    | 4    | 4    | 4    |      | 4    | 4    | 4    | 3    | 4    |      | 3    |
| Oligohaliën            |      |      |      |      |      | 4    |      |      |      | 3    |      |      |      |      |      |      |
| Zoet lang              |      |      |      |      |      | 4    |      |      |      | 4    |      |      | 4    |      |      |      |
| Zoet kort              |      |      |      |      |      | 4    |      |      | 4    | 4    |      |      | 4    |      |      |      |
| Rupel                  |      |      |      |      |      | 4    |      |      |      | 4    |      |      | 4    |      | 4    |      |
| Durme                  |      |      |      |      |      | 4    |      |      |      | 4    |      |      | 4    |      |      |      |

Tabel 6-20: Beoordeling van alle Schelde zones in kwaliteitsklassen.

## Interpretatie

Veel zones worden ingedeeld in klasse 3 en 4. Dit komt overeen met sterke afwijkingen in vergelijking met de referentie milieunorm. In onderstaande tabellen wordt weergegeven welke metalen en organische stoffen de oorzaak zijn van deze slechte evaluatie.

| Zone                       | Klasse | Arsen | Cadmium | Chroom | Koper | Kwik | Lood | Nikkel | Zink |
|----------------------------|--------|-------|---------|--------|-------|------|------|--------|------|
| Sterk Polyhalien           | 3      | 1     | 1       | 3      | 1     | 1    | 2    | 2      | 1    |
| Polyhalien                 | 3      | 3     | 1       | 3      | 1     | 1    | 2    | 2      | 2    |
| Mesohalien                 | 3      | 3     | 3       | 3      | 3     | 1    | 3    | 2      | 3    |
| Sterke saliniteitsgradiënt | 4      | 4     | 3       | 2      | 3     | 3    | 3    | 3      | 3    |
| Oligohalien                |        |       |         |        |       |      |      |        |      |
| Zoet lange verblijftijd    | 1      | 1     | 1       | 1      | 1     | 1    | 1    | 1      | 1    |
| Zoet korte verblijftijd    | 3      | 2     | 2       | 1      | 2     | 1    | 2    | 2      | 3    |
| Rupel                      | 4      | 2     | 4       | 1      | 4     | 1    | 4    | 1      | 4    |
| Durme                      | 2      | 2     | 1       | 1      | 2     | 1    | 1    | 1      | 2    |

Tabel 6-21: Metalen in de waterbodembodem die de norm minimaal 1 jaar overschreden in een zone tussen 2010-2015: niet opgemeten (Wit), boven (Rood) en onder de norm (Groen). Kwaliteitsklasse van het jaar met de hoogste waarde inclusief evaluatie: 1 & 2 (Geen & lichte afwijking) = positief, 3 & 4 (Afwijking & sterke afwijking) = negatief.

| Zone                       | Klasse | Chryseen | Dieeldrin | DDT | Fenantreen | Fluorantheen | Fluoreen | Naftaleen | PCB | Pyreen |
|----------------------------|--------|----------|-----------|-----|------------|--------------|----------|-----------|-----|--------|
| Sterk Polyhalien           | 4      |          |           |     |            |              |          | 4         |     |        |
| Polyhalien                 | 4      |          |           |     |            |              |          | 4         |     |        |
| Mesohalien                 | 4      | 1        | 1         | 3   | 1          | 1            | 1        | 4         | 1   |        |
| Sterke saliniteitsgradiënt | 4      | 1        | 1         | 3   | 4          | 1            | 2        | 2         | 1   | 1      |
| Oligohalien                |        |          |           |     |            |              |          |           |     |        |
| Zoet lange verblijftijd    | 4      | 1        | 1         | 3   | 1          | 1            | 1        | 4         | 1   |        |
| Zoet korte verblijftijd    | 4      | 2        | 4         | 4   | 1          | 2            | 1        | 4         | 2   |        |
| Rupel                      | 4      | 3        | 1         | 4   | 1          | 4            | 1        | 4         | 3   |        |
| Durme                      | 4      | 1        | 1         | 4   | 1          | 1            | 1        | 4         | 1   |        |

Tabel 6-22: Organische stoffen in de waterbodembodem die de norm minimaal 1 jaar overschreden in een zone tussen 2010-2015: niet opgemeten (Wit), boven (Rood) en onder de norm (Groen). Kwaliteitsklasse van het jaar met de hoogste waarde inclusief evaluatie: 1 & 2 (Geen & lichte afwijking) = positief, 3 & 4 (Afwijking & sterke afwijking) = negatief.

Bijna alle metalen die men kan terugvinden in de waterbodembodem, zijn ergens wel aanwezig met een te hoge concentratie. De waterbodembodem in de Mesohaliene zone, de zone met sterke saliniteitsgradiënt en de Rupel bevat verschillende metalen die de norm overschreden.

In de Zeeschelde zijn een beperkt aantal organische stoffen verantwoordelijk voor de slechte evaluatie. Een speciale vermelding gaat naar DDT en PCB's, welke een uitzonderlijk slechte invloed hebben op de waterbodembodemkwaliteit.

Doorheen de jaren is er noch voor de metalen noch voor de organische stoffen een positieve of negatieve trend vast te stellen.



### 6.6.3 Rekenparameter Chemische waterkwaliteit oppervlaktewater in het Schelde estuarium

#### Omschrijving en data

De chemische waterkwaliteit van het oppervlaktewater wordt getoetst aan de KRW normen voor een goede ecologische en chemische toestand. In dit rapport werden 70 prioritaire stoffen beoordeeld. Op basis van de data beschikbaarheid werden 8 metalen verwerkt (i.e. Arseen, Cadmium, Kwik, Chroom, Koper, Lood, Nikkel); 14 Polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAKs) en 48 pesticiden. Tabel 6-23 geeft weer welke meetstations gebruikt zijn bij het evalueren van de rekenparameters voor toxische stoffen in het oppervlaktewater.

| Station                   | Rivier        | Zone Code      | Afstand tot Vlissingen |
|---------------------------|---------------|----------------|------------------------|
| Vlissingen boei SSVH      | Westerschelde | Sterk Poly     | 0.00                   |
| Terneuzen boei 20         | Westerschelde | Sterk Poly     | 24.05                  |
| Hoedekenskerke boei 4     | Westerschelde | Poly           | 38.07                  |
| Hansweert geul            | Westerschelde | Meso           | 42.78                  |
| Bath boei 71              | Westerschelde | Meso           | 58.73                  |
| Grens (154100)            | Westerschelde | 9 (gradiënt)   | 67.79                  |
| Schaar van Ouden Doel     | Zeeschelde    | 9 (gradiënt)   | 68.64                  |
| Liefkenshoek (157000)     | Zeeschelde    | 10 (gradiënt)  | 75.36                  |
| (180000)                  | Zeeschelde    | 10 (gradiënt)  | 77.85                  |
| Punt van Melsele (159000) | Zeeschelde    | 11 (gradiënt)  | 81.45                  |
| (160000)                  | Zeeschelde    | 12 (gradiënt)  | 87.45                  |
| Antwerpen (160200)        | Zeeschelde    | 12 (gradiënt)  | 90.76                  |
| Kruibeke (160800)         | Zeeschelde    | 13 (oligo)     | 98.31                  |
| Bazel (162000)            | Zeeschelde    | 13 (oligo)     | 101.92                 |
| Steendorp (162300)        | Zeeschelde    | 14 (oligo)     | 106.28                 |
| Niel (210000)             | Rupel         | Rupel          | 107.70                 |
| Temse (162800)            | Zeeschelde    | 14 (oligo)     | 111.37                 |
| Boom (210900)             | Rupel         | Rupel          | 111.61                 |
| Terhagen (210950)         | Rupel         | Rupel          | 115.78                 |
| Durme (492000)            | Durme         | Durme          | 116.37                 |
| Lippenbroek (162900)      | Zeeschelde    | 15 (zoet lang) | 116.66                 |
| Baasrode (163500)         | Zeeschelde    | 16 (zoet lang) | 126.45                 |
| Dendermonde (164000)      | Zeeschelde    | 16 (zoet lang) | 133.23                 |
| (165000)                  | Zeeschelde    | 17 (zoet kort) | 139.09                 |
| Appels (166200)           | Zeeschelde    | 17 (zoet kort) | 141.63                 |
| (167000)                  | Zeeschelde    | 18 (zoet kort) | 150.07                 |
| Uitbergen (167200)        | Zeeschelde    | 18 (zoet kort) | 151.23                 |
| Wetteren (167500)         | Zeeschelde    | 19 (zoet kort) | 158.32                 |
| Melle (168900)            | Zeeschelde    | 19 (zoet kort) | 164.47                 |

Tabel 6-23: Periodieke meetstations gebruikt voor de toetsparameters van de analyse van het oppervlaktewater.

De metalen, PAK stoffen en pesticiden die beoordeeld zijn, staan gepresenteerd in respectievelijk Tabel 6-24, Tabel 6-25 en Tabel 6-26. De tabellen geven ook de milieukwaliteitsnorm weer die is toegepast voor de evaluatie van de chemische waterkwaliteit. Er is geen milieukwaliteitsnorm (MKN) beschreven in de evaluatiemethode voor de waterkwaliteit in toxische stoffen van Boundary meetstations.

Voor de evaluatie van het Schelde oppervlaktewater wordt het Toxic Unit concept (Toxische eenheden of TU) gebruikt. Hierbij worden de concentraties van de gemeten polluenten gedeeld door hun respectievelijke MKN. Er dient vermeld te worden dat de milieukwaliteitsnorm soms

lager ligt dan de detectielimiet. In de voorliggende studie werd dan het veiligheidsprincipe gehanteerd en de normconcentratie gelijkgesteld aan de detectielimiet. De toxische eenheden (TU) zijn berekend aan de hand van onderstaande formules:

$$TU = \frac{C_i}{CR_i} \text{ en } TU_t = \frac{\sum TU_i}{N}$$

Waarbij  $C_i$  de concentratie voorstelt van pollutant  $i$  en  $CR_i$  de respectievelijke referentiewaarde (=MKN) van deze pollutant. De ratio's van alle gemeten pollutantconcentraties en referentiewaarden worden opgeteld.  $N$  staat voor het totaal aantal pollutanten dat werd gemeten. Uiteindelijk wordt een globale TU-score berekend ( $TU_t$ ). Dit dient om de totale vracht van gemeten pollutanten in oppervlaktewater in te schatten en deze te vergelijken met vroegere metingen.

TU's kleiner dan 1 worden gelijkgesteld aan 1 en TU's groter dan 100 gelijkgesteld aan 100. Per zone wordt een gemiddelde  $TU_t$  waarde berekend. Hiervan wordt het logaritme genomen zodanig een normale verdeling van de  $TU_t$ 's te bekomen. De grenzen worden aldus respectievelijk 0 en 2. Merk op dat deze methode verschilt van de waterbodempkwaliteit. Deze grenzen worden opnieuw ingedeeld in klassen, analoog aan de waterbodempkwaliteit.

| Parameters metalen | Eenheid | Zoete zone korte verblijftijd | Oligohaliene zone             | Mesohalien - zwak polyhalien sterk polyhalien |
|--------------------|---------|-------------------------------|-------------------------------|---|
|                    |         | Zoete zone lange verblijftijd | Zone met sterke sal. gradiënt |   |
|                    |         | Zone 1                        | Zone 2                        | Zone 3  |
| Antimoon           | µg/l    | 100.00                        | 100.00                        | 7.20  |
| Arsen              | µg/l    | 3.00                          | 3.00                          |   |
| Barium             | µg/l    | 60.00                         | 60.00                         |   |
| Beryllium          | µg/l    | 0.08                          | 0.08                          |   |
| Boor               | µg/l    | 700.00                        | 700.00                        |   |
| Cadmium            | µg/l    | 0.25                          | 0.20                          | 0.20  |
| Chroom             | µg/l    | 5.00                          | 5.00                          |   |
| Kobalt             | µg/l    | 0.50                          | 0.50                          |   |
| Koper              | µg/l    | 7.00                          | 7.00                          |   |
| Kwik               | µg/l    | 0.05                          | 0.05                          | 0.05  |
| Lood               | µg/l    | 7.20                          | 7.20                          | 7.20  |
| Molybdeen          | µg/l    | 340.00                        | 340.00                        |   |
| Nikkel             | µg/l    | 20.00                         | 20.00                         | 20.00   |
| Seleen             | µg/l    | 2.00                          | 2.00                          |   |
| Tellurium          | µg/l    | 100.00                        | 100.00                        | 100.00  |
| Thallium           | µg/l    | 0.20                          | 0.20                          |   |
| Tin                | µg/l    | 3.00                          | 3.00                          |   |
| Titanium           | µg/l    | 20.00                         | 20.00                         | 20.00   |
| Uranium            | µg/l    | 1.00                          | 1.00                          | 1.00  |
| Vanadium           | µg/l    | 4.00                          | 4.00                          | 5.10  |
| Zilver             | µg/l    | 0.08                          | 0.08                          | 1.20  |
| Zink               | µg/l    | 20.00                         | 20.00                         |   |

Tabel 6-24: Normwaarden voor de concentratie metalen in het oppervlaktewater.

| Parameters PAKs                               | Eenheid | Zoete zone korte verblijftijd | Oligohaliene zone             | Mesohalien - zwak polyhalien sterk polyhalien |
|---|---------|-------------------------------|-------------------------------|---|
|   |         | Zoete zone lange verblijftijd | Zone met sterke sal. gradiënt |   |
|   |         | Zone 1                        | Zone 2                        | Zone 3  |
| acenafteen                                    | µg/l    | 0.06                          | 0.06                          | 3.80  |
| anthraceen                                    | µg/l    | 0.10                          | 0.10                          | 0.10  |
| benzo(a)pyreen                                | µg/l    | 0.05                          | 0.05                          | 0.05  |
| benzo(b)fluoranteen + benzo(k)fluoranteen     | µg/l    | Σ = 0.03                      | Σ = 0.03                      | Σ = 0.03                                      |
| benzo(g,h,i)peryleen + indeno(1,2,3-cd)pyreen | µg/l    | Σ = 0.002                     | Σ = 0.002                     | Σ = 0.002                                     |
| chryseen                                      | µg/l    | 1.00                          | 1.00                          | 0.90  |
| dibenzo(a,h)anthraceen                        | µg/l    | 0.50                          | 0.50                          | 0.00  |
| fenanthreen                                   | µg/l    | 0.10                          | 0.10                          | 0.04  |
| fluoranteen                                   | µg/l    | 0.10                          | 0.10                          | 0.10  |
| naftaleen                                     | µg/l    | 2.40                          | 1.20                          | 1.20  |

Tabel 6-25: Normwaarden voor de concentratie PAK's in het oppervlaktewater.

| Parameter                                   | sumgroup                   | Eenheid | Zoete zone korte verblijftijd | Oligohaliene zone             | Mesohalien - zwak | type                  |
|---|----------------------------|---------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------|-----------------------|
|   |                            |         | Zoete zone lange verblijftijd | Zone met sterke sal. gradiënt | polyhalien        |                       |
|   |                            |         | Z1                            | Z2                            | Z3                |                       |
| aldrin                                      | Sum_drins                  | µg/l    |                               |                               |                   | Insecticiden          |
| dieldrin                                    | Sum_drins                  | µg/l    |                               |                               |                   | Insecticiden          |
| endrin                                      | Sum_drins                  | µg/l    |                               |                               |                   | Insecticiden          |
| isodrin                                     | Sum_drins                  | µg/l    |                               |                               |                   | Insecticiden          |
| Sum_drins                                   |                            | µg/l    |                               | 0.01                          | 0.005             | 0.005 Insecticiden    |
| azinfos-ethyl                               |                            | µg/l    |                               | 0.01                          | 0.01              | 0.00011 Insecticiden  |
| azinfos-methyl                              |                            | µg/l    |                               | 0.002                         | 0.002             | 0.014 Insecticiden    |
| cumafos                                     |                            | µg/l    |                               | 0.001                         | 0.001             | 0.0007 Insecticiden   |
| (2,4-dichloorfenoxy)azijn-zuur (2,4-D)      |                            | µg/l    |                               | 20                            | 20                | 20 Herbicide          |
| p,p'-DDT                                    | Sum_DDT-DDD-DDE            | µg/l    |                               | 0.01                          | 0.01              | 0.01 Insecticiden     |
| o,p'-DDT                                    | Sum_DDT-DDD-DDE            | µg/l    |                               |                               |                   | Insecticiden          |
| p,p'-DDD                                    | Sum_DDT-DDD-DDE            | µg/l    |                               |                               |                   | Insecticiden          |
| p,p'-DDE                                    | Sum_DDT-DDD-DDE            | µg/l    |                               |                               |                   | Insecticiden          |
| o,p'-DDD                                    | Sum_DDT-DDD-DDE            | µg/l    |                               |                               |                   | Insecticiden          |
| o,p'-DDE                                    | Sum_DDT-DDD-DDE            | µg/l    |                               |                               |                   | Insecticiden          |
| Sum_DDT-DDD-DDE                             |                            | µg/l    |                               | 0.025                         | 0.025             | 0.025 Insecticiden    |
| demeton                                     |                            | µg/l    |                               | 0.05                          | 0.05              | 0.001 Insecticiden    |
| dichlorprop                                 |                            | µg/l    |                               | 20                            | 20 NA             | Herbicide             |
| dichloorvos                                 |                            | µg/l    |                               | 0.0007                        | 0.0007            | 0.00006 Insecticiden  |
| dimethoaat                                  |                            | µg/l    |                               | 0.02                          | 0.02              | 0.07 Insecticiden     |
| disulfoton                                  |                            | µg/l    |                               | 0.01                          | 0.01              | 0.082 Insecticiden    |
| alfa-endosulfan                             | Sum_endosulfans            | µg/l    |                               |                               |                   | Insecticiden          |
| beta-endosulfan                             | Sum_endosulfans            | µg/l    |                               |                               |                   | Insecticiden          |
| Sum_endosulfans                             |                            | µg/l    |                               | 0.005                         | 0.0005            | 0.0005 Insecticiden   |
| fenitrothion                                |                            | µg/l    |                               | 0.0009                        | 0.0009            | 0.009 Insecticiden    |
| fenthion                                    |                            | µg/l    |                               | 0.0002                        | 0.0002            | 0.003 Insecticiden    |
| heptachloor                                 | Sum_heptachloors           | µg/l    |                               |                               |                   | 0.0005 Insecticiden   |
| heptachloorepoxide                          | Sum_heptachloors           | µg/l    |                               |                               |                   | 0.0005 Insecticiden   |
| Sum_heptachloors                            |                            | µg/l    |                               | 0.009                         | 0.009             | Insecticiden          |
| hexachloorbenzeen (HCB)                     |                            | µg/l    |                               | 0.01                          | 0.01              | 0.01 Fungicide        |
| hexachloorbutadieen (HCBd)                  |                            | µg/l    |                               | 0.1                           | 0.1               | 0.1 Fungicide         |
| alfa-hexachloorcyclohexaan (alfa-HCH)       | Sum_hexachloorcyclohexaans | µg/l    |                               |                               |                   | Insecticiden          |
| beta-hexachloorcyclohexaan (beta-HCH)       | Sum_hexachloorcyclohexaans | µg/l    |                               |                               |                   | Insecticiden          |
| gamma-hexachloorcyclohexaan (gamma-HCH)     | Sum_hexachloorcyclohexaans | µg/l    |                               |                               |                   | Insecticiden          |
| delta-hexachloorcyclohexaan (delta-HCH)     | Sum_hexachloorcyclohexaans | µg/l    |                               |                               |                   | Insecticiden          |
| Sum_hexachloorcyclohexaans                  |                            | µg/l    |                               | 0.02                          | 0.002             | 0.002 Insecticiden    |
| linuron                                     |                            | µg/l    |                               | 0.3                           | 0.3               | 0.25 Herbicide        |
| malathion                                   |                            | µg/l    |                               | 0.0008                        | 0.0008            | 0.013 Insecticiden    |
| MCPA  |                            | µg/l    |                               | 0.7                           | 0.7               | 0.14 Insecticiden     |
| mecoprop (MCPP)                             |                            | µg/l    |                               | 10                            | 10                | 1.8 Herbicide         |
| methamidofos                                |                            | µg/l    |                               | 0.3                           | 0.3               | 0.016 Insecticiden    |
| mevinfos                                    |                            | µg/l    |                               | 0.002                         | 0.002             | 0.000017 Insecticiden |
| monolinuron                                 |                            | µg/l    |                               | 0.3                           | 0.3               | Herbicide             |
| omethoaat                                   |                            | µg/l    |                               | 0.02                          | 0.02              | 1.2 Insecticiden      |
| oxydemeton-methyl                           |                            | µg/l    |                               | 0.4                           | 0.4               | Insecticiden          |
| parathion-ethyl                             |                            | µg/l    |                               | 0.0002                        | 0.0002            | 0.005 Insecticiden    |
| parathion-methyl                            |                            | µg/l    |                               | 0.01                          | 0.01              | 0.011 Insecticiden    |
| pentachloorfenol                            |                            | µg/l    |                               | 0.4                           | 0.4               | 0.4 Insecticiden      |
| foxim                                       |                            | µg/l    |                               | 0.02                          | 0.02              | 0.082 Insecticiden    |
| propanil                                    |                            | µg/l    |                               | 0.2                           | 0.2               | 0.07 Herbicide        |
| chloridazon (pyrazon)                       |                            | µg/l    |                               | 10                            | 10                | Herbicide             |
| simazine                                    |                            | µg/l    |                               | 1                             | 1                 | 1 Herbicide           |
| (2,4,5-trichloorfenoxy)azijn-zuur (2,4,5-T) |                            | µg/l    |                               | 2                             | 2                 | 9 Herbicide           |
| tetrabutyltin                               |                            | µg/l    |                               | 0.012                         | 0.012             | 0.017 Fungicides      |
| triazofos                                   |                            | µg/l    |                               | 0.03                          | 0.03              | 0.001 Insecticiden    |
| tributyltin                                 |                            | µg/l    |                               | 0.0002                        | 0.0002            | 0.0002 Herbicide      |
| trichloorfon                                |                            | µg/l    |                               | 0.001                         | 0.001             | 0.001 Insecticiden    |
| trifluralin                                 |                            | µg/l    |                               | 0.03                          | 0.03              | 0.03 Herbicide        |
| atrazine                                    |                            | µg/l    |                               | 0.6                           | 0.6               | 0.6 Insecticiden      |
| bentazon                                    |                            | µg/l    |                               | 50                            | 50                | 7.3 Herbicide         |
| alachlor                                    |                            | µg/l    |                               | 0.3                           | 0.3               | 0.3 Herbicide         |
| chlorfenvinphos                             |                            | µg/l    |                               | 0.1                           | 0.1               | 0.1 Insecticiden      |
| chlorpyrifos                                |                            | µg/l    |                               | 0.03                          | 0.03              | 0.03 Insecticiden     |
| diuron                                      |                            | µg/l    |                               | 0.2                           | 0.2               | 0.2 Herbicide         |
| isoproturon                                 |                            | µg/l    |                               | 0.3                           | 0.3               | 0.3 Herbicide         |

Tabel 6-26: Normwaarden voor de concentratie pesticiden in het oppervlaktewater.

Hieronder volgen de samenvattingstabellen met de beoordelingen voor metalen (Tabel 6-27), PAK's (Tabel 6-28) en pesticiden (Tabel 6-29). De waarde in de onderstaande tabellen stellen de globale TU-score (TUt) per zone voor. Meer informatie over de evaluatie van de toxische stoffen in het oppervlaktewater is te vinden in Bijlage D.2.1. De tabellen met de TU waarden zijn gekleurd met groen wanneer de TU kleiner is dan 1 en rood wanneer deze de waarde 1 overschrijdt. De tabellen met de klassen werden gekleurd met groen voor de klasse 1, geel voor de klasse 2, oranje voor de klasse 3 en rood voor de klasse 4.

| Metalen MEAN           | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |      |
|------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Sterk Polyhaliene zone | 0.16 | 0.15 | 0.15 | 0.2  | 0.1  | 0.2  | 0.2  | 0.1  | 0.1  | 0.1  | 0.1  | 0.1  | 0.1  | 0.1  | 0.1  | 0.1  | 0.1  | 0.2  | 0.2  | 0.1  | 0.1  | 0.1  |
| Polyhalien             | 0.21 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Mesohalieu             | 0.27 |      |      |      |      | 0.18 | 0.25 | 0.17 | 0.18 | 0.21 | 0.15 | 0.1  | 0.16 | 0.17 | 0.18 | 0.13 | 0.26 | 0.22 | 0.17 | 0.18 | 0.17 |      |
| Gradiënt               |      |      |      |      |      | 0.38 | 0.31 | 0.88 | 0.29 | 0.33 | 0.57 | 0.66 | 0.75 | 0.93 | 0.43 | 0.42 | 0.46 | 0.45 | 0.41 | 0.47 | 0.48 |      |
| Oligohalieu            |      |      |      |      |      |      | 0.29 |      |      | 0.56 |      |      |      | 0.47 | 0.91 | 0.41 | 0.4  | 0.47 | 0.46 | 0.43 | 0.44 | 0.47 |
| Zoet lang              |      |      |      |      |      |      | 0.3  |      |      | 0.31 |      |      |      | 0.39 | 0.4  | 0.4  | 0.37 | 0.44 | 0.41 | 0.39 | 0.4  | 0.42 |
| Zoet kort              |      |      |      |      |      | 0.71 | 0.55 | 0.59 |      | 2.61 | 0.44 | 0.54 | 0.4  | 0.39 | 0.42 | 0.35 | 0.4  | 0.38 | 0.37 | 0.36 | 0.4  | 0.4  |
| Rupel                  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 1.09 | 0.38 | 0.38 | 0.41 | 0.43 | 0.39 | 0.41 | 0.44 |
| Durme                  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 0.5  | 0.4  | 0.4  | 0.4  | 0.4  | 0.4  | 0.4  |

| Metalen klassen        | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |   |
|------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---|
| Sterk Polyhaliene zone | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1 |
| Polyhalien             | 1    |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |   |
| Mesohalieu             | 1    |      |      |      |      | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1 |
| Gradiënt               |      |      |      |      |      | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1 |
| Oligohalieu            |      |      |      |      |      |      | 1    |      |      | 1    |      |      |      | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1 |
| Zoet lang              |      |      |      |      |      |      | 1    |      |      | 1    |      |      |      | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1 |
| Zoet kort              |      |      |      |      |      | 1    | 1    | 1    |      | 2    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1 |
| Rupel                  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1 |
| Durme                  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1 |

Tabel 6-27: Beoordeling van alle Schelde zones in kwaliteitsklassen, enkel rekening gehouden met het voorkomen van metalen in het oppervlaktewater. Boven: Toxic Unit. Onder: klassen.

| PAK MEAN               | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |      |
|------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Sterk Polyhaliene zone |      |      |      |      |      | 0.4  |      |      |      |      |      |      |      | 0.5  | 0.3  | 0.3  | 0.2  | 0.1  | 0.1  | 0.0  | 0.1  | 0.1  |
| Polyhalien             |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Mesohalieu             |      |      |      |      |      | 0.38 |      |      |      |      |      |      |      |      | 0.24 | 1.9  | 0.12 | 0.08 | 0.12 | 0.12 | 0.12 | 0.12 |
| Gradiënt               | 0.48 | 0.3  | 0.51 | 0.09 | 2.91 | 0.31 | 1.8  | 3.36 | 1.15 | 2.04 | 1.5  | 1.83 | 1.57 | 2.07 | 1.25 | 4.09 | 3.1  | 0.73 | 0.88 | 0.34 | 0.41 |      |
| Oligohalieu            |      |      |      |      |      |      | 5.35 | 4.05 | 4.3  | 7.59 | 5.64 | 4.75 | 4.57 | 4.4  | 3.19 | 3.54 | 4.56 | 1.95 | 3.06 | 2.56 | 2.78 |      |
| Zoet lang              |      |      |      |      | 5.09 | 6.71 | 7.16 | 4.55 | 4.07 | 6.4  | 8.1  | 4.98 | 7.12 | 4.03 | 6.36 | 3.93 | 4.85 | 4.16 | 1.98 | 3.04 | 5.8  |      |
| Zoet kort              |      |      |      |      | 5.01 | 5.38 | 6.09 | 4.25 | 4.11 | 5.52 | 4.52 | 4.89 | 3.68 | 4.41 | 6.5  | 3.56 | 2.95 | 2.96 | 2.05 | 1.5  | 4.45 |      |
| Rupel                  |      |      |      |      |      |      | 3.29 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Durme                  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |

| PAK klassen            | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |   |
|------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---|
| Sterk Polyhaliene zone |      |      |      |      |      | 1    |      |      |      |      |      |      |      | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1 |
| Polyhalien             |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |   |
| Mesohalieu             |      |      |      |      |      | 1    |      |      |      |      |      |      |      |      | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1 |
| Gradiënt               | 1    | 1    | 1    | 1    | 2    | 1    | 1    | 2    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 2    | 2    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1 |
| Oligohalieu            |      |      |      |      |      |      | 2    | 2    | 2    | 3    | 2    | 2    | 2    | 2    | 2    | 2    | 2    | 1    | 2    | 2    | 2    | 2 |
| Zoet lang              |      |      |      |      | 2    | 3    | 3    | 2    | 2    | 3    | 3    | 2    | 3    | 2    | 3    | 2    | 2    | 2    | 2    | 1    | 2    | 2 |
| Zoet kort              |      |      |      |      | 2    | 2    | 2    | 2    | 2    | 2    | 2    | 2    | 2    | 2    | 3    | 2    | 2    | 2    | 1    | 1    | 1    | 2 |
| Rupel                  |      |      |      |      |      |      | 2    |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |   |
| Durme                  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |   |

Tabel 6-28: Beoordeling van alle Schelde zones in kwaliteitsklassen, enkel rekening gehouden met het voorkomen van PAK's in de oppervlaktewater.

| Pesticiden MEAN        | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
|------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Sterk Polyhaliene zone | 4,5  | 4    | 1,04 | 1,2  | 2,0  | 9,8  | 0,4  | 0,5  | 0,5  | 0,5  | 0,2  | 0,2  | 0,1  | 0,1  | 0,0  | 12,0 | 11,4 | 9,9  | 0,0  | 0,0  | 0,0  |
| Polyhalien             |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Mesohalien             | 6,5  | 5    | 1,07 | 1,41 | 2,5  | 0,74 | 0,58 | 6,32 | 0,63 | 0,54 | 0,24 | 0,21 | 0,13 | 0,14 | 0,07 | 12   | 11,4 | 9,85 | 0,04 | 0,07 | 0,04 |
| Gradiënt               | 1,14 | 1,06 | 3,26 | 4,1  | 9,48 | 6,8  | 2,96 | 3,74 | 3,22 | 2,84 | 2,41 | 3,63 | 3,39 | 4,08 | 4,1  | 1,66 | 3,09 | 1,7  | 4,16 | 4,19 | 5,19 |
| Oligohalien            |      |      |      |      |      |      | 6,69 | 6,69 | 5,11 | 5,79 | 4,37 | 4,87 | 3,59 | 5,21 | 6,3  | 7,59 | 7,82 | 7,98 | 7,56 | 7,82 | 8,73 |
| Zoet lang              |      |      |      |      | 18,6 | 7,21 | 8,31 | 6,48 | 5,83 | 5,69 | 2,11 | 4,24 | 3,49 | 5,11 | 6,21 | 7,24 | 7,5  | 7,51 | 7,25 | 7,49 | 7,91 |
| Zoet kort              |      | 1,95 | 1,66 | 1,35 | 18,6 | 7,74 | 5,59 | 5,97 | 5,51 | 6,1  | 2,56 | 4,77 | 3,52 | 5,17 | 6,46 | 7,76 | 8,04 | 7,78 | 8,21 | 7,49 | 8,88 |
| Rupel                  |      | 1,18 | 1,32 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Durme                  |      |      |      |      | 18,7 | 7,3  | 6,0  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |

| Pesticiden klassen     | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
|------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Sterk Polyhaliene zone | 2    | 2    | 1    | 1    | 1    | 2    | 1    | 2    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 3    | 3    | 3    | 1    | 1    | 1    |
| Polyhalien             |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Mesohalien             | 3    | 2    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 3    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 3    | 3    | 3    | 1    | 1    | 1    |
| Gradiënt               | 1    | 1    | 2    | 2    | 3    | 3    | 2    | 2    | 2    | 2    | 1    | 2    | 2    | 2    | 2    | 1    | 2    | 1    | 2    | 2    | 2    |
| Oligohalien            |      |      |      |      |      |      | 3    | 3    | 2    | 2    | 2    | 2    | 2    | 2    | 2    | 3    | 3    | 3    | 3    | 3    | 3    |
| Zoet lang              |      |      |      |      | 4    | 3    | 3    | 3    | 2    | 2    | 1    | 2    | 2    | 2    | 2    | 3    | 3    | 3    | 3    | 3    | 3    |
| Zoet kort              |      | 1    | 1    | 1    | 4    | 3    | 2    | 2    | 2    | 2    | 2    | 2    | 2    | 2    | 3    | 3    | 3    | 3    | 3    | 3    | 3    |
| Rupel                  |      | 1    | 1    |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Durme                  |      |      |      |      | 4    | 3    | 2    |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |

Tabel 6-29: Beoordeling van alle Schelde zones in kwaliteitsklassen, enkel rekening gehouden met het voorkomen van pesticiden in de oppervlaktewater.

## Interpretatie

De evaluatie van de rekenparameters voor toxische stoffen in het oppervlaktewater werd gedaan voor 3 groepen stoffen. De groep van 8 metalen heeft tabellen met overwegend groene cellen. Met andere woorden de concentratie van de metalen in het water ligt onder de overeenkomstige MKN referentiewaarden. Enkel in de Zoet kort zone vindt men een klasse 2 in het jaar 2004. Dit betekent dat de metalen slechts licht over de limieten gaat. Tabel 6-30 toont metalen die een hoge concentratie hebben voor de jaren 2009-2015, maar de totale TU zijn nog steeds klasse 1.

Voor de groep van 14 PAK's zijn er meer zones in klasse 2 en 3. Het lijkt erop dat de rivier meer vervuild is met PAK's stroomopwaarts van de zone met sterke saliniteitsgradiënt. Tot 2009 blijkt de zone Zoet met lange verblijftijd de hoogste concentraties PAK's te bevatten. Uit Tabel 6-31 blijkt dat hier 4 PAK's in hogere concentraties aanwezig zijn. Bij observatie van de T2015 periode, neemt men een relatieve verbetering waar met meer zones die als 1 en 2 zijn ingedeeld. De TU-eenheden voor de zones stroomopwaarts van de zone met sterke saliniteitsgradiënt zijn echter boven 1. Er is dus nog steeds meer controle nodig om de waterkwaliteit te verbeteren.

In termen van vervuiling van toxische stoffen in het oppervlaktewater bevindt de groep van 48 pesticiden zich in de slechtste toestand. De toestand lijkt te verergeren gedurende de periode 2010 - 2015. De lijst van pesticiden met de hoogste concentraties is te vinden in Tabel 6-32. De sterke "achteruitgang" op de Westerschelde is grotendeels gelinkt aan een verbeterde monitoring. Sinds 2010 wordt er namelijk op meer pesticiden getest in de zoute waterstalen. Volgende pesticiden worden pas sinds 2010 gemonitord:

- Alachlor
- Dichloorvos: uitermate sterke overschrijding op de Westerschelde (167 x MKN)
- Mevinfos: extreem hoge overschrijding te Vlissingen (588 x MKN)
- Cumafos
- Dimethoaat; weliswaar geen overschrijding op de Westerschelde

- Fenitrothion
- Fenthion
- Parathion-ethyl
- Triazofos

Met andere woorden, praktisch alle stoffen waar er een overschrijding voor vastgesteld werd in de Westerschelde worden pas sinds 2010 gemonitord<sup>35</sup>. Bovendien ligt de detectielimiet van deze stoffen vaak boven de MKN. Zoals eerder vermeld werd in de voorliggende studie het veiligheidsprincipe gehanteerd, wat mogelijk een vertekend beeld kan veroorzaken.

Vermoedelijk was de situatie hier voorheen ook al slecht. Zeker omdat de pesticiden een verbetering tonen sinds 2010. Hieruit wordt geconcludeerd dat (1) de periode 2004-2009 ook negatief beoordeeld wordt, (2) en er een verbetering zichtbaar is op de Westerschelde en (3) de optimalisatie van het meetnet enkel maar kan worden toegejuicht.

Op de Zeeschelde was er al een betere monitoring. Toch zijn onderstaande stoffen erbij gekomen sinds 2010:

- Alachlor.
- Cumafos kende een onderbreking in monitoring tussen 2004 en 2007.
- Endosulfan-alpha en -beta: Wordt pas sinds 2010 opgemeten in de Oligohaliene zone en in de zoete zone met lange en korte verblijftijd.

Ook hieruit kan men afleiden dat de situatie voor 2010 vermoedelijk al negatief was. Toch, de T.U.-waarden van de verschillende segmenten in de Zeeschelde lijken een stijgende trend te vertonen (Tabel 6-32). Dit wordt echter veroorzaakt doordat een groot aantal stoffen van Tabel 6-32 niet opgemeten werden in één of meerdere jaren tussen 2010-2013. De concentratie aan endosulfans lijkt daarentegen wel een stijgende trend te vertonen. Iets wat in de toekomst in de gaten dient te worden gehouden.

| Zone                       | Klasse | Arseen | Cadmium | Zink |
|----------------------------|--------|--------|---------|------|
| Sterk polyhalien           | 1      |        | 0,7     |      |
| Polyhalien                 | 1      |        |         |      |
| Mesohalien                 | 1      |        | 0,9     |      |
| Sterke saliniteitsgradiënt | 1      | 1,2    | 1,5     | 0,7  |
| Oligohalien                | 1      | 1,0    | 0,9     | 0,8  |
| Zoet lange verblijftijd    | 1      | 1,1    | 0,6     | 0,7  |
| Zoet korte verblijftijd    | 1      | 0,9    | 0,6     | 1,2  |
| Rupel                      | 1      | 0,8    | 0,6     | 1,1  |
| Durme                      | 1      | 1,0    | 0,6     | 0,7  |

Tabel 6-30: Metalen in het oppervlaktewater die de norm minimaal 1 jaar overschreden in een zone tussen 2010-2015: niet opgemeten (Wit), boven (Rood) en onder de norm (Groen).  
 (i) Kwaliteitsklasse inclusief evaluatie: 1 & 2 (Geen & lichte afwijking) = positief, 3 & 4 (Afwijking & sterke afwijking) = negatief. (ii) De toxische eenheid in het jaar met de hoogste waarde (>1 is boven de norm).

<sup>35</sup> Of werden voordien geregistreerd als mg/kg droge stof in het sedimentgehalte.

| Zone                       | Klasse | Benzo(a)pyreen | Fenanthreen | Fluorantheen | Benzo(b)fluoranteen + benzo(k)fluoranteen | Benzo(g,h,i)peryleen + indeno(1,2,3-cd)pyreen |
|----------------------------|--------|----------------|-------------|--------------|---|---|
| Sterk Polyhalien           | 1      | 0,2            | 0,3         | 0,1          | 0,7                                       |   |
| Polyhalien                 |        |                |             |              |   |   |
| Mesohalien                 | 1      | 0,2            | 10,6        | 0,1          | 0,3                                       |   |
| Sterke saliniteitsgradiënt | 2      | 0,6            | 0,3         | 0,4          | 1,7                                       | 40,0  |
| Oligohalien                | 2      | 1,0            | 0,4         | 0,8          | 3,0                                       | 40,0  |
| Zoet korte verblijftijd    | 2      | 1,0            | 0,9         | 1,1          | 3,3                                       | 37,5  |
| Zoet lange verblijftijd    | 2      | 1,2            | 1,0         | 1,1          | 4,3                                       | 49,5  |
| Rupel                      |        |                |             |              |   |   |
| Durme                      |        |                |             |              |   |   |

Tabel 6-31: PAK's in het oppervlaktewater die de norm minimaal 1 jaar overschreden tussen 2010-2015: niet opgemeten (Wit), boven (Rood) en onder de norm (Groen). Inclusief evaluatie (A) positief = kwaliteitsklasse 1 & 2 (Geen & lichte afwijking), negatief = 3 & 4 (Afwijking & sterke afwijking); (B) de toxische eenheid van het hoogste jaar van het hoogste jaar.

| Zone                       | Klasse | Alachloor | Azinfos-methyl | Cumafos | Dichloorvos | Dimethoaat | Fenitrothion | Fenthion | Malathion | Mevinfos | Parathion-ethyl | Som Drins | Som endosulfans | Hexachloorcyclohexaan |
|----------------------------|--------|-----------|----------------|---------|-------------|------------|--------------|----------|-----------|----------|-----------------|-----------|-----------------|-----------------------|
| Sterk Polyhalien           | 3      |           |                | 166,7   |             |            |              |          |           |          | 0,2             | 4,0       |                 |                       |
| Polyhalien                 |        |           |                |         |             |            |              |          |           |          |                 |           |                 |                       |
| Mesohalien                 | 3      |           |                | 166,7   |             |            |              |          |           |          | 0,2             | 4,0       | 0,5             |                       |
| Sterke saliniteitsgradiënt | 2      | 5,5       | 10,0           | 10,0    | 42,9        | 1,0        | 11,1         | 50,0     | 12,5      | 5,0      | 100,0           | 1,6       | 22,0            | 2,0                   |
| Oligohalien                | 3      | 0,0       | 10,0           | 10,0    | 14,3        | 1,0        | 11,1         | 50,0     | 12,5      | 5,0      | 100,0           | 3,2       | 20,0            | 4,5                   |
| Zoet lange verblijftijd    | 3      | 0,0       | 10,0           | 10,0    | 14,3        | 1,5        | 11,1         | 50,0     | 12,5      | 5,0      | 100,0           | 1,7       | 2,2             | 0,6                   |
| Zoet korte verblijftijd    | 3      | 0,0       | 10,0           | 10,0    | 14,3        | 2,5        | 11,1         | 50,0     | 25,0      | 5,0      | 100,0           | 1,5       | 2,0             | 0,5                   |
| Rupel                      |        |           |                |         |             |            |              |          |           |          |                 |           |                 |                       |
| Durme                      |        |           |                |         |             |            |              |          |           |          |                 |           |                 |                       |

Tabel 6-32: Pesticiden in het oppervlaktewater die de norm minimaal 1 jaar overschreden in een zone tussen 2010-2015: niet opgemeten (Wit), boven (Rood) en onder de norm (Groen). (i) Kwaliteitsklasse inclusief evaluatie: 1 & 2 (Geen & lichte afwijking) = positief, 3 & 4 (Afwijking & sterke afwijking) = negatief. (ii) De toxische eenheid in het jaar met de hoogste waarde (>1 is boven de norm, oranje: detectielimiet ligt boven de norm).

#### 6.6.4 Rekenparameter milieuverontreinigende stoffen in het voedselweb in het Schelde estuarium

##### Omschrijving en data

De beoordeling voor milieuverontreinigende stoffen gebeurt niet op basis van een gemeenschappelijk Vlaams en Nederlands monitoringsprogramma. In Vlaanderen steunt de

evaluatie op een meetnet dat gebruik maakt van paling en baars, waarbij de jaarlijkse gemiddelde concentratie bepaald wordt van PCB's, DDT's, Cd, Hg en Pb (allen in  $\mu\text{g}/\text{kg}$  versgewicht). In Nederland wordt de jaarlijkse concentratie van dezelfde stoffen bepaald ter evaluatie, maar hier worden gegevens gebruikt met betrekking tot bot en mosselen. Tabel 6-33 geeft de meetstations met toxische stoffen in biota die werden gebruikt voor de evaluatie. Tabel 6-34 geeft de biota-MKN weer die toegepast zijn voor de normalisatie van gemeten pollutieconcentraties. De afwijking van een gemeten pollutie ten opzichte van zijn referentietoestand (=MKN) wordt op dezelfde manier weergegeven als voor de waterbodems en oppervlaktewater (Tabel 6-14).

| Station   | Rivier        | Zone Code  | Afstand tot Vlissingen |
|---|---------------|------------|------------------------|
| Hooge Platen                                      | Westerschelde | Sterk Poly | 1.63                   |
| Hoedekenskerke boei 4                             | Westerschelde | Poly       | 38.07                  |
| Middelgat, Brouwersplaat, Molenplaat (deelgebied) | Westerschelde | Poly       | 39.15                  |
| Knuitsershoek                                     | Westerschelde | Poly       |                        |

Tabel 6-33: Meetstations die gebruikt zijn in de analyse milieuverontreinigende stoffen in het voedselweb in het Schelde estuarium.

| Polluent              | MKN ( $\mu\text{g kg}^{-1}$ ww) | EU richtlijn |
|-----------------------|---------------------------------|--------------|
| HCBz                  | 10                              | 2008/105/EU  |
| HCBd                  | 55                              |              |
| Hg                    | 20                              |              |
| HBCDD                 | 167                             | 2013/39/EU   |
| $\Sigma$ PBDE #28-154 | 0.0085                          |              |
| PFOS                  | 9.1                             |              |
| Dicofol               | 33                              |              |
| Heptachloor           | 0.0067                          |              |
| Heptachloorepoxide    | 0.0067                          |              |
| Dioxinen              | 0.0065 TEQ                      |              |
| Fluorantheen*         | 30                              |              |
| Benzo(a)pyreen*       | 5                               |              |

Tabel 6-34: Biota-MKN opgesteld door de Europese Commissie voor de bescherming van toppredatoren tegen secundaire vergiftiging.

De volgende parameters waren beschikbaar om de vervuiling in biota te beoordelen: benzo(a)pyreen, fluorantheen, hexabroomcyclododecaan (HBCDD), hexachloorbutadien (HCBd), hexachloorbenzeen (HCBz), heptachloor, heptachloorepoxide, Totaal Kwik (Hg), Perfluoracetaasulfonzuur en zijn derivaten (perfluor-octaansulfonaat PFOS), Pentabroomdifenylether (som PBB153 en PBDE154) en het totaal aan dioxinen. Alle beschikbare gegevens met betrekking tot toxische stoffen in biota zijn geëvalueerd als één groep. Tabel 6-35 geeft samenvattingen weer met de beoordelingen voor de toxische stoffen in biota



per zone. Hier is de gemiddelde TU waarde over een bepaalde zone ingedeeld in klassen, analoog aan de oppervlaktewaterkwaliteit. De data is beperkt tot de Westerschelde, in de zwak en sterk polyhalie zones. Er zijn echter twee stations met data voor de voorbije 20 jaar, waardoor de evolutie in de tijd kan worden geïdentificeerd.

| Station   | Zone       | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
|---|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Hoedekenskerke boei 4                                   | Poly       | 2    | 4    | 2    | 2    | 2    | 2    | 2    | 1    | 1    | 2    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    |
| Knuitsershoek   | Poly       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 2    | 1    | 2    | 1    | 1    |
| Middelgat,<br>Brouwersplaat,<br>Molenplaat (deelgebied) | Poly       | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 4    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 4    | 3    | 3    | 2    | 4    | 3    |
| Hooge Platen  | Sterk Poly |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    |

Tabel 6-35: Klasseindeling van de gemeten milieuverontreinigende stoffen in het voedselweb, berekend op het natgewicht van de stof in het lichaam van het organisme.

## Interpretatie

Voor de periode 2010-2015 overschreden de toxische stoffen sterk de criteria. De vorige jaren vertoonden de besproken parameters een klasse 1 en 2. Dit is een teken dat de ophoping van toxische stoffen kritieke waarden bereikt. De evaluatie van deze rekenparameter is dan ook negatief. Tabel 6-36 toont de toxische stoffen die de norm overschreden. Voornamelijk de groep 'PBB153 en PBDE154' vertoont een zeer sterke afwijking van de norm in het Middelgat – de enige locatie waar er een (sterke) afwijking van de norm werd waargenomen. Deze groep wordt echter pas sinds 2010 geregistreerd, wat de plotse afwijking van de norm verklaart. Voorheen werd deze stof louter eens in 2000 geanalyseerd; met een negatieve evaluatie tot gevolg. Hieruit wordt besloten dat ook de periode 2004-2009 vermoedelijk negatief beoordeeld diende te worden.

| Zone             | Meetlocatie           | Klasse | Heptachloor | Heptachloorepoxide | Kwik | PFO's | PBB153 & PBDE154 |
|------------------|-----------------------|--------|-------------|--------------------|------|-------|------------------|
| Sterk Polyhalien | Hooge Platen          | 1      |             |                    | 2    |       |                  |
|                  | Hoedekenskerke boei 4 | 1      |             |                    | 2    |       |                  |
| Polyhalien       | Knuitsershoek         | 2      | 9           | 33                 | 2    | 0     | 12               |
|                  | Middelgat, Molenplaat | 4      | 197         |                    | 9    | 21    | 81               |

Tabel 6-36: Toxische stoffen in biota die de norm minimaal 1 jaar overschreden tussen 2010-2015: niet opgemeten (Wit), boven (Rood) en onder de norm (Groen). (i) Kwaliteitsklasse inclusief evaluatie: kwaliteitsklasse 1 & 2 (Geen & lichte afwijking) = positief, 3 & 4 (Afwijking & sterke afwijking) = negatief, (ii) de toxische eenheid in het jaar met de hoogste waarde (>1 is boven de norm, oranje: detectielimiet ligt boven de norm).

## 6.7 Verklarende parameters

### 6.7.1 Zout

De saliniteitsgradiënt is één van de belangrijkste factoren die de structurele en functionele kenmerken van aquatische diversiteit bepaald. De saliniteit is laag opwaarts met zoet water dat binnenkomt via de Boven-Schelde en via de zijrivieren, waarna de saliniteit afwaarts toeneemt naarmate er meer menging optreedt met het zeewater. De evaluatiemethodiek schrijft voor om met chloridegehalten te werken. Men drukt deze uit in mg Cl- / l, wat overeen komt met chlorositeit.

### 6.7.1.1 Data

Het chloridegehalte wordt in de Westerschelde al sinds 1964 periodiek opgemeten tijdens langsvaarten ("MWTL chemisch monitoring netwerk Westerschelde"). Hierbij worden er op min of meer vaste plaatsen monsters genomen en afgeleverd aan een laboratorium voor analyse van het chloridegehalte. Deze monitoringscampagne werd initieel uitgevoerd door het Rijksinstituut voor Zuivering van Afvalwater (RIZA), waarbij er bij de inplanning van de meetcampagnes nog geen rekening gehouden werd met de getijden. In 1972 werd de verantwoordelijkheid overgenomen door de Deltadienst. Vanaf dan werd er getracht om de staalnames op een vast moment in de tijcyclus in te plannen. De huidige monitoringscampagne wordt uitgevoerd door Rijkswaterstaat CIV waarbij de vaartocht 1 uur voor hoogwater start in Vlissingen. Voor de analyse werden er 2 foute metingen uit de dataset weggefilterd te Baalhoek in 2006 en 2007.

In 1995 werd een gelijkwaardige monitoringscampagne gestart op de Zeeschelde ("OMES monitoring data Zeeschelde"). De uitvoerende organisatie is Waterwegen en Zeekanaal NV, afdeling Zeeschelde. De OMES-coördinator is Universiteit Antwerpen. Ook hier wordt het chloridegehalte rechtstreeks gemeten in een laboratorium; weliswaar via een verschillende werkwijze. Merk op dat de OMES-langsvaarten getijonafhankelijk zijn ingepland. Het Waterbouwkundig Laboratorium voert ook getijafhankelijke langsvaarten uit, maar niet frequent genoeg om alle benodigde parameters te berekenen. Daarom worden hier enkel de OMES-langsvaarten gebruikt. Onderzoek wees uit de jaargemiddelden berekend uit de getijonafhankelijke OMES-vaarten, uitermate goed overeenkomen met de jaargemiddelden berekend uit de continue meetposten (OMES, 2015 – weliswaar op de andere sterk tijafhankelijke parameter: turbiditeit). Het getijonafhankelijke varen heeft dus geen negatieve impact op de kwaliteit van de OMES-dataset.

Sinds 1998 worden er op een aantal plaatsen in het Schelde-estuarium verschillende parameters continu gemeten met multi-parametertoestellen verbonden aan een meetpaal, boei of ponton. De uitvoerende organisaties zijn Rijkswaterstaat CIV en het Waterbouwkundig laboratorium voor respectievelijk Westerschelde en Zeeschelde. De saliniteit (in practical salinity scale) wordt berekend met de UNESCO-formules op basis van geleidbaarheid en temperatuur (RWS, 2005; De Boeck et al, 2014). Het chloride (mg/l) gehalte wordt dan op zijn beurt afgeleid uit de saliniteit. De gehanteerde omrekeningsformule is opgesteld voor standaard oceaanwater. Voor het Schelde estuarium moeten deze met enige voorzichtigheid behandeld worden.

Een overzicht van alle meetstations gebruikt in deze analyse is terug te vinden in Bijlage D.3.1.

### 6.7.1.1 Methode

Uit het bovenstaande komt naar voor, dat er geen uniforme meetmethode gehanteerd wordt doorheen het Schelde estuarium. Oorspronkelijk werd er geopteerd om louter gebruik te maken van de periodieke scheepsmetingen doordat deze (1) een langere tijdreeks hebben en (2) chlorositeit hier in theorie<sup>36</sup> niet door omrekening uit conductiviteit, maar rechtstreeks bepaald wordt. Later, na controle op data afgehaald van verschillende databases<sup>37</sup>, bleek echter dat punt 2 niet altijd standhield voor de meetgegevens van de Westerschelde.

<sup>36</sup> Conform de datafiches S-FC-N-021 - Chloride (Cl) periodiek en S-FC-V-021 -Chloride -Periodiek

<sup>37</sup> VLIZ dataportaal (Scheldemonitor) en nog eens ter controle via de Waterbase van RWS.

De periodieke chloridetijdsreeks op de Westerschelde was echter beperkt in zowel temporeel als spatiaal bereik. Zo werden na 1996 niet meer alle saliniteitszones bemonsterd. Deze data bleek dus onvoldoende voor de berekening van de parameters<sup>38</sup>. Voor de berekening van schommelingen worden de metingen genormaliseerd met het jaargemiddelde. Daarom konden de scheepsmetingen zonder veel problemen samengenomen worden met de continue metingen. Voor de analyse op verschuivingen was dit geen optie omdat:

1. Er doorheen de jaren niet altijd op dezelfde meetlocatie werd gemeten. Als men de meting verplaatst naar een stroomopwaarts gelegen locatie veroorzaakt dit een artificiële daling in het zoutgehalte.
2. De scheepsmetingen op de Westerschelde worden getijafhankelijk uitgevoerd. Men neemt een meetpunt nabij het moment van hoogwater (start 1u voor hoogwater in Vlissingen). De meetpaal meet gewoon continu. Ook dit veroorzaakt een verschuiving.

Voor de analyse op verschuivingen werd daarom volgende methode gehanteerd:

1. De MWTL tijdsreeks van saliniteit (uitgedrukt in PSU en berekend via temperatuur en conductiviteit) heeft overlap met deze van chlorositeit, maar loopt langer door.
2. Deze werd omgerekend naar chlorositeit aan de hand van de formules opgesteld in De Boeck et al. (2014):

$$S = 1.86550 \cdot C$$

waarin saliniteit (S) en chloriniteit (C) beiden zijn uitgedrukt in g/kg.

De relatie tussen chloriniteit en chlorositeit is:

$$C = C' \cdot \rho / 1000$$

waarbij C' =chlorositeit (g/l), C = chloriniteit (g/kg),  $\rho$  = dichtheid zeewater (kg/m<sup>3</sup>)

Door bovenstaande formules samen te voegen bekomt men:

$$C' = \frac{1000 \cdot S}{1.86550 \cdot \rho}$$

3. Voor bovenstaande stap moet men de dichtheid van het (zee)water kennen, terwijl de meetlocaties zich vaak in brak water bevinden. De dichtheid werd eerst geschat op 1,02 kg/m<sup>3</sup>. Deze schatting werd hierna gecorrigeerd door een lineaire regressie uit te voeren tussen de berekende chlorositeit en de chlorositeitreeks van MWTL (zie Bijlage D.3.2).
4. De gaten in de chlorositeit tijdsreeks van MWTL worden opgevuld met de berekende reeks.
5. Om de verschuivingen in chlorositeit te kunnen analyseren wordt een plot opgesteld met hierin één meetreeks per saliniteitszone, nl. de meetlocatie met de langste MWTL-tijdreeks. Hierbij wordt dus afgeweken van de evaluatiemethode die voorschrijft om een analyse uit te voeren op het niveau van de saliniteitszone.

Dit probleem doet zich niet voor op de Zeeschelde aangezien:

1. Alle saliniteitszones bemonsterd worden met de scheepsmetingen van de OMES langsvaarten.
2. De Unesco-formule in het stroomopwaartse deel minder toepasbaar is.

<sup>38</sup> Het surfaceplot uit Figuur 6-37 werd opgesteld met behulp van interpolatietechnieken. Hiervoor werden louter de scheepsmetingen gebruikt.

Voor de Zeeschelde wordt er dus louter met de OMES-dataset gewerkt waarbij de metingen geaggregeerd worden per saliniteitszone.

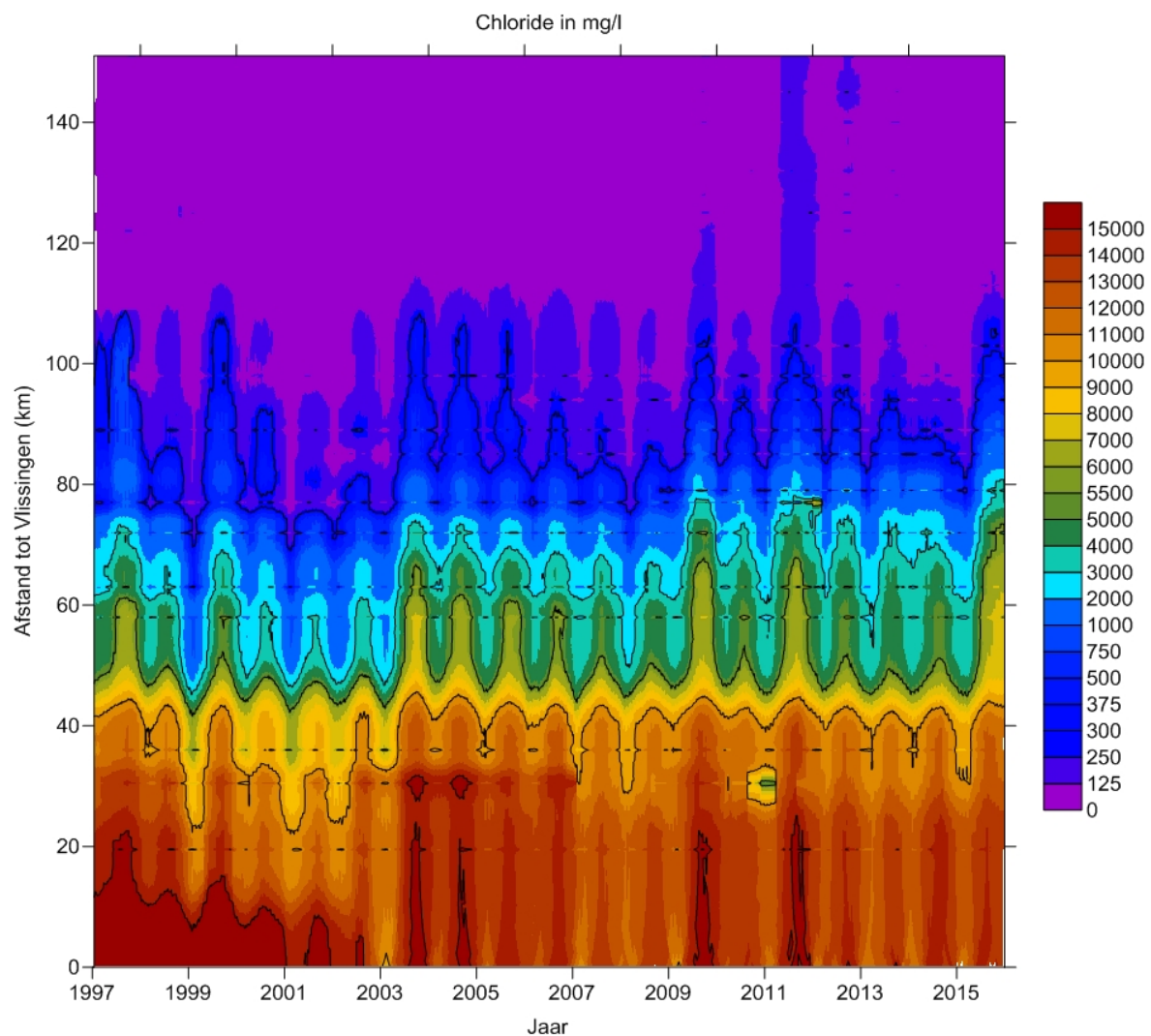
### 6.7.1.2 Verschuivingen in het zoutgehalte

#### Omschrijving

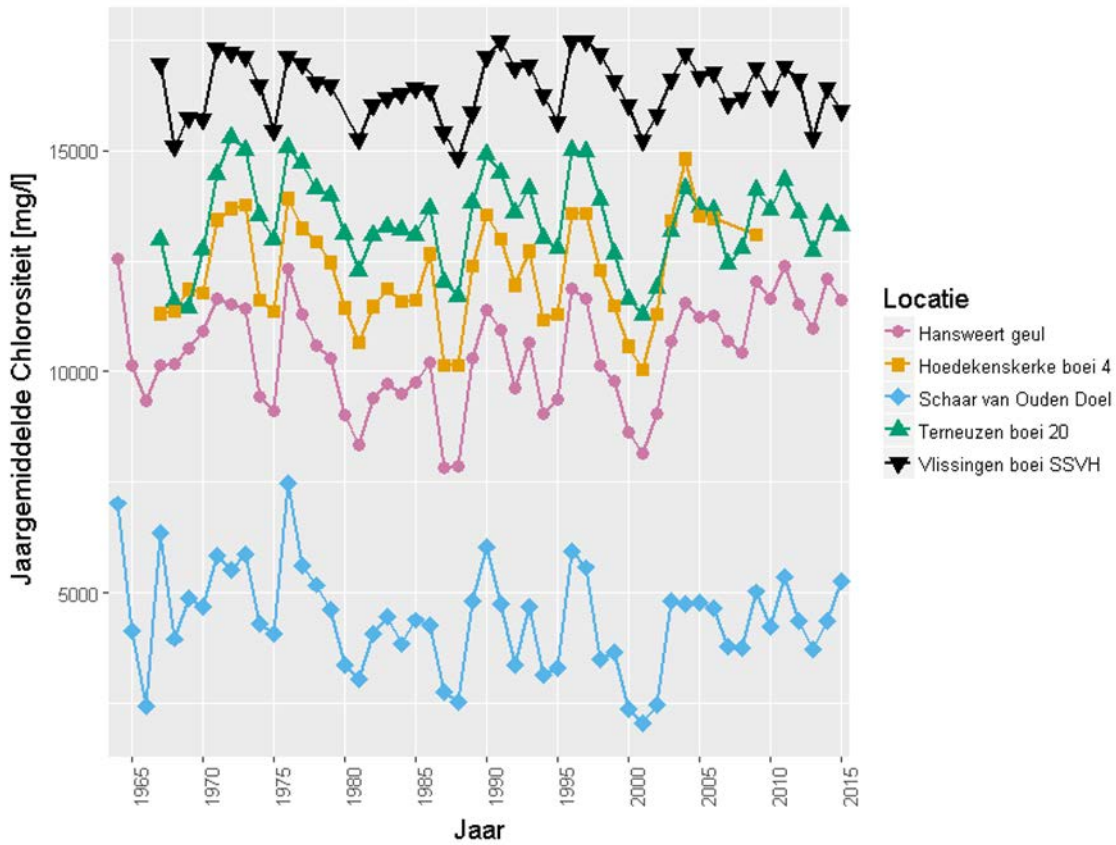
Verschuivingen in het zoutgehalte kunnen leiden tot verschuivingen in de soortendiversiteit en veranderingen in het ecosysteem. Figuur 6-37 illustreert de variaties in tijd en ruimte. De jaargemiddelde chloridegehalten worden gepresenteerd in Figuur 6-38 en Figuur 6-39.

Er is een seizoenale verschuiving die gelinkt kan worden met een verhoogde hoeveelheid regenwater en zoetwater instroom in het systeem. De contour lijnen in Figuur 6-37 tonen aan dat zout water ver in het estuarium doordringt vanaf de 2<sup>de</sup> helft van het jaar. Pieken zijn zichtbaar in het najaar.

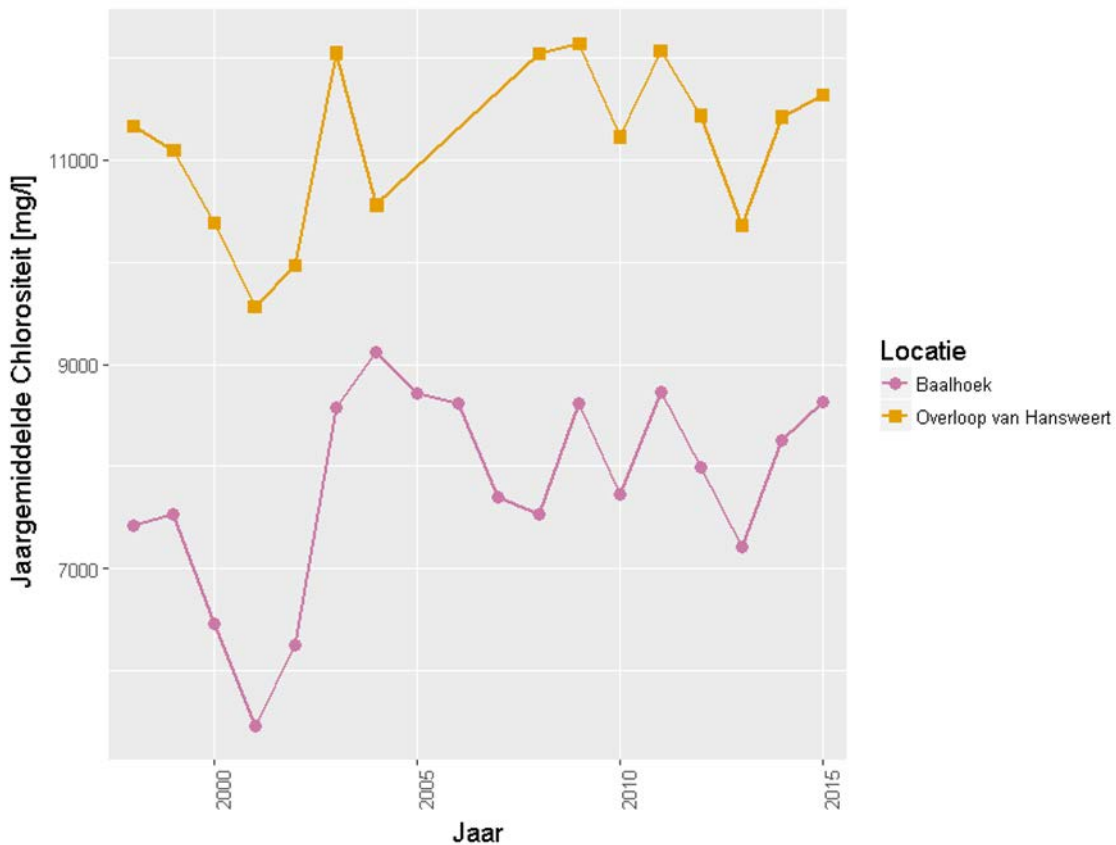
De sterke jaar-op-jaar variatie maakt het moeilijk om een analyse uit te voeren op korte termijn. De focus ligt hier dan ook op veranderingen in de lange termijn trend. Voornamelijk de mesohaliene zone en de zone met sterke saliniteitsgradiënt vertonen een langjarige verschuiving in het chloridegehalte (Figuur 6-38). Sinds het minimum in 2001 – dat in het volledige estuarium werd opgemeten (Figuur 6-39) – steeg het chloridegehalte hier opnieuw. Sinds 2009 stabiliseerde het chloridegehalte. Deze recente trend is ook zichtbaar in de continue meetposten (Figuur 6-21).



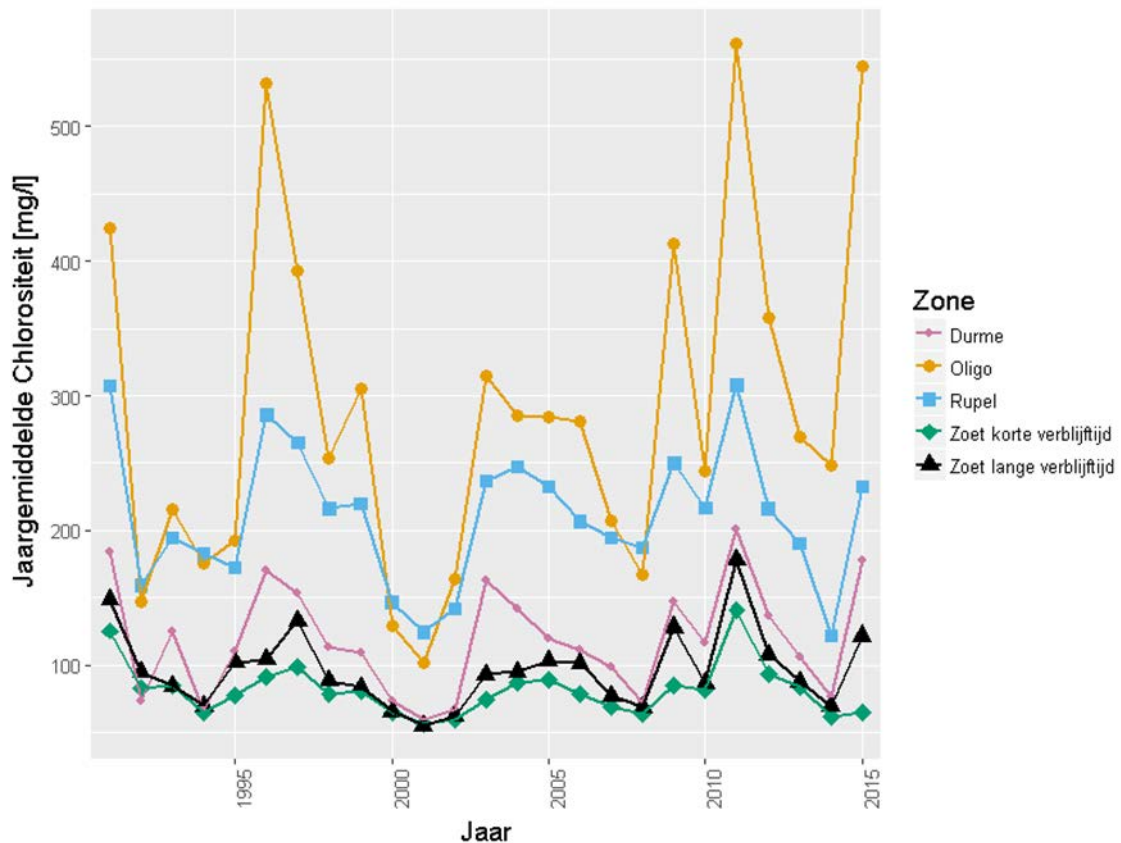
Figuur 6-37: Spatio-temporele interpolatie van het chloridegehalte [mg/l] opgemeten met scheepsmetingen.



Figuur 6-38: Jaargemiddeld chloridegehalte [mg/l]: scheepsmetingen in de saliniteitszones met een hoger chloridegehalte. Bron: Barneveld et al. (2017).



Figuur 6-39: Jaargemiddeld chloridegehalte [mg/l]: bovenste sensor van de continue meetposten in de saliniteitszones met een hoger chloridegehalte.



Figuur 6-40: Jaargemiddeld chloridegehalte [mg/l]: scheepsmetingen in de saliniteitszones met een lager chloridegehalte.

### 6.7.1.2 Schommelingen in het zoutgehalte

#### Omschrijving

Schommelingen op kortere termijn (seizoenen) kan leiden tot toenemende zoutstress, en kan grote gevolgen hebben voor het ecosysteem. Na een paar maanden met lage debieten, kan het zoutgehalte langzaam toenemen, om na een periode van hevige regenval plots weer sterk te dalen. Zo kunnen organismen binnen een periode van enkele maanden blootgesteld worden aan een brede zoutrange. Als maat voor de schommelingen in zout, wordt hier voorgesteld om jaarlijks voor elke Scheldezone (niveau 3) een variatie in chloride-concentratie te bepalen volgens onderstaande formule (Vos & Wolff, 2001):

$$\text{variatie (\%)} = (4 * \text{SD/gem}) * 100$$

Met: gem = jaargemiddelde chloridegehalte  
SD = standaarddeviatie op jaargemiddelde chloridegehalte

De resultaten van de percentages chloride variatie per zone worden weergegeven in Tabel 6-37. De resultaten voor de grens staan gepresenteerd in Tabel 6-38. Elke variatie wordt onderverdeeld in drie fluctuatieklassen: laag (<25%), gemiddeld (25-100%) en hoog (>100%) op basis van een 'educated guess' voorgesteld door (Vos & Wolff, 2001). De kleurcode van groen naar rood in de tabel markeert hoge schommellingszones.



| Zone           | Afstand tot Vlissingen [Km] | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
|----------------|-----------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Sterk Poly     | 12.03                       | 50   | 12   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 47   | 18   | 40   | 33   | 35   | 35   | 29   |
| Poly           | 38.07                       | 92   | 72   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Meso           | 55.51                       | 208  | 45   |      |      |      |      |      |      |      | 80   | 85   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 9 (gradient)   | 68.61                       | 295  | 121  | 106  | 208  | 257  | 210  | 275  | 240  | 232  | 140  | 128  | 128  | 160  | 155  | 146  | 148  | 153  | 155  | 170  | 128  | 202  |
| 10 (gradient)  | 76.40                       | 217  | 220  | 196  | 211  | 246  | 209  | 386  | 296  | 221  | 173  | 170  | 188  | 173  | 210  | 297  | 165  | 180  | 188  | 192  | 126  | 235  |
| 11 (gradient)  | 82.44                       | 251  | 235  | 200  | 309  | 326  | 361  | 370  | 352  | 305  | 232  | 244  | 291  | 258  | 326  | 268  | 227  | 244  | 297  | 274  | 178  | 300  |
| 12 (gradient)  | 89.66                       | 316  | 336  | 332  | 371  | 375  | 380  | 305  | 422  | 389  | 315  | 300  | 449  | 319  | 397  | 415  | 348  | 404  | 482  | 378  | 291  | 399  |
| 13 (oligo)     | 100.12                      | 228  | 470  | 366  | 397  | 431  | 237  | 257  | 287  | 378  | 237  | 198  | 397  | 282  | 326  | 414  | 340  | 361  | 368  | 382  | 313  | 392  |
| 14 (oligo)     | 109.03                      | 285  | 349  | 320  | 372  | 342  | 169  | 148  | 243  | 292  | 227  | 286  | 348  | 294  | 283  | 343  | 334  | 310  | 492  | 281  | 254  | 420  |
| Ruppel         | 111.81                      | 194  | 181  | 179  | 381  | 192  | 150  | 175  | 136  | 272  | 174  | 135  | 178  | 166  | 226  | 345  | 182  | 272  | 216  | 189  | 198  | 380  |
| Durme          | 116.41                      | 198  | 151  | 182  | 239  | 207  | 117  | 89   | 119  | 343  | 186  | 199  | 204  | 224  | 121  | 307  | 277  | 269  | 357  | 195  | 119  | 338  |
| 15 (zoet lang) | 117.32                      |      | 190  | 220  | 405  | 192  | 60   | 104  | 109  | 423  | 122  | 121  | 381  | 192  | 182  | 360  | 206  | 286  | 421  | 243  | 137  | 364  |
| 16 (zoet lang) | 130.48                      | 6    | 81   | 116  | 126  | 103  | 74   | 95   | 76   | 103  | 92   | 105  | 134  | 89   | 86   | 261  | 117  | 201  | 258  | 138  | 81   | 174  |
| Boundary       | 140.16                      | 179  | 120  | 121  | 144  | 189  | 103  | 183  | 138  | 163  | 173  | 106  | 124  | 141  | 110  | 146  | 134  | 173  | 150  | 137  | 116  | 126  |
| 17 (zoet kort) | 141.46                      | 88   | 150  | 76   | 101  | 131  | 71   | 94   | 78   | 98   | 80   | 93   | 92   | 64   | 62   | 214  | 102  | 202  | 211  | 109  | 64   | 72   |
| 18 (zoet kort) | 151.68                      | 54   | 130  | 87   | 76   | 99   | 78   | 97   | 82   | 92   | 78   | 93   | 86   | 60   | 61   | 138  | 89   | 234  | 242  | 142  | 74   | 78   |
| 19 (zoet kort) | 161.39                      | 107  | 94   | 86   | 82   | 85   | 70   | 119  | 88   | 83   | 87   | 90   | 90   | 67   | 51   | 178  | 136  | 211  | 273  | 131  | 88   | 72   |

Tabel 6-37: Schommelingen in het zoutgehalte per zone.

| River        | Afstand tot Vlissingen [Km] | 1995  | 1996  | 1997 | 1998  | 1999  | 2000 | 2001 | 2002 | 2003  | 2004  | 2005 | 2006  | 2007  | 2008  | 2009 | 2010  | 2011 | 2012  | 2013  | 2014 | 2015 |
|--------------|-----------------------------|-------|-------|------|-------|-------|------|------|------|-------|-------|------|-------|-------|-------|------|-------|------|-------|-------|------|------|
| Kanaaldok    | 76.9                        | 267   | 114   | 120  | 153   | 249   | 0    | 0    | 0    | 252   | 150   | 103  | 83    | 119   | 124   | 155  | 125   | 181  | 140   | 131   | 121  | 211  |
| Zenne        | 127.6                       | 0     | 0     | 0    | 0     | 0     | 0    | 0    | 47   | 0     | 0     | 82   | 146   | 146   | 132   | 143  | 137   | 78   | 99    | 89    | 132  | 144  |
| Dender       | 141.0                       | 152.5 | 144.5 | 115  | 180.5 | 190.5 | 120  | 166  | 113  | 113.5 | 144.5 | 115  | 146.5 | 149.5 | 138.5 | 154  | 126.5 | 157  | 158.5 | 128.5 | 152  | 167  |
| Kleine Nete  | 147.6                       | 125   | 72    | 111  | 103   | 123   | 85   | 122  | 198  | 123   | 101   | 114  | 117   | 151   | 99    | 120  | 162   | 159  | 111   | 105   | 93   | 177  |
| Grote Nete   | 149.4                       | 271   | 133   | 145  | 194   | 203   | 165  | 278  | 150  | 224   | 217   | 147  | 156   | 259   | 163   | 141  | 215   | 222  | 146   | 168   | 98   | 102  |
| Bovenscheide | 179.3                       | 108   | 113   | 109  | 93    | 82    | 75   | 77   | 75   | 100   | 80    | 102  | 103   | 98    | 51    | 55   | 97    | 95   | 68    | 80    | 69   | 91   |

Tabel 6-38: Schommelingen in het zoutgehalte per rivier (boundary meetstations gebruikt).

Zoals verwacht zijn hoge schommelingen zichtbaar in de overgangsgebieden, dit is zichtbaar in Tabel 6-37 aan de oranje en rode cellen. Dit was eveneens al vermeld in de grafiek met de isolijnen (Figuur 6-37). Van uiterst belang zijn de sterke schommelingen in de jaren 1998, 2003, 2006, 2009, 2012 en 2015. Ondanks dat de andere jaren eveneens hoge variaties tonen, zijn ze niet zo hoog als in de vermelde jaren. De schommelingen zijn gelinkt aan de pieken in de licht blauwe gebieden die de zone zoet lange verblijftijd binnenkomen in Figuur 6-37 (onderste grafiek). Men moet de aandacht richten aan sterke zoutschommelingen die tot in zones komen die gedefinieerd zijn als zoet water. Indien organismen in de zoete zones iedere 3 jaar voor een maand tot 2 maanden worden blootgesteld aan een sterk afwijkende zoutgehalte, ondervinden deze zoutstress. De impact van deze schommelingen zou een uitgangspunt kunnen zijn voor verder onderzoek. Op de Zeeschelde zal een sterk verhoogd zoutgehalte negatief zijn voor de organismen. Voor de meer stroomafwaarts gelegen delen geldt dan weer dat ook een blootstelling aan lage zoutgehalten (vb. in de winter) negatief is voor organismen.

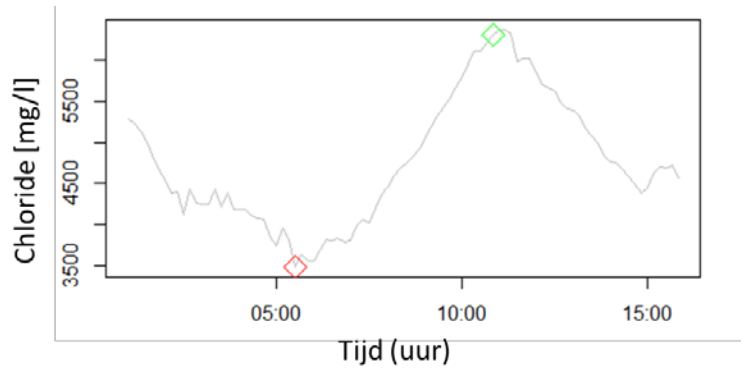
### 6.7.1.3 Zoutstress (schommelingen binnen 1 tijdbeweging)

#### Omschrijving

In het estuarium zijn er twee soorten schommeling te vinden, enerzijds schommeling van het zoutgehalte in de tijd als gevolg van een debietsverandering. Anderzijds zijn er schommelingen in het zoutgehalte als gevolg van het getij. Deze laatste zorgt ervoor dat het zoutgehalte in het estuarium op en neer beweegt in overeenkomst met het getij. De variatie binnen 1 tijdbeweging heet zoutstress.

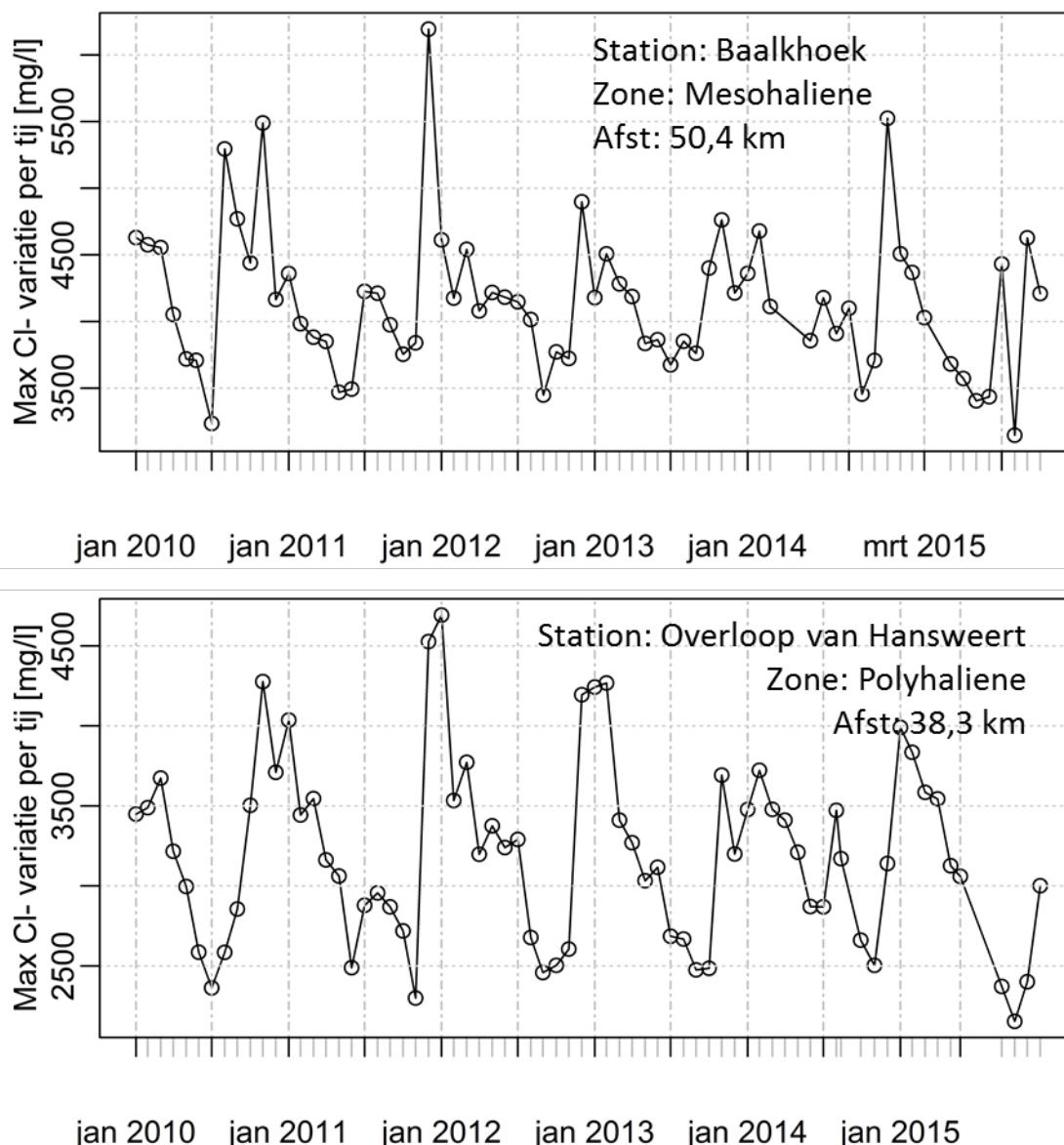
Voor de bepaling van de schommelingen binnen 1 tijdbeweging wordt gebruik gemaakt van continue meetdata. In de periode 2010 tot 2015 zijn meetgegevens van het bovenste meettoestel van 2 stations gebruikt: het station Hansweert in de Polyhaliene zone en Baalhoek in de Mesohaliene zone. Voor iedere getijden cyclus, werd de variatie in het zoutgehalte ingeschat als het verschil tussen de minimum en maximum chloride concentratie (Figuur 6-41). De maximum variatie werd gebruikt als indicatie voor de zoutstress.





Figuur 6-41: Hoge en lage pieken van de chloride-concentratie binnen een getidencyclus.

De maandelijkse variatie in de chloride concentratie binnen een getijden cyclus voor de stations Hansweert en Baalhoek zijn gegeven in Figuur 6-42. In de variatie van de maxima is eveneens seizoensvariatie zichtbaar, waarbij 3 globale maxima voorkomen in de maanden december en november. Dit komt overeen met de hoge excursie van saliniteit richting de zone zoet lange verblijftijd. Spijtig genoeg is er niet genoeg continue data van het chloridegehalte beschikbaar in de overige delen van het estuarium om een meer compleet beeld te scheppen van de zoutstress, gemeten als maximum variatie in de getijden. Over het algemeen toont de variatie in chloridegehalte aan dat seizoenale stress kan voorkomen in het Schelde estuarium.



Figuur 6-42: Maximum Chloride variatie per tij binnen 1 tijbeweging van het bovenste meettoestel te Baalkhoek (Boven) en Hansweert (Onder).

#### 6.7.1.4 Stratificatie

##### Omschrijving

De saliniteit kan toenemen met de diepte in de waterkolom indien het systeem niet goed gemengd is en zo het ontstaan geeft aan een stratificatie. Het hoogste risico voor stratificatie bevindt zich daar waar zout en zoet water elkaar ontmoeten in het estuarium: de zone met sterke saliniteitsgradiënt. Maar het risico op de negatieve gevolgen van stratificatie is echter zeer klein omdat er momenteel amper stratificatie voorkomt in het Schelde estuarium.

#### 6.7.2 Lichtlimitatie

Lichtbeschikbaarheid is een belangrijke factor voor primaire productie. Daarom is de groei van algen sterk beïnvloed door de hoeveelheid licht die kan doordringen in de waterkolom. Eveneens is dit meestal de limiterende factor voor fytoplanktongroei in het Schelde estuarium.

Veranderingen in het lichtklimaat zijn bijgevolg een belangrijke verklarende parameter voor het hele ecosysteem. De lichtlimitatie wordt voornamelijk bepaald door de hoeveelheid en aard van

de zwevende stof in de waterkolom en door de mengdiepte. Toename van de zwevende stof en de troebelheid, betekent toename van de lichtlimitatie met mogelijke gevolgen voor primaire productie en de voedselketen. Metingen van zowel de eufotische diepte als een bepaling van lichtlimitatie zijn gebruikt als verklarende parameters.

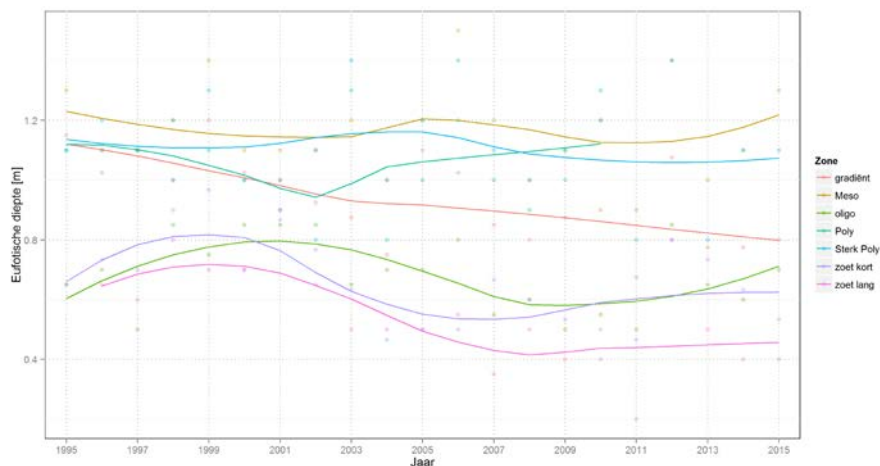
### 6.7.2.1 Seizoen gemiddelde eufotische diepte

#### Omschrijving en data

De eufotische diepte wordt gedefinieerd als de diepte in de waterkolom waarop nog slechts 1% van het licht kan doordringen. De eufotische diepte wordt bij voorkeur bepaald via veldmetingen van de verticale extinctie-coëfficiënt  $k_d$ . Wanneer  $k_d$  voorhanden is wordt de eufotische diepte (Zeu) berekend met de vergelijking:

$$Zeu = -1/k_d * \ln(0.01) \approx 4,6 / k_d$$

Deze seizoengemiddelde eufotische diepte wordt geanalyseerd per seizoen en de resultaten worden gepresenteerd in Tabel 6-39. Trends worden geanalyseerd ter verklaring van onder andere patronen in primaire productie. De trends in de seizoensgemiddelde eufotische diepte worden gepresenteerd in Figuur 6-43 tot en met Figuur 6-46.



Figuur 6-43: Trends in seizoensgemiddelde eufotische diepte per zone in de herfst.

De tij dynamiek op verschillende plaatsen in de Schelde beïnvloedt de turbiditeit en daarmee ook het lichtklimaat. Daarom is de hydrodynamiek een verklarende factor voor het verschil in eufotische dieptes tussen de verschillende Schelde zones.

| Herfst         | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Sterk Poly     | 1.1  | 1.2  | 1.1  | 1    | 1.3  | 1    | 1    | 1.1  | 1.4  | 1    | 1.2  | 1.2  | 1.1  | 1    | 1    | 1.3  | 0.8  | 1.4  | 0.8  | 1.1  | 1.1  |
| Poly           | 1.1  | 1.1  | 1.1  | 1.2  | 1.1  | 1    | 0.9  | 0.8  | 1.3  | 0.8  | 1    | 1.4  | 1    | 0.9  | 1.1  | 1.2  |      |      |      |      |      |
| Meso           | 1.3  | 1.1  | 1.1  | 1.2  | 1.4  | 1.1  | 1.1  | 1.1  | 1.2  | 1    | 1.2  | 1.5  | 1.2  | 1    | 1.1  | 1.2  | 0.9  | 1.4  | 1    | 1.1  | 1.3  |
| 9 (gradiënt)   | 1.1  | 1    | 1.1  | 0.9  | 1.1  | 0.9  | 1    | 0.8  | 1    | 0.6  | 1    | 1.1  | 0.9  | 0.8  | 0.9  | 1    | 0.6  | 1.1  | 0.8  | 0.8  | 1    |
| 10 (gradiënt)  | 1.4  | 1.1  | 1.2  | 1.1  | 1.3  | 1.2  | 1.2  | 1.1  | 1    | 1    | 1.2  | 1.2  | 1    | 1.1  | 1.1  | 1.2  | 0.9  | 1.3  | 1.1  | 0.8  | 0.8  |
| 11 (gradiënt)  | 1.1  | 1    | 1.1  | 1    | 1.2  | 1    | 0.8  | 0.8  | 0.7  | 0.6  | 1.2  | 0.9  | 0.7  | 0.6  | 0.8  | 0.8  | 0.6  | 1.1  | 0.6  | 0.9  | 0.6  |
| 12 (gradiënt)  | 1    | 1    | 1    | 1    | 1.2  | 1    | 1    | 1    | 0.8  | 0.8  | 1    | 0.9  | 0.8  | 0.7  | 0.7  | 0.6  | 0.6  | 0.8  | 0.6  | 0.6  | 0.8  |
| 13 (oligo)     | 0.7  | 0.8  | 0.5  | 0.9  | 0.7  | 0.9  | 0.9  | 0.9  | 0.7  | 0.8  | 0.8  | 0.9  | 0.6  | 0.7  | 0.5  | 0.6  | 0.6  | 0.8  | 0.7  | 0.7  | 0.6  |
| 14 (oligo)     | 0.6  | 0.6  | 0.5  | 0.8  | 0.8  | 0.8  | 0.8  | 0.8  | 0.6  | 0.6  | 0.6  | 0.7  | 0.5  | 0.5  | 0.5  | 0.5  | 0.4  | 0.9  | 0.6  | 0.5  | 0.8  |
| 15 (zoet lang) |      | 0.8  | 0.7  | 0.9  |      | 0.8  | 1    | 0.7  | 0.4  | 0.6  | 0.5  | 0.6  | 0.3  | 0.4  | 0.4  | 0.4  | 0.2  | 1    | 0.4  | 0.4  | 0.4  |
| 16 (zoet lang) |      | 0.5  | 0.5  | 0.7  | 0.7  | 0.6  | 0.8  | 0.6  | 0.6  | 0.4  | 0.5  | 0.5  | 0.4  | 0.6  | 0.4  | 0.4  | 0.2  | 0.6  | 0.6  | 0.4  | 0.4  |
| 17 (zoet kort) | 0.7  | 0.7  | 0.5  | 0.8  | 0.7  | 0.6  | 0.8  | 0.6  | 0.5  | 0.3  | 0.4  | 0.4  | 0.6  | 0.5  | 0.4  | 0.4  | 0.2  | 0.8  | 0.7  | 0.5  | 0.4  |
| 18 (zoet kort) | 0.6  | 0.7  | 0.8  | 1    | 1    | 0.8  | 0.9  | 0.9  | 0.7  | 0.5  | 0.5  | 0.5  | 0.7  | 0.6  | 0.6  | 0.5  | 0.6  | 0.8  | 0.8  | 0.7  | 0.5  |
| 19 (zoet kort) |      | 0.8  | 0.8  | 0.9  | 1.2  | 0.7  | 0.9  | 0.8  | 0.7  | 0.6  | 0.6  | 0.6  | 0.7  | 0.7  | 0.6  | 0.6  | 0.6  | 0.8  | 0.7  | 0.7  | 0.7  |
| Rupel          | 0.9  | 1.1  | 0.9  |      | 1.1  | 1.1  | 1    | 1    | 1    | 0.8  | 0.8  | 0.8  | 0.6  | 0.6  | 0.8  | 0.7  | 0.5  | 0.8  | 0.8  | 0.7  | 0.8  |
| Durme          |      | 1    | 0.8  |      | 1.2  | 0.8  | 0.8  | 0.8  | 0.8  | 0.8  | 0.6  | 0.6  | 0.5  | 0.4  | 0.6  | 0.6  | 0.2  | 0.8  | 0.6  | 0.4  | 0.5  |

| Winter         | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Sterk Poly     | 0.8  | 0.9  | 0.8  | 1.1  | 1    | 1    | 0.9  | 0.8  | 1.3  | 0.9  | 0.9  | 1    | 1    | 1    | 0.7  | 0.8  | 0.7  | 1    | 0.8  | 1    | 0.8  |
| Poly           | 0.9  | 1    | 0.8  | 1.1  | 1.3  | 1    | 1    | 0.7  | 1.2  | 0.8  | 1    | 1.1  | 1    | 1    | 0.9  | 0.9  | 1.2  |      |      |      |      |
| Meso           | 1.1  | 1    | 0.9  | 1    | 1.1  | 1.1  | 0.9  | 0.8  | 1.2  | 1    | 1.1  | 1.2  | 1.1  | 1.1  | 0.8  | 1    | 1    | 1    | 0.8  | 0.8  | 0.8  |
| 9 (gradiënt)   | 0.8  | 0.7  | 0.8  | 1    | 0.9  | 1    | 0.8  | 0.6  | 0.9  | 0.7  | 0.9  | 1    | 0.8  | 0.7  | 0.6  | 0.7  | 0.7  | 0.7  | 0.8  | 0.7  | 0.9  |
| 10 (gradiënt)  | 1.2  | 1    | 1    | 1.2  | 1.1  | 1.2  | 1    | 0.9  | 1    | 0.8  | 1.1  | 1.2  | 1.1  | 0.9  | 0.8  | 0.8  | 0.8  | 1    | 1    | 0.4  | 0.9  |
| 11 (gradiënt)  | 0.8  | 1.1  | 1    | 1    | 0.9  | 1    | 0.9  | 0.8  | 0.8  | 0.7  | 1    | 1.1  | 0.8  | 0.8  | 0.4  | 0.5  | 0.4  | 0.5  | 0.4  | 0.4  | 0.8  |
| 12 (gradiënt)  | 0.9  | 1.1  | 0.9  | 0.8  | 1    | 1    | 1    | 0.9  | 0.9  | 0.8  | 1.1  | 1    | 1    | 0.9  | 0.6  | 0.6  | 0.8  | 0.5  | 0.4  | 0.5  | 0.6  |
| 13 (oligo)     | 0.9  | 0.7  | 0.7  | 0.9  | 1.1  | 0.9  | 0.8  | 0.8  | 0.9  | 0.8  | 0.7  | 0.8  | 0.7  | 0.7  | 0.6  | 0.6  | 0.6  | 0.6  | 0.5  | 0.6  | 0.6  |
| 14 (oligo)     | 0.6  | 0.5  | 0.5  | 0.7  | 0.9  | 0.7  | 0.6  | 0.6  | 0.9  | 0.4  | 0.4  | 0.8  | 0.6  | 0.6  | 0.5  | 0.6  | 0.4  | 0.5  | 0.6  | 0.4  | 0.9  |
| 15 (zoet lang) | 0.3  | 0.4  | 0.4  | 0.6  |      | 0.6  | 0.4  | 0.5  | 0.8  | 0.4  | 0.3  | 0.5  | 0.4  | 0.4  | 0.4  | 0.4  | 0.4  | 0.6  | 0.6  | 0.6  | 0.7  |
| 16 (zoet lang) | 0.6  | 0.5  | 0.7  | 0.8  | 0.9  | 0.6  | 0.7  | 0.8  | 0.8  | 0.5  | 0.4  | 0.5  | 0.6  | 0.7  | 0.6  | 0.7  | 0.5  | 0.7  | 0.8  | 0.8  | 0.8  |
| 17 (zoet kort) | 1.1  | 0.7  | 0.7  | 0.8  | 0.7  | 0.4  | 0.6  | 0.8  | 0.7  | 0.7  | 0.6  | 0.5  | 0.7  | 0.8  | 0.5  | 0.8  | 0.6  | 0.8  | 0.9  | 0.9  | 0.8  |
| 18 (zoet kort) | 1    | 0.7  | 0.7  | 0.9  | 1    | 0.6  | 0.7  | 1    | 0.9  | 0.7  | 0.8  | 0.8  | 0.9  | 1    | 0.8  | 0.9  | 0.8  | 0.9  | 0.8  | 0.8  | 0.9  |
| 19 (zoet kort) | 1.1  | 1    | 0.9  | 0.9  | 1.1  | 0.6  | 0.7  | 0.7  | 0.8  | 0.8  | 1    | 0.6  | 0.8  | 0.8  | 0.8  | 0.9  | 0.7  | 0.8  | 0.8  | 0.9  | 1    |
| Rupel          | 0.8  | 0.8  | 0.9  |      | 1    | 0.7  | 0.8  | 0.8  | 1.2  | 0.7  | 0.6  | 0.6  | 0.8  | 0.7  | 0.6  | 0.8  | 0.6  | 0.9  | 0.9  | 0.8  | 1    |
| Durme          |      |      | 0.5  |      | 0.7  | 0.7  | 0.8  | 0.8  | 1    | 0.6  | 0.7  | 0.8  | 0.8  | 0.7  | 0.4  | 0.6  | 0.4  | 0.7  | 0.6  | 0.8  | 0.4  |

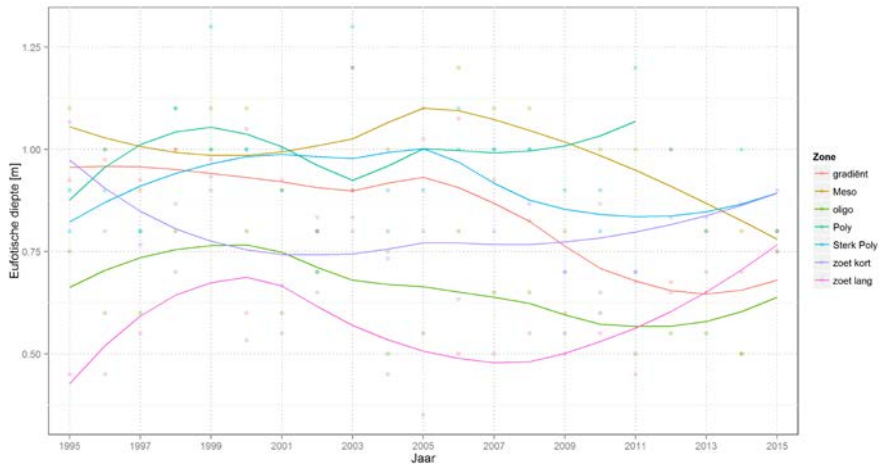
  

| Lente          | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Sterk Poly     | 1.1  | 1.1  | 1.2  | 1.3  | 1.2  | 1.2  | 1.3  | 1.1  | 1.1  | 0.9  | 1.2  | 1    | 1.4  | 1.2  | 1    | 1.1  | 1    | 0.8  | 0.8  | 0.9  | 0.8  |
| Poly           | 0.9  | 1.2  | 1.2  | 1.1  | 1.2  | 1.2  | 1.3  | 1.1  | 1.1  | 0.9  | 1.1  | 1.1  | 1.2  | 1.4  | 1    | 1.3  |      |      |      |      |      |
| Meso           | 1.2  | 1    | 1.2  | 1.1  | 1.3  | 1.1  | 1.1  | 1.1  | 1.1  | 0.9  | 1.2  | 1    | 1.3  | 1.3  | 1.1  | 1.1  | 1.1  | 0.9  | 1.1  | 1.2  | 0.9  |
| 9 (gradiënt)   | 1    | 0.7  | 1.1  | 0.8  | 1.1  | 0.9  | 0.9  | 0.8  | 0.8  | 0.7  | 1    | 0.8  | 1    | 0.8  | 0.9  | 0.7  | 0.7  | 0.9  | 0.8  | 1    | 0.7  |
| 10 (gradiënt)  | 1.3  | 0.8  | 1.1  | 1.2  | 1.3  | 1    | 1    | 1    | 1.1  | 0.9  | 1.2  | 1.1  | 1.2  | 1.1  | 0.9  | 0.8  | 1    | 1.1  | 1.1  | 1    | 0.6  |
| 11 (gradiënt)  | 1    | 0.5  | 1    | 0.8  | 1.2  | 1.1  | 0.9  | 0.7  | 0.9  | 0.6  | 0.9  | 0.9  | 0.8  | 1    | 0.7  | 0.5  | 0.4  | 0.7  | 0.6  | 0.8  | 0.4  |
| 12 (gradiënt)  | 1    | 0.8  | 1    | 1    | 1.2  | 1    | 1.1  | 0.9  | 1    | 0.9  | 1    | 1    | 0.9  | 1    | 0.6  | 0.6  | 0.4  | 0.6  | 0.8  | 0.7  | 0.4  |
| 13 (oligo)     | 1.1  | 0.8  | 0.9  | 1.1  | 0.9  | 0.7  | 0.9  | 0.8  | 0.9  | 0.8  | 1    | 0.8  | 0.7  | 1    | 0.8  | 0.6  | 0.5  | 0.7  | 0.8  | 0.8  | 0.7  |
| 14 (oligo)     | 1.3  | 0.6  | 1.1  | 1    | 0.8  | 0.8  | 0.8  | 0.8  | 0.7  | 0.8  | 0.9  | 0.6  | 0.8  | 1    | 0.7  | 0.5  | 0.4  | 1    | 0.7  | 0.8  | 0.6  |
| 15 (zoet lang) |      | 0.4  | 0.9  | 0.9  |      | 0.7  | 0.6  | 0.6  | 0.4  | 0.9  | 0.4  | 0.4  | 0.4  | 1.2  | 0.6  | 0.9  | 0.6  | 0.8  | 0.9  | 1.3  | 0.6  |
| 16 (zoet lang) |      | 0.7  | 0.8  | 0.8  | 1.1  | 0.8  | 0.7  | 0.7  | 0.8  | 0.8  | 0.8  | 0.7  | 0.7  | 0.8  | 0.9  | 0.9  | 0.8  | 0.8  | 1    | 1.1  | 0.9  |
| 17 (zoet kort) | 1    | 0.9  | 0.9  | 0.7  | 0.9  |      | 0.6  | 0.8  | 0.7  | 0.7  | 0.8  | 0.9  | 0.7  | 0.8  | 0.9  | 0.9  | 0.8  | 0.8  | 0.9  | 1    | 1    |
| 18 (zoet kort) | 1    | 1.2  | 1.2  | 0.9  | 1    | 1.1  | 0.8  | 0.8  | 0.7  | 0.7  | 1    | 0.8  | 0.8  | 1.1  | 0.9  | 0.9  | 1    | 0.8  | 1    | 1    | 1    |
| 19 (zoet kort) |      | 0.8  | 1.1  | 0.9  | 1    | 1    | 0.9  | 0.8  | 0.9  | 0.9  | 1    | 1    | 0.7  | 1    | 0.9  | 0.9  | 0.8  | 0.8  | 1    | 1    | 0.8  |
| Rupel          | 0.9  | 1.3  | 1.3  |      | 0.9  | 1    | 1    | 1.1  | 0.9  | 0.9  | 1    | 0.7  | 0.8  | 0.8  | 0.9  | 0.8  | 0.7  | 1    | 1.1  | 1.1  | 0.9  |
| Durme          |      |      | 1    |      | 1.1  | 0.8  | 0.8  | 0.9  | 1    | 0.8  | 0.8  | 0.7  | 1    | 0.8  | 0.8  | 1    | 0.6  | 0.7  | 0.8  | 0.8  | 0.8  |

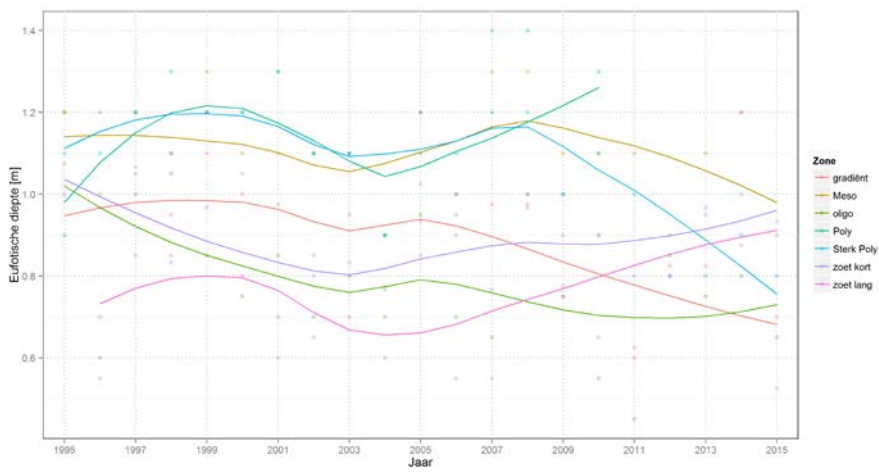
  

| Zomer          | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Sterk Poly     | 1.4  | 1.4  | 1.4  | 1.4  | 1.2  | 1.3  | 1.3  | 1.4  | 1.3  | 1.5  | 1.4  | 1.4  | 1.4  | 1    | 1.2  | 1.3  | 1    | 1.1  | 1.3  | 1.2  | 1.1  |
| Poly           | 0.9  | 1    | 1.2  | 1.4  | 1.1  | 1.3  | 1.2  | 1.2  | 1    | 1.4  | 1.1  | 1.2  | 1.3  | 0.9  | 1.2  | 1    |      |      |      |      |      |
| Meso           | 1.2  | 1.3  | 1.2  | 1.4  | 1.3  | 1.3  | 1    | 1.1  | 1.3  | 1.3  | 1.2  | 1.3  | 1.2  | 1.1  | 1.2  | 1.2  | 1.1  | 1.2  | 1.4  | 1    | 1.1  |
| 9 (gradiënt)   | 1.2  | 1.1  | 1.1  | 1    | 1.1  | 1    | 0.9  | 0.9  | 1.1  | 1.1  | 0.9  | 1    | 1    | 0.8  | 1    | 1    | 0.6  | 0.9  | 1.1  | 1    | 1.1  |
| 10 (gradiënt)  | 1.2  | 1.2  | 1.2  | 1.2  | 1.3  | 1.2  | 1.2  | 1.2  | 1.2  | 1.2  | 1.2  | 1.2  | 1.2  | 1.2  | 1.2  | 1.2  | 1.2  | 1.2  | 1.2  | 1.2  | 1    |
| 11 (gradiënt)  | 1    | 1.1  | 1    | 1.1  | 1.1  | 1.2  | 1    | 0.9  | 0.8  | 1    | 1    | 0.9  | 0.8  | 0.9  | 0.8  | 0.8  | 0.4  | 0.8  | 1    | 0.7  | 0.7  |
| 12 (gradiënt)  | 0.9  | 1    | 0.9  | 1.1  | 1.1  | 1.1  | 1.1  | 0.9  | 1    | 0.9  | 0.9  | 0.9  | 0.9  | 0.9  | 0.9  | 0.9  | 0.4  | 0.8  | 0.9  | 0.8  | 0.7  |
| 13 (oligo)     | 1.1  | 0.8  | 0.6  | 0.8  | 0.8  | 0.8  | 1    | 0.8  | 0.8  | 0.8  | 0.8  | 0.8  | 0.8  | 0.8  | 0.8  | 0.8  | 0.7  | 0.4  | 0.8  | 0.8  | 0.9  |
| 14 (oligo)     | 1.1  | 0.7  | 0.4  | 0.6  | 0.8  | 0.9  | 0.9  | 0.9  | 0.9  | 0.7  | 0.6  | 0.6  | 0.7  | 0.8  | 0.7  | 0.8  | 0.4  | 0.6  | 1.2  | 0.4  | 0.8  |
| 15 (zoet lang) |      | 0.7  | 0.3  | 0.8  |      | 0.8  | 0.8  | 0.7  | 0.4  | 0.6  | 0.6  | 0.7  | 0.4  | 1.3  | 0.4  | 0.4  | 0.2  | 0.6  | 1.1  | 0.4  | 0.4  |
| 16 (zoet lang) |      | 0.6  | 0.6  | 0.7  | 1    | 0.8  | 0.8  | 0.7  | 0.6  | 0.6  | 0.5  | 0.5  | 0.8  | 0.8  | 0.5  | 0.7  | 0.3  | 0.6  | 1    | 0.8  | 0.4  |
| 17 (zoet kort) | 1.1  | 0.8  | 0.7  | 0.8  | 0.8  | 0.8  | 0.8  | 0.8  | 0.8  | 0.8  | 0.8  | 0.8  | 0.8  | 0.8  | 0.8  | 0.8  | 0.8  | 0.8  | 0.7  | 0.7  | 0.8  |
| 18 (zoet kort) | 1    | 1    | 0.7  | 0.8  | 0.8  | 0.7  | 1    | 0.8  | 0.8  | 0.8  | 0.8  | 0.8  | 0.8  | 0.8  | 0.8  | 0.8  | 0.8  | 0.8  | 0.8  | 0.8  | 0.8  |
| 19 (zoet kort) |      | 0.8  | 0.8  | 0.8  | 0.8  | 0.8  | 0.8  | 0.8  | 0.8  | 0.8  | 0.8  | 0.8  | 0.8  | 0.8  | 0.8  | 0.8  | 0.4  | 0.6  | 0.8  | 0.8  | 0.8  |
| Rupel          | 0.8  | 0.8  | 0.7  |      | 0.8  | 1.1  | 0.8  | 1    | 1.1  | 1    | 0.8  | 0.8  | 0.8  | 1    | 0.6  | 0.9  | 0.4  | 0.6  | 1    | 0.7  | 0.8  |
| Durme          |      | 0.6  | 0.7  |      | 1    | 0.7  | 0.8  | 0.8  | 1    | 0.8  | 0.8  | 0.8  | 0.8  | 0.8  | 0.8  | 0.8  | 0.2  | 0.8  | 1.1  | 0.8  | 0.4  |

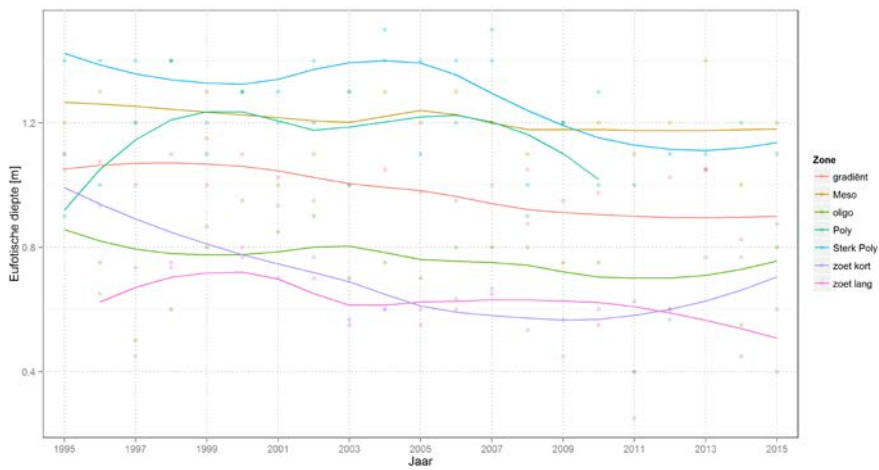
Tabel 6-39: Seizoensgemiddelde Eufotische diepte berekend per jaar en niveau 4 zone.



Figuur 6-44: Trends in seizoensgemiddelde eufotische diepte per zone in de winter.



Figuur 6-45: Trends in seizoensgemiddelde eufotische diepte per zone in de lente.



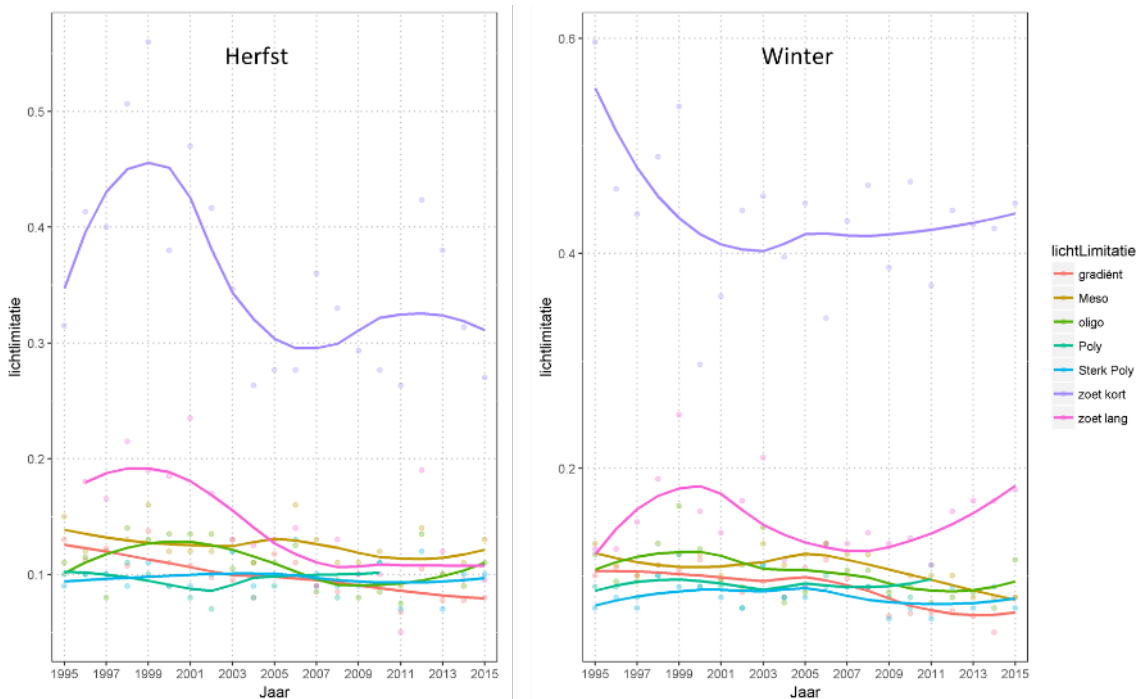
Figuur 6-46: Trends in seizoensgemiddelde eufotische diepte per zone in de zomer.

### 6.7.2.2 Seizoen gemiddelde lichtlimitatie

#### Omschrijving en data

De lichtlimitatie is niet enkel afhankelijk van de eufotische diepte, maar ook van de mengdiepte van het waterlichaam. Lichtlimitatie kan ingeschat worden met de formule  $Z_{eu}/Z_m$ . Hierbij staat  $Z_{eu}$  voor eufotische diepte (= diepte met 1% lichtdoordringing) en  $Z_m$  voor mengdiepte. De Schelde wordt als goed gemengd beschouwd, dus wordt de mengdiepte in elke zone benaderd door de gemiddelde waterdiepte in die zone. De verhouding eufotische diepte / mengdiepte is een maat voor de lichtbeschikbaarheid. Hoe kleiner deze waarde, hoe groter de lichtlimitatie.

Daarom wordt de lichtlimitatie voor elke Scheldezone tot op niveau 4 berekend door de eufotische diepte te delen door de gemiddelde diepte van het compartiment in kwestie. Deze seizoensgemiddelde lichtlimitatie wordt voor elk seizoen geanalyseerd. De resultaten zijn gepresenteerd in Tabel 6-40. De trends in de seizoensgemiddelde lichtlimitatie zijn gepresenteerd in Figuur 6-47 en Figuur 6-48. Het profiel langs de estuariene as van de ratio  $Z_e/Z_m$  is terug te vinden in Figuur 6-49 tot en met Figuur 6-52. De zwarte lijn is het gemiddelde van alle observaties in de zomer tussen 1995 en 2015. De grijze band geeft het 25% en 75% percentiel weer.



Figuur 6-47: Trends in seizoensgemiddelde lichtlimitatie diepte per zone (Herfst en Winter).

| Herfst Zeu/Zm  | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Sterk Poly     | 0.09 | 0.1  | 0.1  | 0.09 | 0.11 | 0.09 | 0.09 | 0.1  | 0.12 | 0.09 | 0.1  | 0.1  | 0.1  | 0.09 | 0.09 | 0.11 | 0.07 | 0.12 | 0.07 | 0.1  | 0.1  |
| Poly           | 0.1  | 0.1  | 0.1  | 0.11 | 0.1  | 0.09 | 0.08 | 0.07 | 0.12 | 0.08 | 0.09 | 0.13 | 0.09 | 0.08 | 0.1  | 0.11 |      |      |      |      |      |
| Meso           | 0.15 | 0.12 | 0.12 | 0.13 | 0.16 | 0.12 | 0.12 | 0.12 | 0.13 | 0.11 | 0.13 | 0.16 | 0.13 | 0.11 | 0.11 | 0.12 | 0.09 | 0.14 | 0.1  | 0.11 | 0.13 |
| 9 (gradiënt)   | 0.13 | 0.12 | 0.13 | 0.1  | 0.13 | 0.1  | 0.12 | 0.09 | 0.12 | 0.07 | 0.12 | 0.13 | 0.1  | 0.09 | 0.1  | 0.11 | 0.06 | 0.11 | 0.08 | 0.08 | 0.1  |
| 10 (gradiënt)  | 0.16 | 0.12 | 0.13 | 0.12 | 0.15 | 0.13 | 0.12 | 0.11 | 0.1  | 0.1  | 0.12 | 0.12 | 0.1  | 0.11 | 0.11 | 0.1  | 0.08 | 0.11 | 0.1  | 0.07 | 0.07 |
| 11 (gradiënt)  | 0.13 | 0.11 | 0.13 | 0.11 | 0.14 | 0.11 | 0.09 | 0.09 | 0.08 | 0.07 | 0.13 | 0.1  | 0.08 | 0.07 | 0.09 | 0.09 | 0.07 | 0.12 | 0.07 | 0.1  | 0.07 |
| 12 (gradiënt)  | 0.1  | 0.1  | 0.1  | 0.1  | 0.13 | 0.1  | 0.1  | 0.1  | 0.08 | 0.08 | 0.1  | 0.09 | 0.08 | 0.07 | 0.07 | 0.06 | 0.06 | 0.08 | 0.06 | 0.06 | 0.08 |
| 13 (oligo)     | 0.09 | 0.1  | 0.06 | 0.11 | 0.09 | 0.11 | 0.11 | 0.11 | 0.09 | 0.1  | 0.1  | 0.11 | 0.07 | 0.09 | 0.06 | 0.07 | 0.07 | 0.1  | 0.09 | 0.09 | 0.07 |
| 14 (oligo)     | 0.13 | 0.13 | 0.1  | 0.17 | 0.17 | 0.16 | 0.16 | 0.16 | 0.12 | 0.12 | 0.12 | 0.14 | 0.1  | 0.1  | 0.1  | 0.1  | 0.08 | 0.17 | 0.11 | 0.09 | 0.15 |
| 15 (zoet lang) |      | 0.22 | 0.19 | 0.24 |      | 0.21 | 0.26 | 0.18 | 0.1  | 0.15 | 0.13 | 0.15 | 0.08 | 0.1  | 0.1  | 0.1  | 0.05 | 0.24 | 0.1  | 0.1  | 0.1  |
| 16 (zoet lang) |      | 0.14 | 0.14 | 0.19 | 0.19 | 0.16 | 0.21 | 0.16 | 0.16 | 0.1  | 0.13 | 0.13 | 0.1  | 0.16 | 0.1  | 0.1  | 0.05 | 0.14 | 0.14 | 0.09 | 0.09 |
| 17 (zoet kort) | 0.31 | 0.31 | 0.22 | 0.36 | 0.31 | 0.25 | 0.33 | 0.24 | 0.2  | 0.12 | 0.16 | 0.16 | 0.24 | 0.2  | 0.16 | 0.16 | 0.08 | 0.31 | 0.27 | 0.19 | 0.15 |
| 18 (zoet kort) | 0.32 | 0.37 | 0.42 | 0.53 | 0.53 | 0.4  | 0.45 | 0.45 | 0.35 | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.35 | 0.3  | 0.3  | 0.25 | 0.29 | 0.4  | 0.38 | 0.37 | 0.23 |
| 19 (zoet kort) |      | 0.56 | 0.56 | 0.63 | 0.84 | 0.49 | 0.63 | 0.56 | 0.49 | 0.42 | 0.42 | 0.42 | 0.49 | 0.49 | 0.42 | 0.42 | 0.56 | 0.49 | 0.43 | 0.43 | 0.43 |
| Rupel          | 0.29 | 0.36 | 0.29 |      | 0.36 | 0.36 | 0.33 | 0.33 | 0.33 | 0.26 | 0.26 | 0.26 | 0.2  | 0.2  | 0.26 | 0.21 | 0.15 | 0.24 | 0.24 | 0.21 | 0.23 |
| Durme          |      | 0.77 | 0.62 |      | 0.93 | 0.62 | 0.62 | 0.62 | 0.62 | 0.62 | 0.46 | 0.46 | 0.39 | 0.31 | 0.46 | 0.52 | 0.17 | 0.69 | 0.52 | 0.35 | 0.26 |

| Winter Zeu/Zm  | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Sterk Poly     | 0.07 | 0.08 | 0.07 | 0.1  | 0.09 | 0.09 | 0.08 | 0.07 | 0.11 | 0.08 | 0.08 | 0.09 | 0.09 | 0.09 | 0.06 | 0.07 | 0.06 | 0.09 | 0.07 | 0.09 | 0.07 |
| Poly           | 0.09 | 0.09 | 0.08 | 0.1  | 0.12 | 0.09 | 0.09 | 0.07 | 0.11 | 0.08 | 0.09 | 0.1  | 0.09 | 0.09 | 0.08 | 0.08 | 0.11 |      |      |      |      |
| Meso           | 0.13 | 0.11 | 0.1  | 0.11 | 0.12 | 0.12 | 0.1  | 0.09 | 0.13 | 0.11 | 0.12 | 0.13 | 0.12 | 0.08 | 0.1  | 0.1  | 0.1  | 0.08 | 0.08 | 0.08 | 0.08 |
| 9 (gradiënt)   | 0.09 | 0.08 | 0.09 | 0.12 | 0.1  | 0.12 | 0.09 | 0.07 | 0.1  | 0.08 | 0.1  | 0.12 | 0.09 | 0.08 | 0.07 | 0.08 | 0.07 | 0.07 | 0.08 | 0.07 | 0.09 |
| 10 (gradiënt)  | 0.13 | 0.11 | 0.11 | 0.13 | 0.12 | 0.13 | 0.1  | 0.09 | 0.1  | 0.08 | 0.11 | 0.12 | 0.11 | 0.09 | 0.08 | 0.07 | 0.07 | 0.09 | 0.09 | 0.03 | 0.08 |
| 11 (gradiënt)  | 0.09 | 0.13 | 0.11 | 0.11 | 0.1  | 0.11 | 0.1  | 0.09 | 0.09 | 0.08 | 0.11 | 0.12 | 0.09 | 0.09 | 0.04 | 0.05 | 0.04 | 0.06 | 0.04 | 0.04 | 0.09 |
| 12 (gradiënt)  | 0.09 | 0.11 | 0.09 | 0.08 | 0.1  | 0.1  | 0.1  | 0.09 | 0.09 | 0.08 | 0.11 | 0.1  | 0.1  | 0.09 | 0.06 | 0.06 | 0.08 | 0.05 | 0.04 | 0.05 | 0.06 |
| 13 (oligo)     | 0.11 | 0.09 | 0.09 | 0.11 | 0.14 | 0.11 | 0.07 | 0.1  | 0.11 | 0.07 | 0.09 | 0.1  | 0.09 | 0.09 | 0.07 | 0.07 | 0.07 | 0.07 | 0.06 | 0.07 | 0.07 |
| 14 (oligo)     | 0.13 | 0.1  | 0.1  | 0.15 | 0.19 | 0.14 | 0.12 | 0.12 | 0.18 | 0.08 | 0.08 | 0.16 | 0.12 | 0.12 | 0.1  | 0.11 | 0.08 | 0.09 | 0.11 | 0.07 | 0.16 |
| 15 (zoet lang) | 0.08 | 0.11 | 0.11 | 0.16 |      | 0.16 | 0.1  | 0.13 | 0.21 | 0.1  | 0.08 | 0.13 | 0.1  | 0.1  | 0.1  | 0.1  | 0.1  | 0.15 | 0.15 | 0.15 | 0.17 |
| 16 (zoet lang) | 0.17 | 0.14 | 0.19 | 0.22 | 0.25 | 0.16 | 0.18 | 0.21 | 0.21 | 0.13 | 0.1  | 0.13 | 0.16 | 0.18 | 0.16 | 0.17 | 0.12 | 0.17 | 0.19 | 0.19 | 0.19 |
| 17 (zoet kort) | 0.49 | 0.31 | 0.31 | 0.36 | 0.31 | 0.17 | 0.24 | 0.33 | 0.28 | 0.28 | 0.24 | 0.2  | 0.28 | 0.33 | 0.2  | 0.32 | 0.23 | 0.31 | 0.34 | 0.31 | 0.3  |
| 18 (zoet kort) | 0.53 | 0.37 | 0.37 | 0.48 | 0.53 | 0.3  | 0.35 | 0.5  | 0.45 | 0.35 | 0.4  | 0.4  | 0.45 | 0.5  | 0.4  | 0.45 | 0.39 | 0.45 | 0.38 | 0.37 | 0.42 |
| 19 (zoet kort) | 0.77 | 0.7  | 0.63 | 0.63 | 0.77 | 0.42 | 0.49 | 0.49 | 0.63 | 0.56 | 0.7  | 0.42 | 0.56 | 0.56 | 0.56 | 0.63 | 0.48 | 0.56 | 0.56 | 0.56 | 0.62 |
| Rupel          | 0.26 | 0.26 | 0.29 |      | 0.33 | 0.23 | 0.26 | 0.26 | 0.39 | 0.23 | 0.2  | 0.2  | 0.26 | 0.23 | 0.2  | 0.24 | 0.18 | 0.27 | 0.27 | 0.23 | 0.29 |
| Durme          |      |      | 0.35 |      | 0.54 | 0.54 | 0.46 | 0.62 | 0.77 | 0.46 | 0.54 | 0.62 | 0.62 | 0.54 | 0.31 | 0.52 | 0.35 | 0.61 | 0.52 | 0.69 | 0.35 |

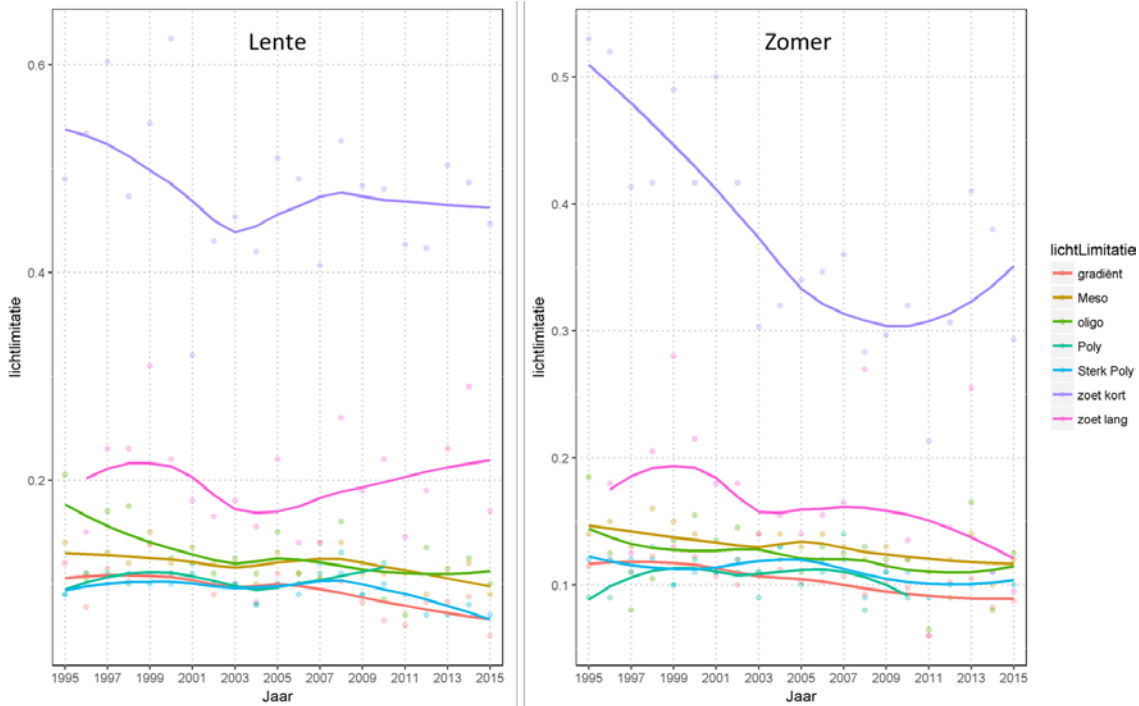
  

| Lente Zeu/Zm   | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Sterk Poly     | 0.09 | 0.1  | 0.1  | 0.11 | 0.1  | 0.1  | 0.11 | 0.1  | 0.1  | 0.08 | 0.1  | 0.09 | 0.12 | 0.11 | 0.09 | 0.1  | 0.09 | 0.07 | 0.07 | 0.08 | 0.07 |
| Poly           | 0.09 | 0.11 | 0.11 | 0.1  | 0.11 | 0.11 | 0.12 | 0.1  | 0.1  | 0.08 | 0.1  | 0.1  | 0.11 | 0.13 | 0.09 | 0.12 |      |      |      |      |      |
| Meso           | 0.14 | 0.11 | 0.13 | 0.12 | 0.15 | 0.12 | 0.12 | 0.12 | 0.12 | 0.1  | 0.13 | 0.11 | 0.14 | 0.14 | 0.11 | 0.11 | 0.11 | 0.09 | 0.11 | 0.12 | 0.09 |
| 9 (gradiënt)   | 0.12 | 0.08 | 0.13 | 0.09 | 0.13 | 0.1  | 0.1  | 0.09 | 0.09 | 0.08 | 0.12 | 0.09 | 0.12 | 0.09 | 0.1  | 0.08 | 0.07 | 0.09 | 0.08 | 0.1  | 0.07 |
| 10 (gradiënt)  | 0.15 | 0.09 | 0.12 | 0.13 | 0.15 | 0.11 | 0.1  | 0.11 | 0.09 | 0.12 | 0.11 | 0.12 | 0.11 | 0.09 | 0.07 | 0.09 | 0.1  | 0.1  | 0.09 | 0.05 |      |
| 11 (gradiënt)  | 0.11 | 0.06 | 0.11 | 0.09 | 0.14 | 0.13 | 0.1  | 0.08 | 0.1  | 0.07 | 0.1  | 0.1  | 0.09 | 0.11 | 0.08 | 0.05 | 0.04 | 0.08 | 0.07 | 0.09 | 0.04 |
| 12 (gradiënt)  | 0.1  | 0.08 | 0.1  | 0.1  | 0.13 | 0.1  | 0.11 | 0.09 | 0.1  | 0.09 | 0.1  | 0.1  | 0.09 | 0.1  | 0.06 | 0.06 | 0.04 | 0.06 | 0.08 | 0.07 | 0.04 |
| 13 (oligo)     | 0.14 | 0.08 | 0.11 | 0.14 | 0.11 | 0.09 | 0.11 | 0.1  | 0.11 | 0.1  | 0.12 | 0.1  | 0.09 | 0.12 | 0.1  | 0.07 | 0.06 | 0.09 | 0.1  | 0.1  | 0.09 |
| 14 (oligo)     | 0.27 | 0.13 | 0.23 | 0.21 | 0.17 | 0.16 | 0.16 | 0.12 | 0.14 | 0.12 | 0.18 | 0.12 | 0.12 | 0.2  | 0.14 | 0.1  | 0.08 | 0.18 | 0.13 | 0.15 | 0.11 |
| 15 (zoet lang) |      | 0.11 | 0.24 | 0.24 |      |      | 0.18 | 0.15 | 0.15 | 0.1  | 0.23 | 0.1  | 0.1  | 0.31 | 0.15 | 0.23 | 0.15 | 0.19 | 0.22 | 0.23 | 0.15 |
| 16 (zoet lang) |      | 0.19 | 0.22 | 0.22 | 0.31 | 0.22 | 0.18 | 0.18 | 0.21 | 0.21 | 0.21 | 0.18 | 0.18 | 0.21 | 0.23 | 0.22 | 0.14 | 0.19 | 0.24 | 0.26 | 0.19 |
| 17 (zoet kort) | 0.45 | 0.4  | 0.4  | 0.31 | 0.4  |      | 0.24 | 0.33 | 0.28 | 0.33 | 0.37 | 0.28 | 0.33 | 0.37 | 0.36 | 0.33 | 0.33 | 0.34 | 0.38 | 0.38 | 0.38 |
| 18 (zoet kort) | 0.53 | 0.64 | 0.64 | 0.48 | 0.53 | 0.55 | 0.3  | 0.4  | 0.45 | 0.35 | 0.5  | 0.4  | 0.48 | 0.55 | 0.45 | 0.45 | 0.49 | 0.4  | 0.47 | 0.46 | 0.46 |
| 19 (zoet kort) |      | 0.56 | 0.77 | 0.63 | 0.7  | 0.7  | 0.42 | 0.56 | 0.63 | 0.63 | 0.7  | 0.7  | 0.49 | 0.7  | 0.63 | 0.63 | 0.56 | 0.56 | 0.7  | 0.62 | 0.5  |
| Rupel          | 0.36 | 0.42 | 0.42 |      | 0.28 | 0.33 | 0.33 | 0.36 | 0.36 | 0.28 | 0.33 | 0.33 | 0.26 | 0.26 | 0.38 | 0.24 | 0.21 | 0.3  | 0.33 | 0.31 | 0.23 |
| Durme          |      |      | 0.77 |      | 0.85 | 0.62 | 0.62 | 0.7  | 0.77 | 0.62 | 0.62 | 0.54 | 0.77 | 0.62 | 0.62 | 0.87 | 0.62 | 0.61 | 0.69 | 0.69 | 0.53 |

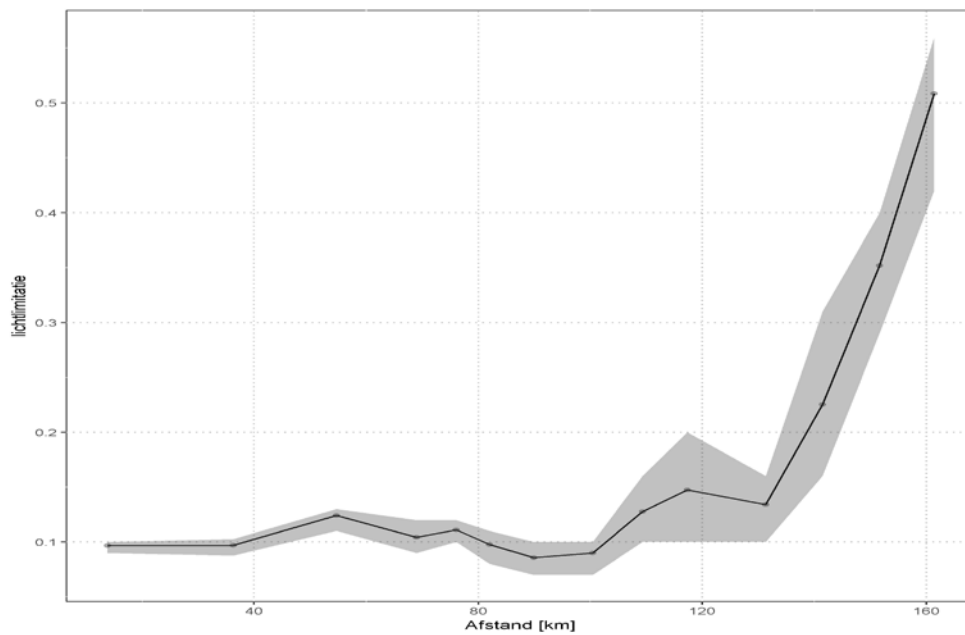
  

| Lente Zeu/Zm   | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Sterk Poly     | 0.12 | 0.12 | 0.12 | 0.12 | 0.1  | 0.11 | 0.11 | 0.12 | 0.11 | 0.13 | 0.12 | 0.12 | 0.12 | 0.09 | 0.11 | 0.11 | 0.09 | 0.1  | 0.1  | 0.11 | 0.1  |
| Poly           | 0.09 | 0.09 | 0.11 | 0.13 | 0.1  | 0.12 | 0.11 | 0.11 | 0.09 | 0.13 | 0.1  | 0.11 | 0.14 | 0.08 | 0.11 | 0.09 |      |      |      |      |      |
| Meso           | 0.14 | 0.15 | 0.13 | 0.16 | 0.15 | 0.14 | 0.11 | 0.12 | 0.14 | 0.14 | 0.13 | 0.14 | 0.13 | 0.12 | 0.13 | 0.12 | 0.11 | 0.12 | 0.14 | 0.1  | 0.12 |
| 9 (gradiënt)   | 0.14 | 0.13 | 0.13 | 0.12 | 0.13 | 0.12 | 0.1  | 0.1  | 0.13 | 0.1  | 0.12 | 0.13 | 0.1  | 0.12 | 0.09 | 0.12 | 0.11 | 0.08 | 0.09 | 0.12 | 0.11 |
| 10 (gradiënt)  | 0.12 | 0.12 | 0.12 | 0.13 | 0.15 | 0.12 | 0.11 | 0.11 | 0.12 | 0.12 | 0.11 | 0.11 | 0.12 | 0.11 | 0.1  | 0.1  | 0.08 | 0.11 | 0.11 | 0.07 | 0.09 |
| 11 (gradiënt)  | 0.11 | 0.13 | 0.11 | 0.12 | 0.13 | 0.14 | 0.11 | 0.1  | 0.09 | 0.12 | 0.11 | 0.09 | 0.1  | 0.09 | 0.1  | 0.1  | 0.04 | 0.1  | 0.11 | 0.08 | 0.08 |
| 12 (gradiënt)  | 0.09 | 0.1  | 0.08 | 0.11 | 0.11 | 0.11 | 0.11 | 0.09 | 0.1  | 0.09 | 0.09 | 0.09 | 0.09 | 0.08 | 0.09 | 0.08 | 0.04 | 0.11 | 0.08 | 0.08 | 0.07 |
| 13 (oligo)     | 0.14 | 0.1  | 0.09 | 0.08 | 0.1  | 0.13 | 0.11 | 0.11 | 0.1  | 0.1  | 0.1  | 0.1  | 0.11 | 0.1  | 0.1  | 0.09 | 0.05 | 0.07 | 0.11 | 0.09 | 0.1  |
| 14 (oligo)     | 0.23 | 0.15 | 0.08 | 0.13 | 0.17 | 0.19 | 0.16 | 0.19 | 0.12 | 0.14 | 0.13 | 0.16 | 0.14 | 0.16 | 0.14 | 0.15 | 0.08 | 0.11 | 0.23 | 0.07 | 0.15 |
| 15 (zoet lang) |      | 0.19 | 0.08 | 0.33 |      | 0.31 | 0.12 | 0.19 | 0.1  | 0.15 | 0.19 | 0.1  | 0.33 | 0.1  | 0.1  | 0.05 | 0.   |      |      |      |      |



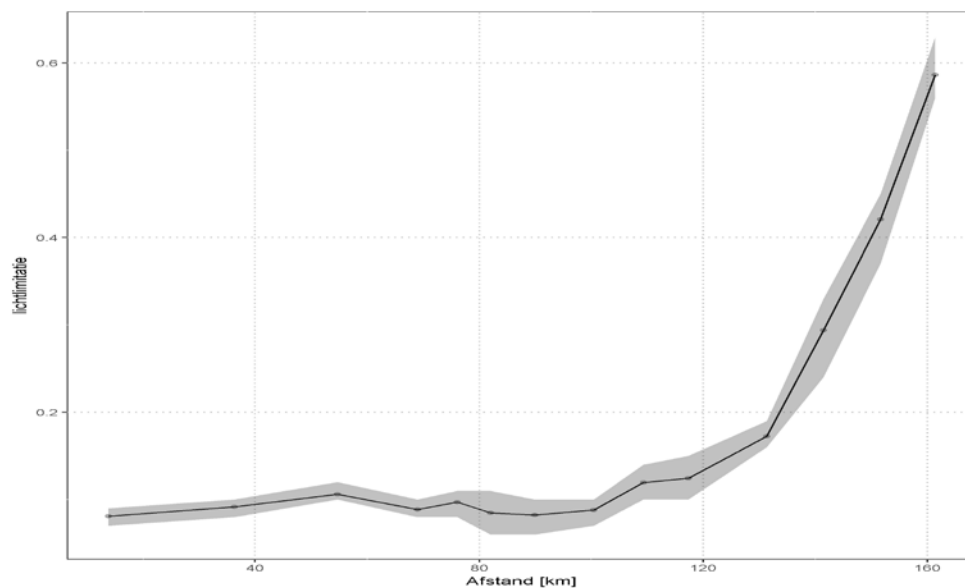


Figuur 6-48: Trends in seizoensgemiddelde lichtlimitatie diepte per zone (Lente en Zomer).

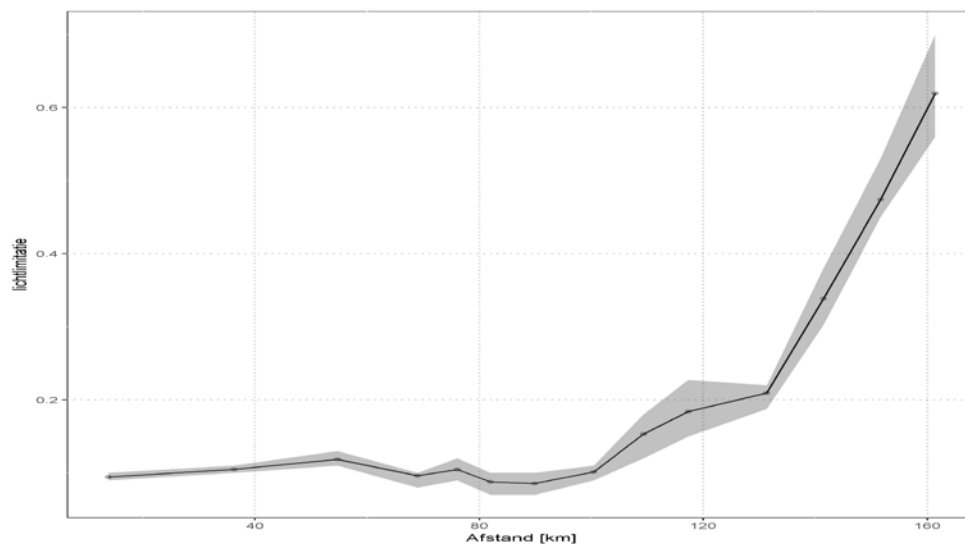


Figuur 6-49: Profiel gemiddelde lichtlimitatie in de herfst. Zwarte lijn is de gemiddelde lichtlimitatie van 1995 t/m 2015, de grijze band geeft het 25% en 75% percentiel.

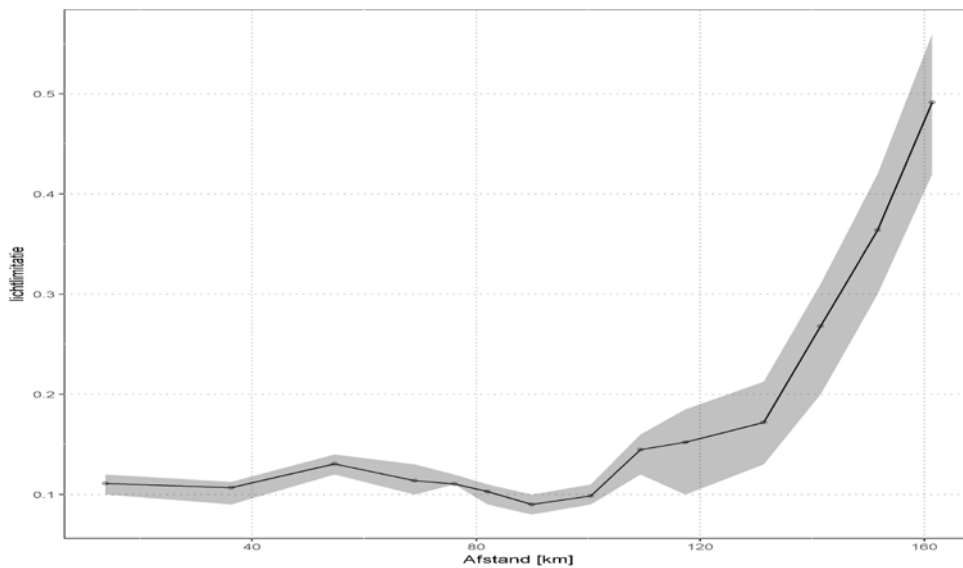




Figuur 6-50: Profiel gemiddelde lichtlimitatie in de winter. Zwarte lijn is de gemiddelde lichtlimitatie van 1995 t/m 2015, de grijze band geeft het 25% en 75% percentiel.



Figuur 6-51: Profiel gemiddelde lichtlimitatie in de lente. Zwarte lijn is de gemiddelde lichtlimitatie van 1995 t/m 2015, de grijze band geeft het 25% en 75% percentiel.



Figuur 6-52: Profiel gemiddelde lichtlimitatie in de zomer. Zwarte lijn is de gemiddelde lichtlimitatie van 1995 t/m 2015, de grijze band geeft het 25% en 75% percentiel.

### 6.7.2.3 Maximale en minimale eufotische diepte per jaar

#### Omschrijving en data

Deze eufotische dieptes worden gebruikt om de fluctuaties op jaarbasis te bepalen in de Zee- en Westerschelde tot op niveau 4. De minimum en de maximale diepte worden weergegeven in Tabel 6-41 en Tabel 6-42.

| MIN            | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Sterk Poly     | 0.3  | 0.2  | 0.4  | 0.3  | 0.4  | 0.3  | 0.2  | 0.4  | 0.5  | 0.3  | 0.3  | 0.1  | 0.3  | 0.3  | 0.3  | 0.3  | 0.3  | 0.4  | 0.4  | 0.3  | 0.3  |
| Poly           | 0.6  | 0.7  | 0.5  | 0.6  | 0.2  | 0.4  | 0.6  | 0.5  | 0.3  | 0.5  | 0.5  | 0.7  | 0.5  | 0.4  | 0.5  | 0.7  | 1.2  |      |      |      |      |
| Meso           | 0.4  | 0.4  | 0.6  | 0.5  | 0.6  | 0.4  | 0.2  | 0.3  | 0.2  | 0.3  | 0.5  | 0.4  | 0.6  | 0.5  | 0.5  | 0.4  | 0.8  | 0.6  | 0.8  | 0.6  | 0.6  |
| 9 (gradiënt)   | 0.5  | 0.2  | 0.3  | 0.4  | 0.2  | 0.4  | 0.4  | 0    | 0.1  | 0.1  | 0.1  | 0.2  | 0.1  | 0.1  | 0.2  | 0.1  | 0.1  | 0.2  | 0.3  | 0.2  | 0.4  |
| 10 (gradiënt)  | 0.6  | 0.4  | 0.4  | 0.5  | 0.8  | 0.5  | 0.1  | 0.1  | 0.1  | 0.1  | 0.1  | 0.1  | 0.1  | 0.1  | 0.1  | 0    | 0.1  | 0.2  | 0.3  | 0.2  | 0.4  |
| 11 (gradiënt)  | 0.5  | 0.4  | 0.5  | 0.5  | 0.4  | 0.5  | 0.4  | 0.1  | 0.1  | 0.1  | 0.2  | 0.1  | 0.1  | 0.1  | 0.1  | 0.1  | 0.1  | 0.1  | 0.2  | 0.2  | 0.2  |
| 12 (gradiënt)  | 0.6  | 0.5  | 0.4  | 0.4  | 0.5  | 0.6  | 0.3  | 0.1  | 0.1  | 0.1  | 0.1  | 0.2  | 0.1  | 0.1  | 0.1  | 0.1  | 0    | 0.1  | 0.3  | 0.2  | 0.2  |
| 13 (oligo)     | 0.3  | 0.3  | 0.1  | 0.3  | 0.5  | 0.4  | 0.2  | 0.1  | 0.2  | 0.1  | 0.2  | 0.2  | 0.2  | 0.1  | 0.2  | 0.1  | 0.1  | 0.1  | 0.3  | 0.3  | 0.2  |
| 14 (oligo)     | 0.2  | 0.2  | 0.1  | 0.2  | 0.4  | 0.2  | 0.2  | 0.2  | 0.2  | 0.1  | 0.1  | 0.1  | 0.1  | 0.1  | 0.1  | 0.1  | 0.1  | 0.2  | 0.2  | 0.2  | 0.3  |
| 15 (zoet lang) | 0.3  | 0.3  | 0.2  | 0.4  |      | 0.6  | 0.2  | 0.3  | 0.2  | 0.2  | 0.2  | 0.1  | 0.1  | 0.1  | 0.1  | 0.1  | 0.1  | 0.3  | 0.2  | 0.1  | 0.2  |
| 16 (zoet lang) | 0.4  | 0.2  | 0.2  | 0.3  | 0.6  | 0.4  | 0.4  | 0.3  | 0.1  | 0.2  | 0.2  | 0.1  | 0.2  | 0.2  | 0.2  | 0.1  | 0.1  | 0.2  | 0.2  | 0.3  | 0.2  |
| 17 (zoet kort) | 0.5  | 0.4  | 0.3  | 0.3  | 0.4  | 0.4  | 0.3  | 0.1  | 0.2  | 0.1  | 0.1  | 0    | 0.2  | 0.2  |      | 0.2  | 0.1  | 0.2  | 0.2  | 0.3  | 0.2  |
| 18 (zoet kort) | 0.1  | 0.5  | 0.5  | 0.4  | 0.5  | 0.3  | 0.2  | 0.2  | 0    | 0.1  | 0.1  | 0    | 0.1  | 0.2  | 0.2  | 0.1  | 0.1  | 0.3  | 0.4  | 0.4  | 0.3  |
| 19 (zoet kort) | 1    | 0.4  | 0.3  | 0.4  | 0.6  | 0.5  | 0.2  | 0.2  | 0.2  | 0.1  | 0.2  |      | 0.2  | 0.1  | 0.2  | 0.2  | 0.1  | 0.3  | 0.5  | 0.3  | 0.3  |
| Rupel          | 0.6  | 0.2  | 0.3  |      | 0.5  | 0.6  | 0.4  | 0.5  | 0.3  | 0.5  | 0.1  | 0.3  | 0.2  | 0.2  | 0.2  | 0.3  | 0.1  | 0.3  | 0.3  | 0.3  | 0.3  |
| Durme          |      | 0.5  | 0.4  |      | 0.3  | 0.3  | 0.2  | 0.4  | 0.4  | 0.1  | 0.2  | 0.1  | 0.1  | 0.1  | 0.2  | 0.1  | 0.1  | 0.1  | 0.3  | 0.2  | 0.2  |

Tabel 6-41: Minimale eufotische diepte per jaar.

| MAX            | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Sterk Poly     | 1.8  | 1.9  | 1.7  | 1.8  | 1.7  | 1.7  | 1.8  | 1.8  | 1.9  | 2    | 1.8  | 1.9  | 1.8  | 1.8  | 1.7  | 1.9  | 1.7  | 1.6  | 1.5  | 1.6  | 1.5  |
| Poly           | 1.4  | 1.6  | 1.6  | 1.6  | 1.7  | 1.6  | 1.6  | 1.5  | 1.7  | 1.7  | 1.4  | 1.6  | 1.6  | 1.9  | 1.6  | 1.7  | 1.2  |      |      |      |      |
| Meso           | 2    | 1.7  | 1.6  | 1.7  | 1.9  | 1.6  | 1.6  | 1.5  | 1.6  | 1.7  | 1.8  | 1.7  | 1.8  | 1.9  | 1.7  | 1.9  | 1.4  | 1.5  | 1.5  | 1.6  | 1.6  |
| 9 (gradiënt)   | 1.6  | 1.5  | 1.8  | 1.2  | 1.5  | 1.3  | 1.3  | 1.9  | 1.8  | 1.9  | 1.8  | 1.9  | 1.8  | 2    | 1.3  | 1.8  | 1.4  | 1.4  | 1.8  | 1.5  | 1.4  |
| 10 (gradiënt)  | 1.8  | 1.7  | 1.6  | 1.7  | 1.7  | 1.7  | 1.6  | 1.7  | 1.9  | 1.6  | 1.7  | 1.8  | 1.8  | 1.9  | 1.8  | 1.8  | 1.8  | 1.7  | 2    | 1.3  | 1.2  |
| 11 (gradiënt)  | 1.5  | 1.6  | 1.6  | 1.5  | 1.5  | 1.5  | 1.4  | 1.5  | 2    | 1.4  | 1.9  | 1.8  | 1.6  | 2    | 1.4  | 1.3  | 0.9  | 1.4  | 1.4  | 1    | 1.3  |
| 12 (gradiënt)  | 1.5  | 1.5  | 1.7  | 1.4  | 1.5  | 1.7  | 1.6  | 1.5  | 1.7  | 1.4  | 1.7  | 1.8  | 1.7  | 2    | 1.5  | 1.4  | 1.1  | 1.5  | 1.4  | 1    | 1.3  |
| 13 (oligo)     | 1.4  | 1.7  | 1.6  | 1.8  | 1.5  | 1.5  | 1.5  | 1.7  | 1.9  | 1.6  | 1.5  | 1.5  | 1.6  | 2    | 1.4  | 1.4  | 1.4  | 1.4  | 1.7  | 1.4  | 1.4  |
| 14 (oligo)     | 1.6  | 1.6  | 1.7  | 1.5  | 1.6  | 1.4  | 1.4  | 1.6  | 1.9  | 1.4  | 1.5  | 1.9  | 1.5  | 2    | 1.6  | 1.4  | 1.2  | 1.5  | 1.8  | 1.3  | 1.4  |
| 15 (zoet lang) | 0.4  | 1.2  | 1.3  | 1.4  |      | 0.9  | 1.2  | 1.1  | 1.5  | 1.3  | 1.4  | 1.3  | 1.3  | 2.8  | 1.7  | 1.9  | 1.3  | 1.5  | 1.5  | 1.5  | 1    |
| 16 (zoet lang) | 0.8  | 1.5  | 1.1  | 1.5  | 1.3  | 1.3  | 1.2  | 1.3  | 1.4  | 1.5  | 1.3  | 1.2  | 1.8  | 1.4  | 1.4  | 1.8  | 1.4  | 1.4  | 1.6  | 1.3  | 1.3  |
| 17 (zoet kort) | 1.2  | 1.5  | 1.2  | 1.2  | 1.1  | 0.8  | 1.2  | 1.2  | 1.6  | 1.3  | 1.3  | 1.3  | 1.3  | 1.2  | 1.3  | 1.5  | 1.4  | 1.4  | 1.4  | 1.2  | 1.4  |
| 18 (zoet kort) | 1.1  | 1.7  | 1.3  | 1.1  | 1.4  | 1.3  | 1.3  | 1.5  | 1.6  | 1.1  | 1.4  | 1.3  | 1.4  | 1.5  | 1.3  | 1.4  | 1.4  | 1.2  | 1.4  | 1.3  | 1.3  |
| 19 (zoet kort) | 1.2  | 1.5  | 1.4  | 1.5  | 1.4  | 1.2  | 1.3  | 1.8  | 1.4  | 1.3  | 1.5  | 1.5  | 1.7  | 1.3  | 1.5  | 1.5  | 1.5  | 1.3  | 1.3  | 1.2  | 1.3  |
| Rupel          | 1.3  | 1.6  | 1.9  |      | 1.9  | 1.4  | 1.5  | 1.9  | 1.8  | 1.6  | 1.5  | 1.9  | 1.6  | 2    | 1.5  | 1.6  | 1.4  | 1.7  | 1.6  | 1.6  | 1.4  |
| Durme          |      | 1.5  | 1.5  |      | 1.5  | 1.1  | 1.4  | 1.8  | 1.9  | 1.2  | 1.2  | 1.3  | 1.5  | 1.4  | 1.4  | 1.5  | 1    | 1.3  | 1.6  | 1.2  | 0.8  |

Tabel 6-42: Maximale eufotische diepte per jaar.

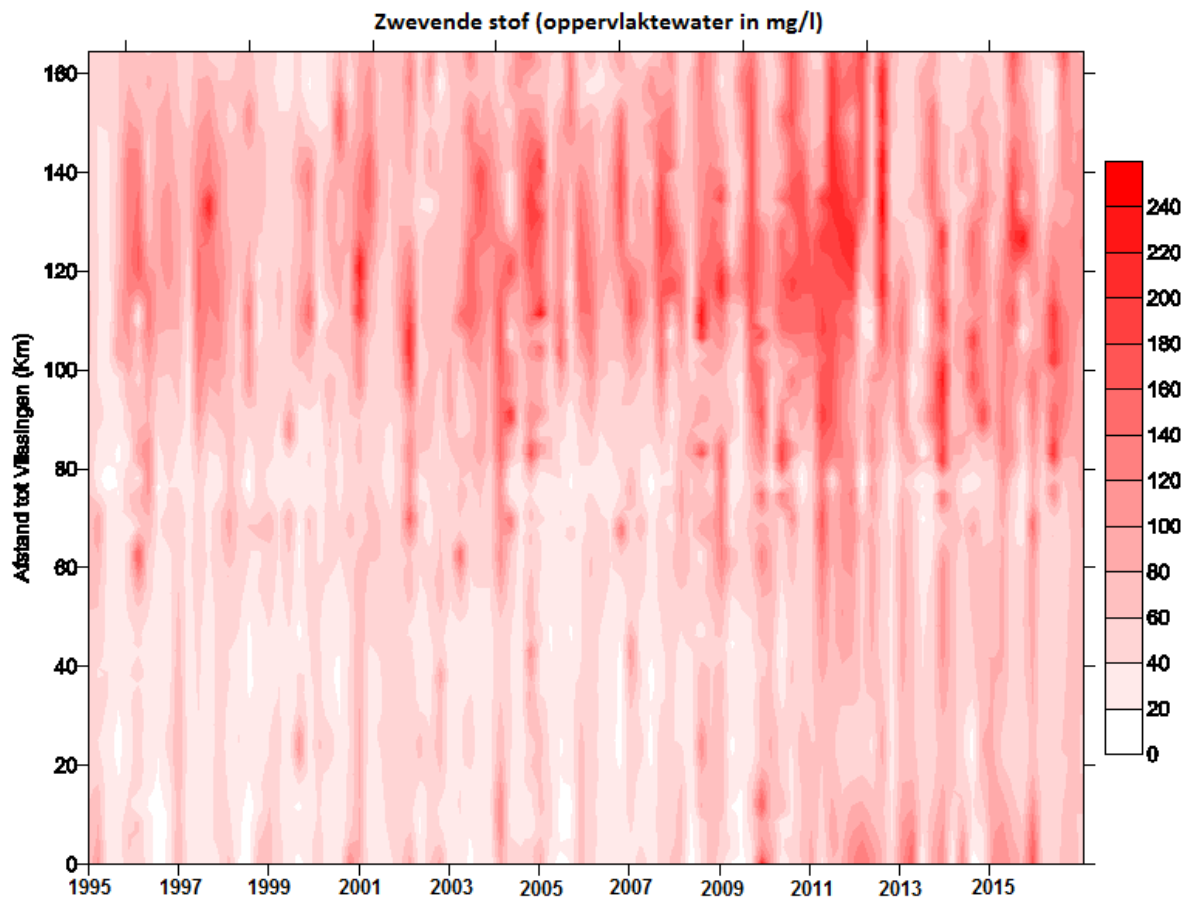
#### 6.7.2.4 Zwevende stof

##### Omschrijving en data

Toename van de zwevende stof en de troebelheid komt overeen met een toename van de lichtlimitatie wat mogelijke gevolgen kan hebben voor primaire productie en de voedselketen. Afname van de zwevende stof betekent een verbetering van het lichtklimaat. Het zwevende stofgehalte wordt gemeten nabij het wateroppervlak en dit in elke Scheldezone. Figuur 6-53 toont de variatie van de zwevende stofhalte in ruimte en tijd voor de laatste 20 jaar. De plot toont de hoogste concentratie van zwevende stof in het meest opwaartse gedeelte van de Zeeschelde (80 - 165 km). Het mogelijk om variaties te zien in de tijd. Zo ligt de periode met de hoogste concentraties tussen 2010 en 2012.

De jaar- en seizoensgemiddelde zwevende stofconcentraties nabij het wateroppervlak is voor diverse stations weergegeven in respectievelijk Bijlage D.3.4 en Bijlage D.3.5. Het suspensiegehalte kent een sterke jaar-op-jaar variatie. Toch is het volgende zichtbaar:

1. In Vlissingen en Hansweert lag het jaargemiddelde suspensiegehalte hoger gedurende 2010-2015 dan ervoor (2004-2009).
2. In Terneuzen lag het suspensiegehalte lager dan in 2004-2009.
3. Nabij de Schaar van Ouden Doel en Antwerpen steeg het suspensiegehalte in het oppervlaktewater. Deze stijging startte al voor 2010.
4. Na een minimum in 2005, steeg het suspensiegehalte in Kruikebeke. Sinds 2006 fluctueerde het rond de 100 mg/l.
5. Nabij Dendermonde fluctueert het suspensiegehalte sterker sinds 2009 dan voorheen.
6. Ook in Melle fluctueert het suspensiegehalte sterker dan voorheen.

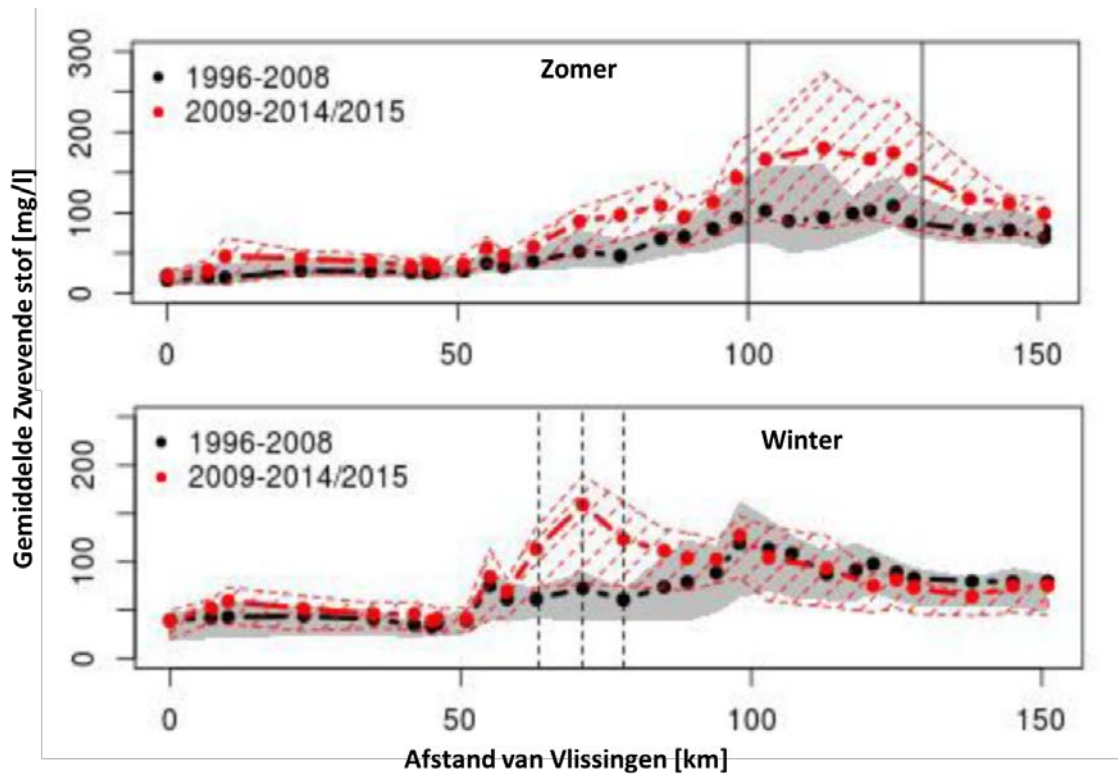


Figuur 6-53: *Spatial-temporal interpolation van de zwevende stof in de waterkolom.*

#### 6.7.2.5 Turbiditeitsmaximum

De positie van het turbiditeitsmaximum langsheen het lengteprofiel van het estuarium wordt seizoenaal bepaald, op basis van zwevende stof concentraties gemeten aan het oppervlak. Vervolgens wordt de trend in de ligging van de turbiditeitsmaximum geanalyseerd. Deze methode is gebaseerd op de analyse in het OMES 2015 rapportage (Maris & Meire., 2016). Figuur 6-54 toont de zomer- en winterhalfjaar gemiddelde concentratie aan zwevende stof, met aanduiding van de zone met turbiditeitsmaximum.

Voor 2009 lag het waargenomen maximum in zwevende stofconcentraties of turbiditeitsmaximum duidelijk in de zoete zone met lange verblijftijd, zowel in de winter als in de zomer (Figuur 6-54). Na 2009 zien we in het zomerhalfjaar een zeer sterke toename van zwevende stof, over de ganse Zeeschelde, maar vooral in de zoete zone met lange verblijftijd, waar de gemiddelde concentratie bijna verdubbelt aan het wateroppervlak. In het winterhalfjaar daarentegen, blijft de zwevende stofconcentraties in de zoete zone quasi gelijk, maar tekent zich een sterke stijging op in de zone met een sterke saliniteitsgradiënt (km 60- 80) (Maris & Meire., 2016).



Figuur 6-54: Zomer- en winterhalfjaar gemiddelde concentratie aan zwevende stof, met aanduiding van de zone met turbiditeitsmaximum. De gearceerde en grijze band geven de spreiding op de data weer. Source (Maris & Meire., 2016).

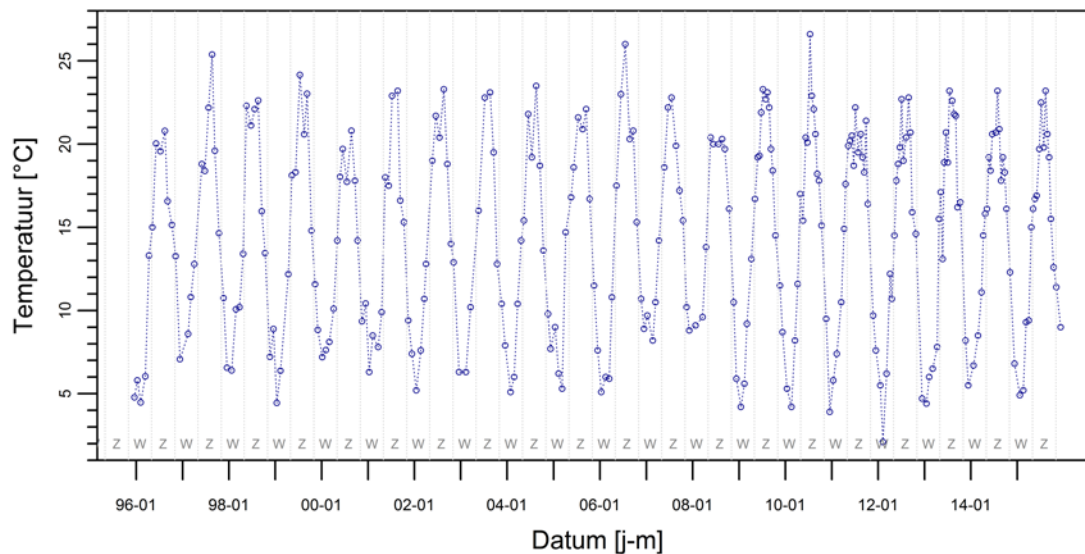
### 6.7.3 Temperatuur

De watertemperatuur, gemeten in graden Celsius, is een maat voor de intensiteit van warmte. Deze wordt door een aantal factoren beïnvloed, maar verandering gebeurt steeds langzaam omdat water een groot bufferend vermogen bezit. Voor deze verklarende parameter zijn eveneens richtwaarden opgenomen aan welke getoetst zal worden. Deze richtwaarden zijn bepaald in functie van het goed ecologisch functioneren van de Schelde. De verklarende parameters zijn: Maximum temperatuur, seizoen gemiddelde temperatuur, winterminima en de eerste maal dat het water 12°C bereikt.

#### 6.7.3.1 Maximum temperatuur

##### Omschrijving en data

Indien het dagmaximum 28°C overschrijdt, komen bepaalde functies in het gedrang. Het aantal dagen dat deze temperatuur waarde overschreden wordt is een maat voor de ernst van het probleem. Figuur 6-55 toont temperatuur schommelingen te station Uitbergen. De hoogste gemiddelde dagtemperatuur gemeten in de Schelde is 25.1°C in Schelde zone 18 in de zomer van 2006.



Figuur 6-55: Temperatuur schommelingen doorheen de tijd te station Uitbergen in zone 18 (zoet kort) op 151.23 km van de monding.

### 6.7.3.2 Seizoen gemiddelde temperatuur

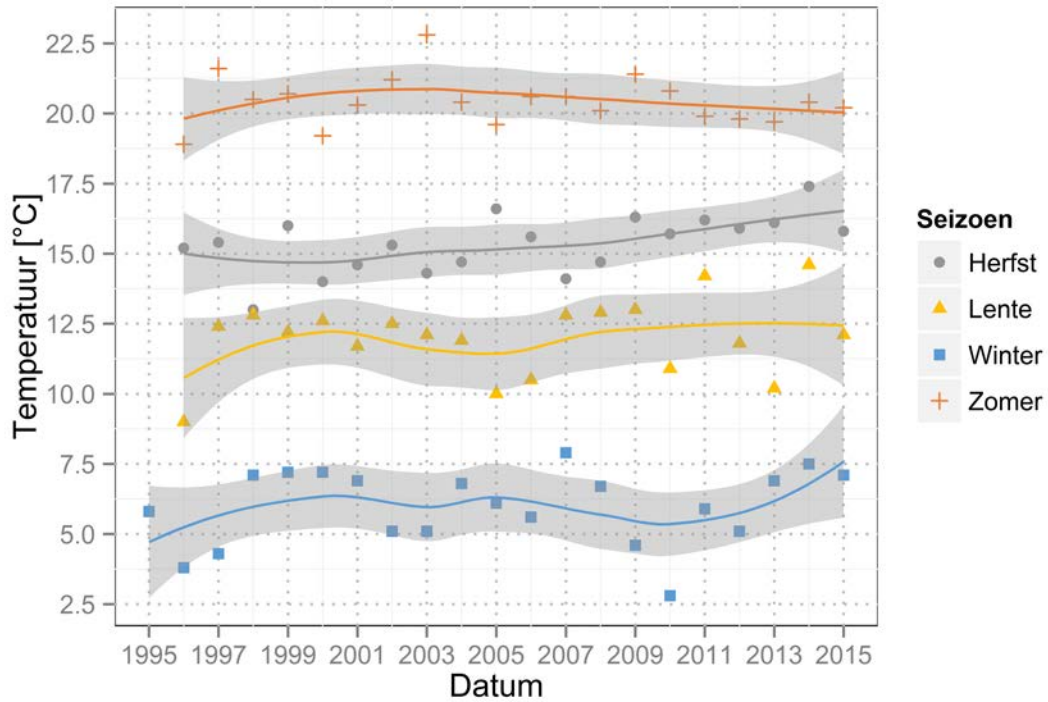
#### Omschrijving en data

Deze parameter wordt geëvalueerd via twee methoden. Als eerste wordt er een trend analyse uitgevoerd, welke vergeleken wordt met het zes jaarlijkse gemiddelde. Deze evaluatie gebeurt in de Zee- en Westerschelde tot op niveau 3.

Ten tweede worden de seizoensgemiddelden getoetst aan een aantal criteria. Indien deze overschreden worden, kan dit nadelige gevolgen hebben voor het ecosysteem.

- Winter (december-februari): het seizoensgemiddelde bedraagt maximaal 8°C;
- Lente (maart-mei): het seizoensgemiddelde bedraagt maximaal 15°C;
- Zomer (juni-augustus): het seizoensgemiddelde bedraagt maximaal 21.5°C;
- Herfst (september-november): het seizoensgemiddelde bedraagt maximaal 17°C.

Tabel 6-43 toont de seizoensgemiddelde temperatuur voor elke saliniteitszone en Tabel 6-44 toont de seizoensgemiddelde temperatuur voor elk grenspunt meetstation. Figuur 6-56 toont een voorbeeld van de trends in temperatuur per seizoen.



Figuur 6-56: De temperatuurschommelingen doorheen de tijd voor elk seizoen in meetstation Antwerpen (160200) te 12 (gradiënt) zone (90.76 km).

| WINTER GEMIDDELDE | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010  | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
|-------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|
| Sterk polyhalien  | 5.75 | 3.60 | 3.35 | 5.53 | 6.50 | 7.50 | 6.57 | 6.20 | 5.17 | 6.25 | 6.07 | 5.50 | 7.33 | 6.47 | 6.27 | 9.40  | 5.80 | 5.70 | 5.60 | 7.05 | 6.60 |
| Polyhalien        | 5.60 | 4.70 | 3.90 | 5.30 | 6.30 | 6.90 | 6.10 | 6.40 | 5.10 | 6.20 | 5.90 | 5.20 | 7.40 | 5.80 | 7.20 | 15.20 | 7.20 |      |      |      |      |
| Mesohalien        | 6.25 | 3.00 | 2.70 | 5.30 | 6.10 | 6.80 | 5.60 | 5.80 | 5.10 | 5.40 | 5.90 | 5.30 | 7.60 | 5.80 | 4.40 | 3.20  | 4.80 | 5.50 | 5.40 | 6.80 | 6.50 |
| Gradiënt          | 6.40 | 5.20 | 5.18 | 6.60 | 7.45 | 8.52 | 7.17 | 7.90 | 6.67 | 7.33 | 6.78 | 6.20 | 8.48 | 7.03 | 5.50 | 4.13  | 6.89 | 7.83 | 7.23 | 8.36 | 7.94 |
| Oligohalien       | 6.70 | 5.20 | 4.70 | 6.35 | 7.10 | 8.30 | 5.80 | 7.30 | 5.37 | 6.70 | 6.10 | 5.30 | 7.95 | 6.28 | 4.80 | 3.13  | 7.10 | 6.83 | 7.30 | 7.98 | 8.10 |
| Zoet lang         | 4.60 | 4.25 | 7.07 | 7.43 | 6.30 | 7.87 | 6.80 | 6.10 | 5.60 | 6.33 | 6.73 | 5.80 | 8.40 | 6.40 | 5.60 | 3.43  | 6.90 | 4.03 | 6.20 | 7.57 | 6.70 |
| Zoet kort         | 4.20 | 3.43 | 7.43 | 7.57 | 6.40 | 7.97 | 6.86 | 7.32 | 6.45 | 7.17 | 7.37 | 7.10 | 8.56 | 7.74 | 6.66 | 4.46  | 6.87 | 4.47 | 5.46 | 7.70 | 6.90 |
| Rupel             | 7.27 | 5.33 | 5.50 | 7.65 | 5.50 | 8.40 | 6.60 | 8.10 | 6.35 | 6.00 | 5.65 | 5.20 | 8.20 | 7.00 | 5.28 | 3.52  | 7.26 | 4.16 | 6.00 | 7.64 | 7.30 |
| Durme             |      | 3.40 | 3.20 |      | 6.70 | 7.50 | 6.40 | 7.00 | 5.70 | 5.60 | 4.80 | 5.20 | 7.50 | 6.50 | 6.10 | 2.50  | 6.90 | 5.10 | 8.60 | 7.40 | 6.30 |

| LENTE GEMIDDELDE | 1995  | 1996  | 1997  | 1998  | 1999  | 2000  | 2001  | 2002  | 2003  | 2004  | 2005  | 2006  | 2007  | 2008  | 2009  | 2010  | 2011  | 2012  | 2013  | 2014  | 2015  |
|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Sterk polyhalien | 9.40  | 8.50  | 10.70 | 9.77  | 10.20 | 9.13  | 8.40  | 11.23 | 8.53  | 8.23  | 7.37  | 8.90  | 12.10 | 10.25 | 10.20 | 9.40  | 5.80  | 5.70  | 5.60  | 7.05  | 6.60  |
| Polyhalien       | 9.80  | 7.10  | 9.70  | 9.90  | 9.10  | 9.70  | 8.50  | 11.40 | 8.10  | 8.70  | 8.30  | 6.80  | 9.10  | 12.10 | 10.20 | 8.80  | 10.80 | 10.15 | 7.40  | 11.75 | 9.75  |
| Mesohalien       | 10.45 | 10.25 | 12.50 | 11.50 | 11.10 | 11.90 | 11.10 | 11.00 | 11.00 | 10.10 | 10.35 | 8.60  | 10.60 | 12.90 | 11.90 | 11.10 | 11.80 | 10.60 | 7.80  | 12.10 | 10.30 |
| Gradiënt         | 11.92 | 9.10  | 13.28 | 12.40 | 13.00 | 12.90 | 12.50 | 12.18 | 11.87 | 10.78 | 11.52 | 11.32 | 14.23 | 12.43 | 12.60 | 10.93 | 13.74 | 11.90 | 11.00 | 13.12 | 10.26 |
| Oligohalien      | 10.95 | 8.30  | 13.50 | 12.60 | 13.10 | 13.15 | 11.30 | 12.67 | 11.87 | 10.70 | 12.27 | 11.35 | 14.45 | 12.28 | 13.23 | 10.13 | 13.15 | 11.80 | 11.60 | 13.93 | 10.68 |
| Zoet lang        |       | 9.05  | 12.60 | 13.90 | 13.95 | 12.97 | 11.93 | 13.40 | 12.80 | 12.27 | 12.20 | 11.80 | 14.90 | 13.50 | 14.07 | 11.50 | 14.00 | 12.03 | 11.83 | 14.03 | 11.73 |
| Zoet kort        | 13.57 | 9.53  | 12.47 | 14.60 | 14.13 | 12.23 | 11.82 | 13.24 | 14.08 | 14.15 | 13.75 | 12.24 | 16.18 | 13.42 | 12.96 | 12.19 | 15.04 | 11.51 | 11.79 | 14.30 | 11.63 |
| Rupel            | 11.13 | 7.75  | 12.43 | 13.85 | 13.00 | 13.50 | 12.40 | 12.50 | 11.95 | 11.30 | 13.00 | 12.20 | 13.85 | 13.25 | 13.86 | 11.50 | 14.08 | 11.72 | 11.46 | 14.14 | 12.46 |
| Durme            | 10.60 | 6.40  | 13.50 | 18.40 | 12.20 | 14.20 | 10.90 | 13.00 | 13.10 | 10.40 | 16.20 | 9.40  | 15.30 | 12.90 | 12.30 | 11.10 | 13.10 | 11.40 | 11.00 | 14.00 | 11.60 |

| ZOMER GEMIDDELDE | 1995  | 1996  | 1997  | 1998  | 1999  | 2000  | 2001  | 2002  | 2003  | 2004  | 2005  | 2006  | 2007  | 2008  | 2009  | 2010  | 2011  | 2012  | 2013  | 2014  | 2015  |
|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Sterk polyhalien | 18.45 | 17.25 | 18.90 | 17.90 | 19.37 | 17.93 | 18.10 | 18.50 | 18.60 | 17.03 | 17.60 | 19.60 | 18.40 | 18.15 | 19.25 | 13.25 | 17.70 | 18.20 | 17.95 | 18.75 | 18.50 |
| Polyhalien       | 19.30 | 18.30 | 19.10 | 18.20 | 19.60 | 18.70 | 17.70 | 18.80 | 19.20 | 17.40 | 18.30 | 20.10 | 19.40 | 19.40 | 2.60  |       |       |       |       |       |       |
| Mesohalien       | 20.05 | 18.60 | 20.15 | 18.30 | 19.50 | 19.10 | 19.50 | 18.90 | 20.90 | 18.85 | 19.30 | 20.20 | 18.80 | 16.90 | 19.50 | 19.20 | 18.00 | 18.60 | 18.30 | 19.00 | 18.70 |
| Gradiënt         | 21.52 | 20.50 | 21.03 | 20.13 | 21.13 | 19.97 | 20.47 | 20.87 | 21.87 | 20.58 | 20.23 | 21.17 | 19.85 | 20.18 | 21.09 | 20.80 | 19.93 | 19.78 | 19.12 | 20.22 | 20.04 |
| Oligohalien      | 20.45 | 19.50 | 21.80 | 20.55 | 21.25 | 19.50 | 21.10 | 20.20 | 21.87 | 20.23 | 21.00 | 21.80 | 19.65 | 20.50 | 21.90 | 21.33 | 20.55 | 20.20 | 19.43 | 20.38 | 21.15 |
| Zoet lang        |       | 20.15 | 21.30 | 20.93 | 20.77 | 19.87 | 21.63 | 21.23 | 22.90 | 20.97 | 20.40 | 23.50 | 18.80 | 20.00 | 21.50 | 22.53 | 21.23 | 20.90 | 19.87 | 20.27 | 21.27 |
| Zoet kort        | 21.37 | 20.07 | 20.73 | 20.53 | 21.85 | 20.32 | 21.44 | 21.28 | 23.50 | 20.52 | 21.30 | 23.33 | 20.38 | 20.02 | 21.47 | 22.31 | 20.49 | 20.46 | 19.46 | 20.23 | 20.73 |
| Rupel            | 20.60 | 20.67 | 22.27 | 20.85 | 20.25 | 19.00 | 20.30 | 20.60 | 21.60 | 20.90 | 19.90 | 22.25 | 20.65 | 19.25 | 20.68 | 21.12 | 20.04 | 18.72 | 19.26 | 19.24 | 20.20 |
| Durme            | 22.60 | 21.50 | 23.20 |       | 21.40 | 20.10 | 20.00 | 19.30 | 22.80 | 21.10 | 21.90 | 20.10 | 20.00 | 19.40 | 20.40 | 22.00 | 20.20 | 19.50 | 19.60 | 20.20 | 20.40 |

| HERFST GEMIDDELDE | 1995  | 1996  | 1997  | 1998  | 1999  | 2000  | 2001  | 2002  | 2003  | 2004  | 2005  | 2006  | 2007  | 2008  | 2009  | 2010  | 2011  | 2012  | 2013  | 2014  | 2015  |
|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Sterk polyhalien  | 14.85 | 13.55 | 16.20 | 15.40 | 15.17 | 14.97 | 14.57 | 15.03 | 14.60 | 12.80 | 16.47 | 13.73 | 14.65 | 14.15 | 14.55 | 15.20 | 15.25 | 14.00 | 14.95 | 16.40 | 14.85 |
| Polyhalien        | 14.30 | 13.20 | 15.90 | 14.40 | 16.00 | 14.80 | 13.80 | 14.50 | 14.20 | 15.35 | 16.40 | 13.80 | 14.30 | 14.30 | 14.30 |       |       | 12.40 | 13.60 | 15.00 | 12.80 |
| Mesohalien        | 14.95 | 16.05 | 17.30 | 14.10 | 15.50 | 14.70 | 13.80 | 15.10 | 14.80 | 16.70 | 17.00 | 16.70 | 15.20 | 15.30 | 14.40 | 15.60 | 15.40 | 14.40 | 15.40 | 16.80 | 15.70 |
| Gradiënt          | 14.72 | 14.53 | 14.32 | 13.32 | 15.07 | 16.38 | 14.62 | 14.68 | 14.18 | 14.65 | 17.00 | 15.92 | 13.53 | 15.05 | 16.16 | 14.63 | 15.39 | 15.13 | 16.10 | 17.12 | 16.20 |
| Oligohalien       | 14.55 | 14.60 | 13.80 | 12.95 | 14.75 | 17.45 | 13.30 | 13.67 | 12.30 | 14.27 | 15.67 | 14.60 | 12.55 | 14.18 | 16.10 | 14.95 | 15.48 | 15.43 | 15.70 | 17.43 | 16.05 |
| Zoet lang         |       | 13.70 | 15.20 | 12.25 | 15.85 | 14.43 | 13.60 | 14.37 | 13.37 | 14.37 | 15.30 | 14.00 | 13.70 | 12.50 | 15.77 | 14.30 | 15.30 | 15.10 | 15.63 | 16.33 | 14.80 |
| Zoet kort         | 14.33 | 15.57 | 17.40 | 12.20 | 16.97 | 14.33 | 14.25 | 14.98 | 13.90 | 14.52 | 15.13 | 16.12 | 14.32 | 15.24 | 15.60 | 14.00 | 15.04 | 16.09 | 15.70 | 16.07 | 14.31 |
| Rupel             | 12.27 | 11.93 | 13.23 | 10.10 | 14.20 | 15.60 | 13.70 | 14.95 | 14.20 | 13.50 | 16.23 | 14.85 | 13.15 | 13.25 | 15.52 | 13.72 | 15.36 | 14.64 | 14.92 | 16.20 | 14.26 |
| Durme             | 14.70 | 12.50 | 14.70 |       | 13.00 | 14.40 | 13.30 | 15.70 | 14.70 | 14.80 | 14.00 | 14.50 | 14.70 | 13.80 | 15.50 | 13.70 | 13.00 | 14.80 | 17.80 | 17.00 | 14.40 |

Tabel 6-43: Seizoensgemiddelde Temperatuur voor elke saliniteitszone.



|                      | 1995  | 1996  | 1997  | 1998  | 1999  | 2000  | 2001  | 2002  | 2003  | 2004  | 2005  | 2006  | 2007  | 2008  | 2009  | 2010  | 2011  | 2012  | 2013  | 2014  | 2015  |  |
|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--|
| <b>Herfst/Rivier</b> |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |  |
| Kanaaldok            | 14.00 | 13.80 | 17.70 | 13.00 | 14.70 | 17.00 | 16.70 | 17.30 | 16.00 | 16.00 | 15.20 | 16.40 | 13.50 | 13.30 | 16.90 | 16.10 | 16.70 | 16.20 | 17.50 | 16.10 | 17.00 |  |
| Zenne                | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | 18.30 | NA    | 14.30 | 12.70 | 13.85 | 13.70 | 16.70 | 15.00 | 15.30 | 15.60 | 13.80 | 15.50 | 16.70 | 16.40 | 17.30 | 15.90 |  |
| Dender               | 14.15 | 12.50 | 15.00 | 12.60 | 15.40 | 12.90 | 13.80 | 13.75 | 13.90 | 15.05 | 14.45 | 16.15 | 14.80 | 12.90 | 14.25 | 13.20 | 13.45 | 14.55 | 18.60 | 15.00 | 14.00 |  |
| Kleine Nete          | 12.10 | 11.70 | 13.90 | 11.00 | 12.35 | 13.05 | 12.45 | 12.70 | 13.05 | 14.20 | 15.60 | 14.25 | 12.60 | 13.05 | 12.50 | 11.80 | 12.15 | 12.90 | 13.05 | 14.50 | 13.10 |  |
| Grote Nete           | 13.50 | 12.20 | 14.00 | 8.00  | 15.50 | 12.90 | 11.40 | 11.80 | 10.90 | 13.30 | 14.70 | 14.60 | 12.00 | 12.80 | 13.70 | 13.40 | 13.40 | 13.80 | 14.20 | 15.30 | 11.00 |  |
| Bovenscheide         | 18.00 | 16.30 | 18.30 | 11.70 | 19.00 | 15.70 | 16.20 | 14.70 | 14.90 | 15.10 | 15.60 | 16.40 | 15.00 | 13.60 | 16.00 | 13.80 | 16.40 | 15.90 | 15.30 | 16.00 | 14.30 |  |
| <b>Winter/Rivier</b> |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |  |
| Kanaaldok            | 6.70  | 4.20  | 6.20  | 7.00  | 7.20  | 9.00  | 7.00  | 8.00  | 7.3   | 7.9   | 6.7   | 6.3   | 8.1   | 7.7   | 6.3   | 5     | 7.5   | 6.6   | 8.9   | 9.3   | 9.2   |  |
| Zenne                | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | 8.50  | 8.5   | 6.7   | 7.2   | 8.2   | 9.3   | 9.1   | 8.6   | 6.5   | 9.3   | 7     | 8.4   | 10.8  | 10.1  |  |
| Dender               | 5.95  | 3.65  | 6.00  | 6.15  | 6.40  | 6.05  | 6.00  | 6.30  | 5.7   | 7     | 6.85  | 5.4   | 8.55  | 5.65  | 5.1   | 2.1   | 6.4   | 5.7   | 7.55  | 7.7   | 6.9   |  |
| Kleine Nete          | 5.70  | 4.40  | 4.50  | 6.00  | 6.85  | 7.75  | 6.90  | 5.15  | 4.25  | 7.9   | 6.55  | 5.95  | 8.25  | 6.25  | 6.2   | 3.65  | 7.5   | 4.5   | 6.4   | 7.3   | 7.7   |  |
| Grote Nete           | 8.30  | 2.60  | 5.50  | 5.00  | 6.40  | 8.00  | 7.50  | 5.00  | 5.4   | 6.8   | 5     | 6.2   | 7.5   | 5.7   | 5.2   | 3.3   | 6.9   | 4.2   | 7.2   | 7.4   | 7.2   |  |
| Bovenscheide         | 9.60  | 5.00  | 5.20  | 7.30  | 6.50  | 8.20  | 8.60  | 7.50  | 7.2   | 7.2   | 6.9   | 7.5   | 9.8   | 6.8   | 6.6   | 5.1   | 8.6   | 8.5   | 6.9   | 7.6   | 7.2   |  |
| <b>Lente/Rivier</b>  |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |  |
| Kanaaldok            | 10.60 | 4.00  | 13.00 | 12.80 | 12.80 | 12.00 | 11.30 | 11.70 | 11.3  | 9.9   | 13.2  | 12.3  | 15.4  | 13.9  | 10.6  | 10.2  | 14.4  | 12    | 10.1  | 15.8  | 11.1  |  |
| Zenne                | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | 16.00 | 16    | 12.9  | 13.7  | 10.8  | 13.1  | 13.1  | 12.4  | 12.45 | 14.9  | 12.1  | 13    | 14.6  | 14.2  |  |
| Dender               | 13.20 | 8.45  | 13.95 | 15.25 | 11.75 | 12.95 | 12.05 | 11.50 | 14    | 12    | 11    | 11.55 | 14.2  | 14.25 | 11.2  | 10.3  | 13.8  | 12.95 | 12.4  | 13    | 10.7  |  |
| Kleine Nete          | 10.00 | 10.70 | 12.40 | 12.95 | 11.85 | 12.95 | 11.55 | 11.25 | 11.45 | 9.6   | 10.55 | 11.75 | 13.95 | 11.1  | 13.1  | 10.55 | 12.95 | 12.15 | 11.85 | 12.4  | 11    |  |
| Grote Nete           | 9.40  | 6.50  | 12.70 | 12.20 | 12.80 | 12.40 | 10.80 | 10.90 | 11.7  | 9.4   | 12.7  | 12.6  | 13.4  | 11.2  | 12.1  | 9.7   | 13.5  | 10.3  | 9.7   | 11.8  | 10.5  |  |
| Bovenscheide         | 12.50 | 13.00 | 14.80 | 14.00 | 14.50 | 14.40 | 14.50 | 13.80 | 14.9  | 15    | 12.8  | 11.9  | 15.4  | 13.9  | 13.8  | 13.7  | 17    | 12.5  | 10.1  | 14.2  | 11.9  |  |
| <b>ZOMER/rivier</b>  |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |  |
| Kanaaldok            | 22.00 | 19.80 | 21.00 | 20.20 | 20.00 | 20.00 | 19.70 | 19.70 | 22.3  | 19.6  | 21.9  | 20.4  | 20.4  | 21    | 21.3  | 20.9  | 20.3  | 19.3  | 19.3  | 20.5  | 20.7  |  |
| Zenne                | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | 19.30 | 19    | 18.5  | 18.8  | 20.2  | 19.1  | 19.1  | 19.15 | 19.3  | 20.4  | 18.4  | 18.5  | 18.5  | 20.7  |  |
| Dender               | 19.45 | 21.25 | 22.70 | 20.35 | 21.30 | 20.35 | 20.25 | 20.85 | 22.35 | 21.9  | 20.15 | 22.65 | 19.6  | 19.7  | 20.3  | 21.35 | 20.4  | 19.6  | 19.15 | 18.9  | 20    |  |
| Kleine Nete          | 18.80 | 18.30 | 19.10 | 19.60 | 20.15 | 18.30 | 18.45 | 18.05 | 21.75 | 18.95 | 17.75 | 20.3  | 17.65 | 17.1  | 19.7  | 19.85 | 18.75 | 18.4  | 20.65 | 18.3  | 19.7  |  |
| Grote Nete           | 17.00 | 20.20 | 18.20 | 19.00 | 20.70 | 19.70 | 18.90 | 18.10 | 20.3  | 19.5  | 19.2  | 20.3  | 19.3  | 18    | 18.7  | 20.2  | 19.3  | 17.6  | 17    | 17.7  | 18.7  |  |
| Bovenscheide         | 14.80 | 21.20 | 22.00 | 19.90 | 22.40 | 19.80 | 20.50 | 21.50 | 24    | 21.4  | 20.3  | 22.5  | 19.9  | 21.3  | 22.3  | 21.8  | 22.1  | 20.3  | 18.9  | 19.9  | 20.9  |  |

Tabel 6-44: Seizoensgemiddelde Temperatuur voor elk boundary meetstation.

**Interpretatie**

2000 en 2007 leken warme winters te zijn, net zoals de zomers van 1995, 1997, 2003, 2006, 2009 en 2010. 2014 had dan weer een warmere herfst. Te hoge watertemperaturen worden ook steeds stroomopwaarts gevonden, dichtbij de monding is de temperatuur zelden te hoog door de bufferende werking van de Noordzee.

**6.7.3.3 Winterminima**

**Omschrijving en data**

De winterminima worden geregistreerd daar deze van nut kunnen zijn voor het verklaren van gewijzigde densiteit voor bepaalde organismen na een strenge of zwakke winter. Tabel 6-45 toont de temperatuur winterminima voor elke saliniteitszone en

Tabel 6-46 toont de temperatuur winterminima voor elk grenspunt meetstation.

| WINTER MINIMUM | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Monding        | 4.4  | 0.7  | -0.4 | 5.1  | 5.9  | 6.4  | 5.5  | 4.8  | 4.4  | 5.4  | 5.5  | 3.2  | 6.8  | 5.7  | 4.6  | 2.6  | 4.5  | 4.2  | 2.8  | 6.0  | 4.4  |
| Polyhalien     | 4.0  | 0.7  | -1.0 | 4.5  | 5.2  | 4.9  | 3.7  | 3.4  | 3.9  | 11.9 | 5.2  | 2.9  |      | 7.4  | 1.9  | 15.2 | 7.2  |      |      |      |      |
| Mesohalien     | 4.5  | 4.5  | 0.1  | 5.2  | 6.2  | 6.1  | 5.9  | 4.2  | 5.6  | 10.6 | 5.9  | 3.2  | 7.8  | 5.7  | 3.4  | 2.9  | 3.6  | 7.5  | 7.8  | 9.6  | 7.6  |
| Gradiënt       | 6.2  | 2.3  | 1.4  | 5.6  | 6.1  | 6.3  | 5.5  | 4.3  | 4.6  | 6.6  | 5.5  | 4.2  | 7.7  | 6.1  | 3.0  | 3.4  | 4.8  | 4.4  | 6.3  | 7.9  | 5.6  |
| Oligohalien    | 4.7  | 1.6  | 1.3  | 5.2  | 5.1  | 6.6  | 5.3  | 4.1  | 2.8  | 5.5  | 5.3  | 3.2  | 7.5  | 5.4  | 1.5  | 2.1  | 6.1  | 3.6  | 6.2  | 6.9  | 5.9  |
| Zoet lang      | 4.6  | 2.2  | 5.4  | 5.8  | 4.6  | 6.2  | 5.1  | 4.4  | 4.0  | 5.5  | 5.8  | 4.1  | 7.9  | 5.3  | 2.3  | 2.1  | 5.8  | 1.8  | 5.3  | 6.5  | 5.3  |
| Zoet kort      | 5.4  | 3.8  | 6.3  | 5.9  | 4.4  | 6.8  | 5.3  | 4.9  | 5.2  | 5.6  | 6.0  | 4.8  | 8.0  | 5.8  | 4.1  | 3.5  | 5.6  | 2.8  | 4.2  | 6.7  | 5.2  |
| Rupel          | 6.4  | 3.7  | 4.2  | 5.4  | 4.6  | 7.1  | 5.2  | 7.2  | 4.7  | 5.3  | 7.6  | 3.2  | 7.0  | 6.0  | 2.1  | 2.6  | 5.0  | 2.4  | 4.5  | 6.4  | 5.5  |
| Durme          |      | 3.4  | 0.0  | 6.3  | 5.1  | 6.2  | 5.3  | 4.3  | 3.4  | 4.4  | 2.9  | 2.6  | 7.5  | 5.5  | 1.8  | 2.1  | 4.5  | 2.7  | 5.2  | 6.5  | 4.8  |

Tabel 6-45: Temperatuur winterminima in elke saliniteitszone.

| Rivier       | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
|--------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Kanaaldok    | 6.70 | 0.50 | 3.50 | 6.00 | 6.50 | 7.00 | 6.00 | 5.00 | 6    | 7    | 6    | 4.7  | 7.2  | 6.9  | 4.1  | 4.1  | 5.5  | 2.7  | 7.5  | 8.9  | 7.4  |
| Zenne        | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 8.00 | 7    | 6    | 5.6  | 6.6  | 8.2  | 8.9  | 6.6  | 6.05 | 6.7  | 5    | 7    | 9.4  | 7.8  |
| Dender       | 5.00 | 3.15 | 1.50 | 5.50 | 4.00 | 4.50 | 3.35 | 2.25 | 3.1  | 5.4  | 5.45 | 2.85 | 8.05 | 4.4  | 2.25 | 1.1  | 4.85 | 5.2  | 5.9  | 7.6  | 5.3  |
| Kleine Nete  | 1.60 | 3.00 | 3.00 | 2.15 | 4.95 | 5.00 | 5.00 | 1.00 | 1    | 5.85 | 3.9  | 3.1  | 7.6  | 5.2  | 3    | 2.6  | 5.5  | 2.15 | 5.5  | 6.2  | 4.8  |
| Grote Nete   | 8.30 | 0.80 | 4.00 | 2.60 | 4.90 | 4.00 | 5.00 | 3.00 | 3    | 6    | 1.7  | 3.4  | 5.8  | 4.3  | 1.6  | 2    | 4.4  | 0.3  | 6.4  | 6.2  | 5.3  |
| Bovenscheide | 9.60 | 5.00 | 0.50 | 6.00 | 4.00 | 6.70 | 6.50 | 5.00 | 5.5  | 4.7  | 5.3  | 5.2  | 8.8  | 4.8  | 4.5  | 4.4  | 6.4  | 6.4  | 5.2  | 6.5  | 6.1  |

Tabel 6-46: Temperatuur winterminima voor iedere rivier, gemeten op de boundary meetstations.



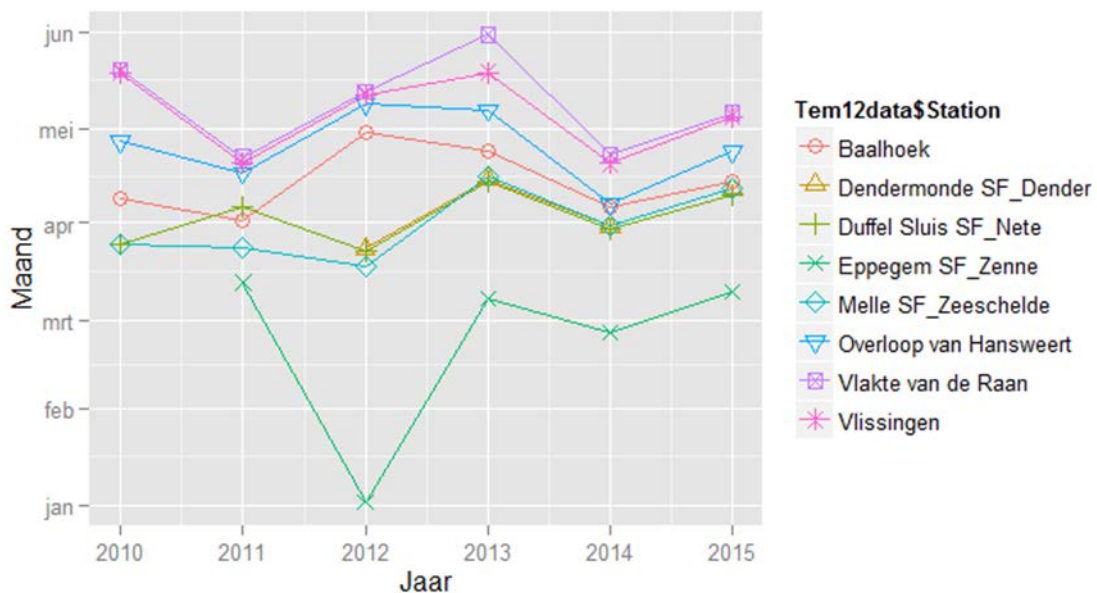
## Interpretatie

Ook uit deze data is duidelijk dat de winters van 2000 en 2007 warmer waren dan normaal, al toont de winter van 2014 ook hogere minimumtemperaturen. In de poly- en mesohaliene zones werden in 2004 en 2010 ook erg hoge winter minima gemeten.

### 6.7.3.4 De eerste maal dat in het water 12°C bereikt wordt

#### Omschrijving en data

De start van het voortplanting seizoen wordt eveneens beïnvloed door strenge winters enerzijds en door opwarming van het ecosysteem anderzijds. Zo komt de stroomopwaartse migratie van de fint en andere trekvisser op gang als de temperatuur in het meest stroomafwaartse deel van het estuarium na de winter stijgt tot 12°C. Figuur 6-57 toont de eerste dag van het jaar dat de watertemperatuur 12°C bepaald uit de gegevens van continue sondedata voor.



Figuur 6-57: De eerste dag van het jaar dat de watertemperatuur 12°C behaalt in 4 verschillende stations.

## Interpretatie

Behalve in station Epepegem op de Zenne, vertonen alle metingen hetzelfde patroon. De eerste dag dat de watertemperatuur 12°C behaalt ligt meestal tussen de laatste helft van maart en de eerste helft van april.

### 6.7.4 Chlorofyl-A

Het chlorofyl-A gehalte in de waterkolom is een indicator voor de aanwezige algen biomassa en kan belangrijke additionele informatie leveren bij de interpretatie van algenbloei. Deze verklarende parameter werd echter reeds opgenomen als rekenparameter onder toetsparameter Algen. Daarom wordt er ook naar dit hoofdstuk verwezen voor omschrijving en interpretatie.

### 6.7.5 Verblijftijd

Deze verklarende parameter wordt, in tegenstelling tot alle andere parameters binnen dit hoofdstuk, niet bepaald door biologische of fysicochemische eigenschappen, maar wel door de hydrodynamische en morfologische eigenschappen van het estuarium. De verblijftijd wordt gedefinieerd als de tijd die een deeltje doorbrengt in een systeem, dit kan bepaald worden door het quotiënt van volume en netto debiet van de rivier, waarna gecorrigeerd wordt voor het estuarien menggedrag welke bepaald wordt aan de hand van de saliniteitsgradiënt:

$$T_{\text{Verblijf}} = V/F * (S_0 - S) / S_0$$

Waarbij:

V = watervolume in de beschouwde zone

F = netto (zoet)waterflux in de zone (m<sup>3</sup>/s)

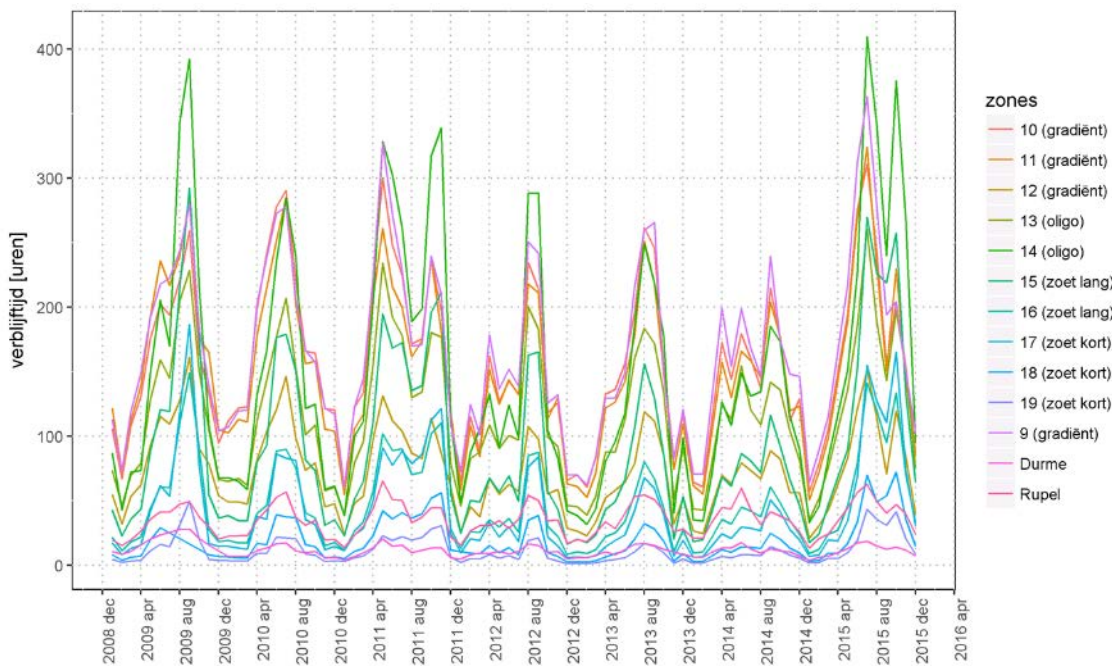
T<sub>Verblijf</sub> = verblijftijd in de beschouwde zone

S = zoutgehalte in de beschouwde zone

S<sub>0</sub> = zoutgehalte aan de monding

De verblijftijd speelt een belangrijke rol voor veel ecologische processen. Het bepaald eveneens de verversing van de waterkolom. De verblijftijd is onder andere een belangrijke parameter voor nutriëntenaanvoer, afbraakproductenafvoer, koolvrachtmineralisatie, uitzakking van voedingsstoffen en organismen, uitspoeling van fyto- en zoöplankton, fyto- en zoöplankton dichtheid, nitrificatie en denitrificatie. De verblijftijd fluctueert ook met de seizoenen.

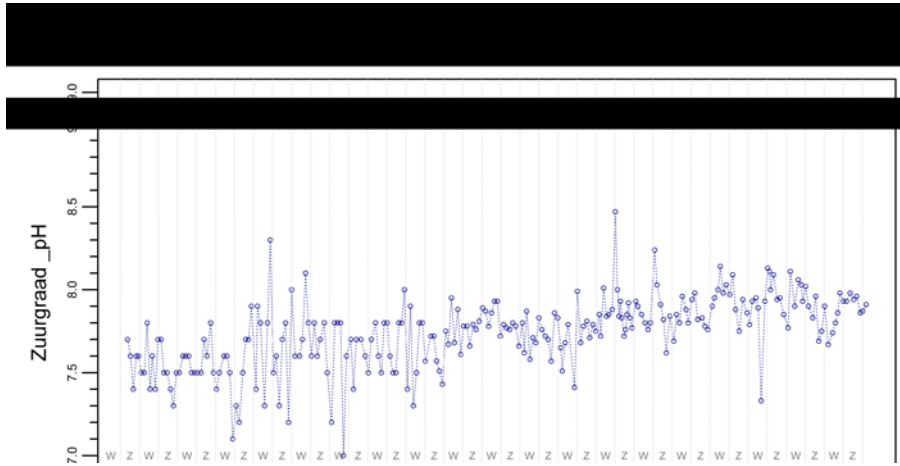
De antropogene invloed op de verblijftijd is echter ook niet te onderschatten in de Schelde. Inpolderingen, baggerwerken, wachtbekken, regenwaterafvoer en vooral sluisbeheer hebben allemaal een invloed op de verblijftijd en het netto debiet. De verblijftijd wordt bepaald per maand in elke Scheldezone tot op niveau 3. Figuur 6-58 toont de verblijftijd in de periode 2009 – 2015.



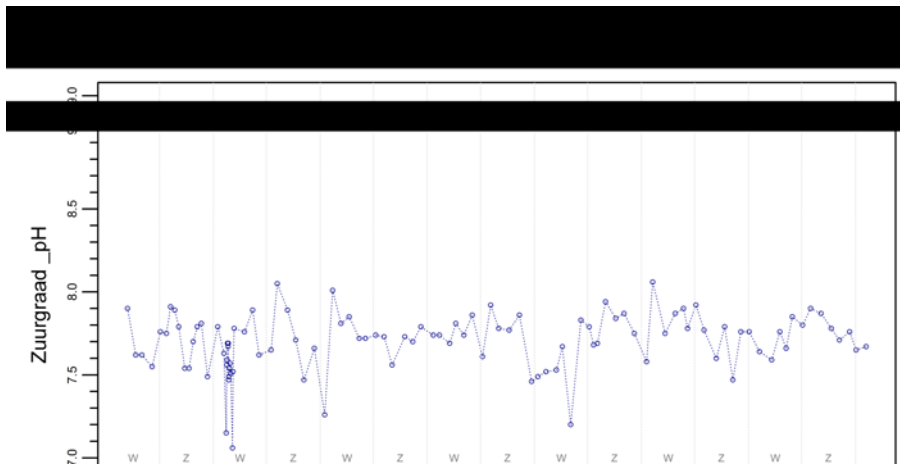
Figuur 6-58: Verblijftijd in uren voor verschillende zones en in de periode 2009 – 2015.

### 6.7.6 Zuurtegraad

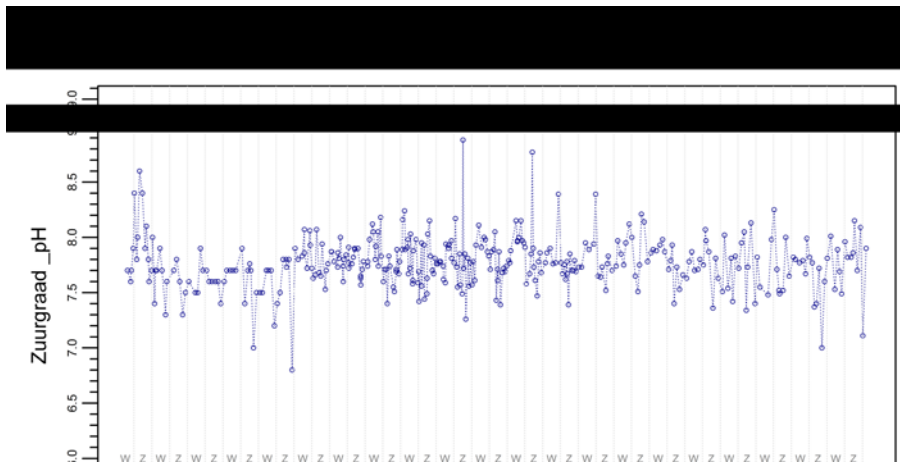
De PH of zuurtegraad van het water staat in interactie met tal van ecologische processen. Deze parameter wordt maandelijks bepaald in de Zeeschelde op niveau 4 en in de Westerschelde op niveau 3. Figuur 6-59, Figuur 6-60, en Figuur 6-61 tonen de evolutie van de zuurgraad gedurende de periode 1996 - 2015.



Figuur 6-59: PH evolutie doorheen de tijd te station 154100 in zone Meso op 67.79 km van de monding.



Figuur 6-60: PH trend doorheen de tijd te station 160200 in zone 12 (gradiënt) op 90.70 km van de monding.



Figuur 6-61: PH trend doorheen de tijd te station 499500 in zone 17 (zoet kort) op 137.65 km van de monding.

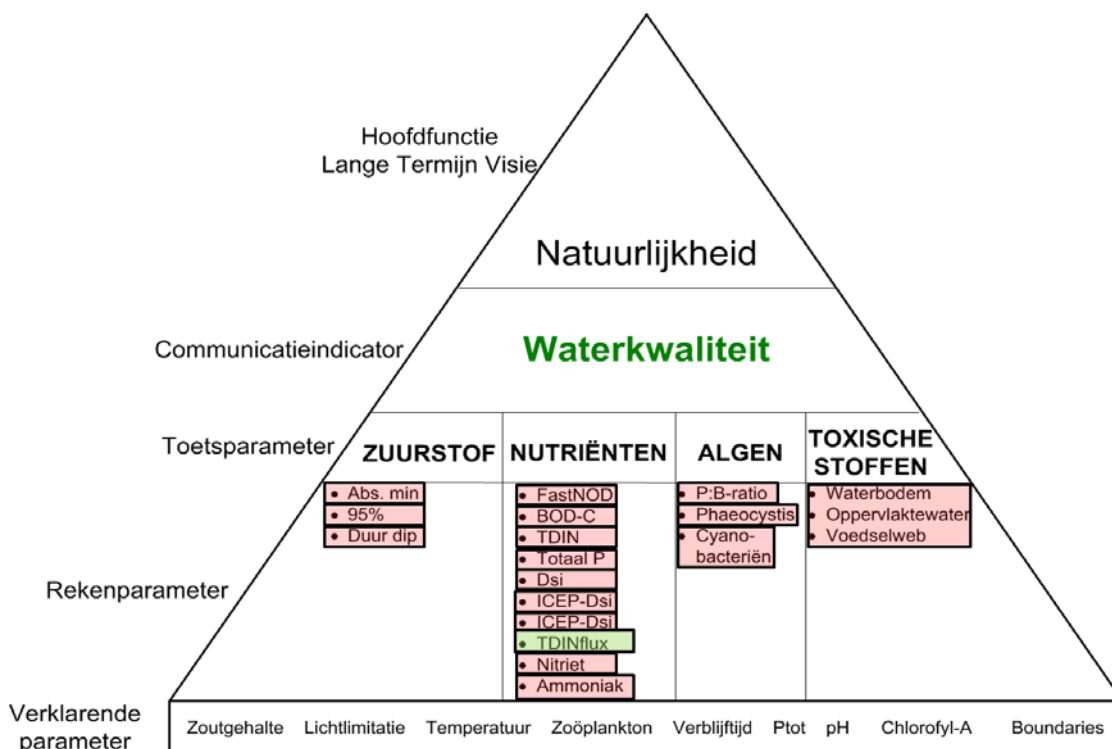
Er is doorheen de jaren geen dalende of stijgende trend te zien, de PH blijft tussen de 7,5 en 8,0 schommelen.

### 6.7.7 Zooplankton

Voor een uitgebreide beschrijving van Zoöplankton wordt verwezen naar het hoofdstuk Fauna en Flora (§ 8.7).

## 6.8 Conclusies

Een overzicht van de evaluatie van de toetsparameters en rekenparameters is te zien in Figuur 6-62. De rekenparameters zijn groen gekleurd wanneer de evaluatie positieve is en rood wanneer deze negatief beoordeeld werden. Voor de positieve evaluatie van een toetsparameter is het vereist dat alle rekenparameters een positieve evaluatie hebben. Dit was geen enkele keer het geval. Algemeen krijgt de communicatie-indicator waterkwaliteit voor de periode 2010 – 2015 een negatieve eindevaluatie.



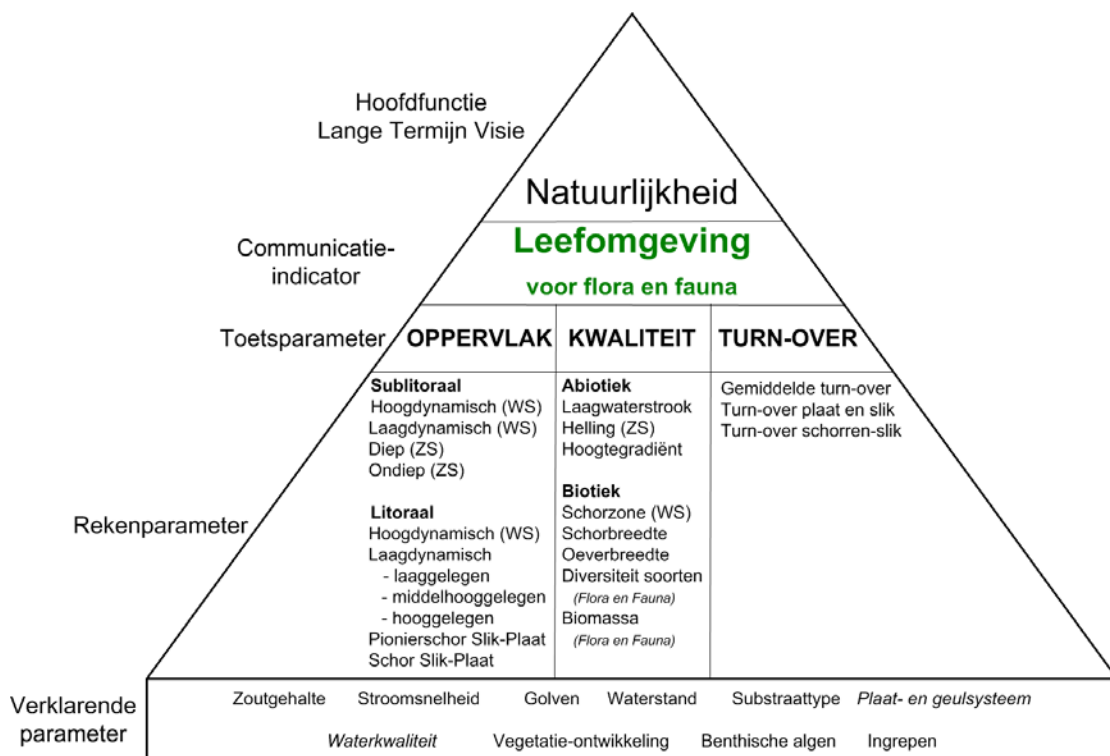
Figuur 6-62: Evaluatie Communicatie-indicator Waterkwaliteit T2015.

# 7 Leefomgeving

## 7.1 Inleiding

De leefomgeving voor flora en fauna in het Schelde-estuarium wordt gekenmerkt door een grote variatie aan habitats, die het resultaat zijn van de in het gebied aanwezige gradiënten. Een belangrijke gradiënt is de gradiënt van volledig zoet in de rivierarmen naar brak in het oosten en dan naar volledig zout in het westen. Daarnaast zijn er verticale gradiënten van de diepste punten van de geul tot de hoogste delen van de schorren. De habitats en hun kenmerken zijn de resultante van morfo- en hydrodynamiek en de aanwezigheid van flora en fauna. Zo speelt de schorvegetatie een rol bij het invangen van sediment en het afremmen van de erosie.

In Figuur 7-1 is de communicatie-indicator leefomgeving weergegeven, zoals deze is opgenomen in de Evaluatiemethodiek Schelde-estuarium (EMS) (Maris et al. 2014). Voor de evaluatie van Leefomgeving is het uitgangspunt dat een natuurlijk functionerend Schelde-estuarium aanwezig is, indien het oppervlak aan verschillende habitats evenwichtig verdeeld is, het aanwezige laagdynamische habitat van voldoende kwaliteit is en er sprake is van stabiliteit van habitats. Op een locatie mag niet te vaak een overgang van het ene habitat in het andere habitat optreden. De indicator Leefomgeving bestaat uit drie toetsparameters: oppervlak, kwaliteit en turn-over.



Figuur 7-1: Weergave indicator Leefomgeving voor flora en fauna.

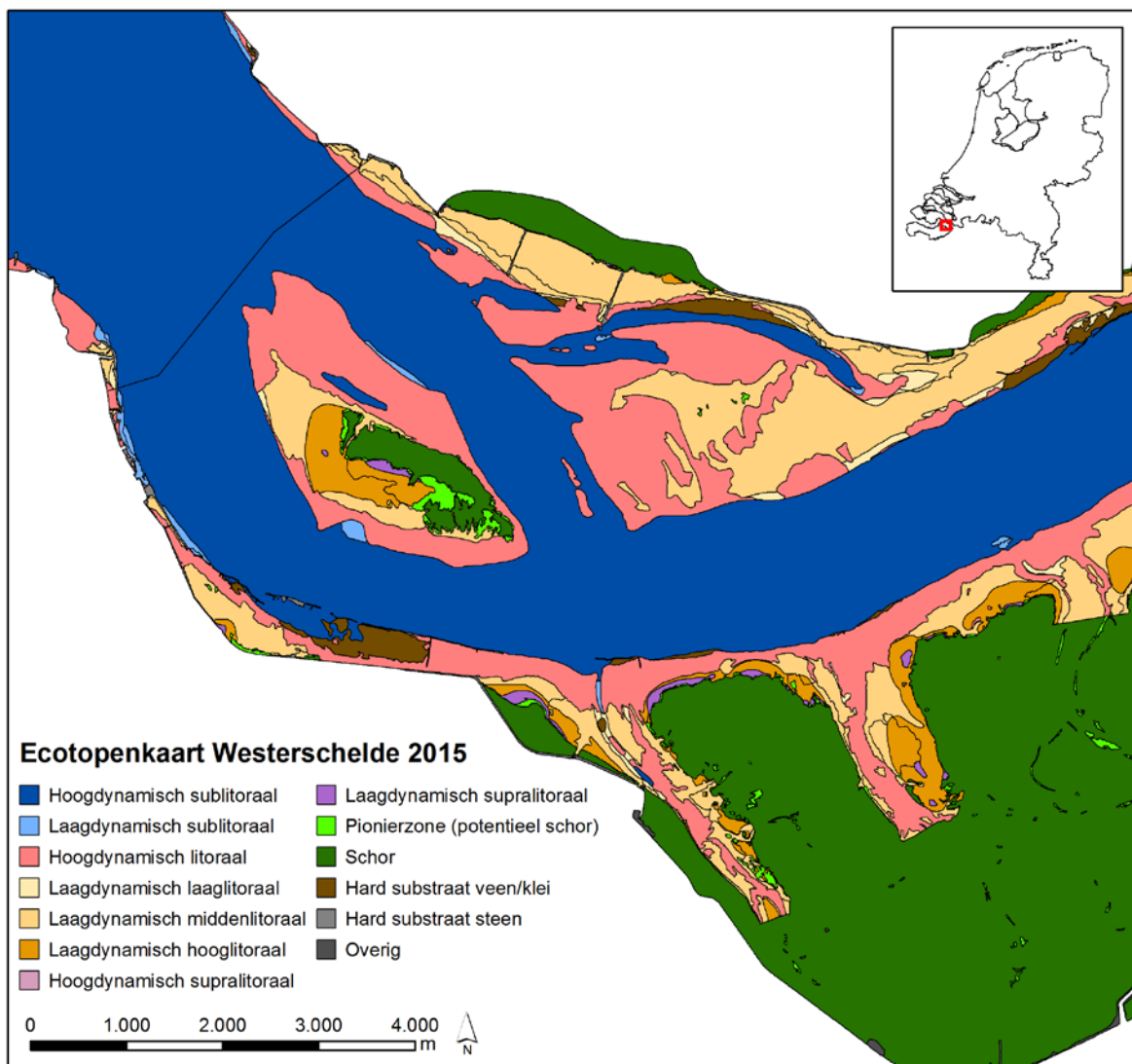
Voor elk van de toetsparameters zijn rekenparameters gedefinieerd, waarbij zo mogelijk een kwantitatief criterium is afgeleid in de vorm van een exacte waarde of een trendontwikkeling. Op het derde niveau in de communicatie-indicator worden verklarende parameters

weergegeven. Deze parameters dragen bij aan het begrijpen van de waargenomen ontwikkelingen en geven de onderliggende systeemverklaring.

Per rekenparameter komen de volgende zaken aan de orde:

- **definitie:** korte beschrijving van kenmerken van de rekenparameter en hoe de trend van de rekenparameter beoordeeld moet worden. Dit laatste is ontleend aan de Evaluatiemethodiek (Maris et al. 2014).
- **Data:** welke gegevens waren beschikbaar en welke zijn gebruikt. Dit laatste wordt alleen beschreven indien niet alle gegevens zijn gebruikt.
- **Analyse:** korte beschrijving van de waargenomen ontwikkelingen.
- **Interpretatie:** beoordeling van de ontwikkelingen op basis van het criterium genoemd in de definitie. Oorzakelijke verbanden worden hier niet gelegd.

De analyse kan op verschillende niveaus plaatsvinden, conform Maris et al. (2014). Voor een overzicht van de onderscheiden niveaus zie hoofdstuk 2. De analyse voor de verschillende rekenparameters is vooral gebaseerd op de beschikbare ecotopenkaarten. Figuur 7-2 geeft een voorbeeld van een deel van de ecotopenkaart van 2015 van de Westerschelde.



Figuur 7-2: Voorbeeld deel ecotopenkaart Westerschelde uit 2015.



Langs de Zeeschelde wordt door de Vlaamse overheid het Sigmoplan gerealiseerd. Dit moet het risico op overstromingen rond de Schelde en haar zijrivieren verkleinen. Daarnaast wil het Sigmoplan ook de typische riviernatuur hertellen. In het geactualiseerde Sigmoplan kwam de nadruk nog meer te liggen op ruimte voor de rivier. Dit wordt gerealiseerd met behulp van speciaal ingerichte gecontroleerde overstromingsgebieden. Binnen deze overstromingsgebieden komt veelal estuariene natuur tot ontwikkeling. Tabel 7-1 geeft een overzicht van recent ontwikkelde estuariene natuurgebieden langs de Zeeschelde. Deze gebieden zijn bij een aantal van de ecotopenkarteringen, die ten grondslag liggen aan de ontwikkelingen die besproken worden in dit hoofdstuk, meegenomen.

| Zone | Gebied             | oppervlakte<br>estuariën in<br>ha |      |      |      |      |      |
|------|--------------------|-----------------------------------|------|------|------|------|------|
|      |                    |                                   | 2001 | 2010 | 2012 | 2013 | 2014 |
| 5    | Paardenschor       | 12                                | nee  | ja   | ja   | ja   | ja   |
| 5    | Lillo ontpoldering | 9,23                              | nee  | nee  | ja   | ja   | ja   |
| 5    | Ketenisse schor    | 35,5                              | nee  | ja   | ja   | ja   | ja   |
| 6    | Burchtse weel      | 18                                | nee  | nee  | nee  | ja   | ja   |
| 7    | Lippenbroek        | 10,33                             | nee  | ja   | nee  | ja   | nee  |
| 8    | Paddebeek          | 1,6                               | nee  | ja   | nee  | ja   | nee  |
| 8    | Bergenmeersen      | 40,67                             | nee  | ja   | nee  | ja   | nee  |
| 8    | Heusden            | 13                                | nee  | ja   | nee  | ja   | nee  |

Tabel 7-1: *Ontwikkeling van estuariene natuur langs de Zeeschelde in het kader van het Sigmoplan, waarbij aangegeven is of het gebied bij de ecotopenkartering in het desbetreffende jaar is meegenomen.*

## 7.2 Toetsparameter Oppervlak

Bij de toetsparameter Oppervlakte wordt op basis van de ecotopenkaarten de waargenomen ontwikkeling van de verschillende onderscheiden ecotopen vergeleken met de gewenste ontwikkeling. De gewenste ontwikkeling kan uitgedrukt worden als een gewenste trend, maar ook kan een criterium negatief worden geformuleerd als een ongewenste trend. Voor een aantal ecotopen van de Zeeschelde worden als criterium oppervlakte eisen gesteld. Wordt niet aan een criterium voldaan dan is sprake van een negatieve evaluatie. Wordt er wel aan een criterium voldaan dan is sprake van een positieve evaluatie. Een negatief criterium wordt positief geëvalueerd indien niet aan het criterium wordt voldaan.

Binnen de toetsparameter Oppervlak wordt onderscheid gemaakt tussen sublitoraal en litoraal. Binnen het sublitoraal wordt bij de Westerschelde (WS) onderscheid gemaakt in de rekenparameters hoogdynamisch en laagdynamisch en bij de Zeeschelde (ZS) in de rekenparameters diep en ondiep water.

Bij het litoraal wordt in de Westerschelde onderscheid gemaakt tussen hoogdynamisch litoraal en laagdynamisch litoraal, waarbij de laatste categorie nog opgesplitst is in laaggelegen, middelhooggelegen en hooggelegen litoraal. Bij de Zeeschelde wordt alleen litoraal onderscheiden.

Voor de begroeide delen wordt voor de Westerschelde onderscheid gemaakt in pioniervegetatie en schorvegetatie. Voor de Zeeschelde worden pionier- en schorvegetatie conform de Evaluatiemethodiek (Maris et al. 2014) samen genomen.

Voor alle berekeningen zijn de ecotopenkaarten gebruikt. Hierbij zijn de delen genomen die binnen de begrenzing van de ruimtelijke indeling van het estuarium vallen. Bij Vlissingen viel een klein deel buiten de begrenzing van de Westerschelde. Dit deel is niet meegenomen.

### **7.2.1 Rekenparameter Hoogdynamisch versus laagdynamisch sublitoraal (WS)**

#### **Definitie**

In de Westerschelde worden alle sublitorale gebieden met een stroomsnelheid boven de 0,7 m/s gedefinieerd als hoogdynamisch (zie Buiks & Vossebelt 2016). Beneden deze waarde is het gebied laagdynamisch.

De ontwikkeling van hoogdynamisch sublitoraal ten koste van laagdynamisch gebied per Omes-compartment is onwenselijk.

#### **Data**

Gegevens waren beschikbaar in de vorm van ecotopenkaarten uit 2010, 2011, 2012 en 2015.

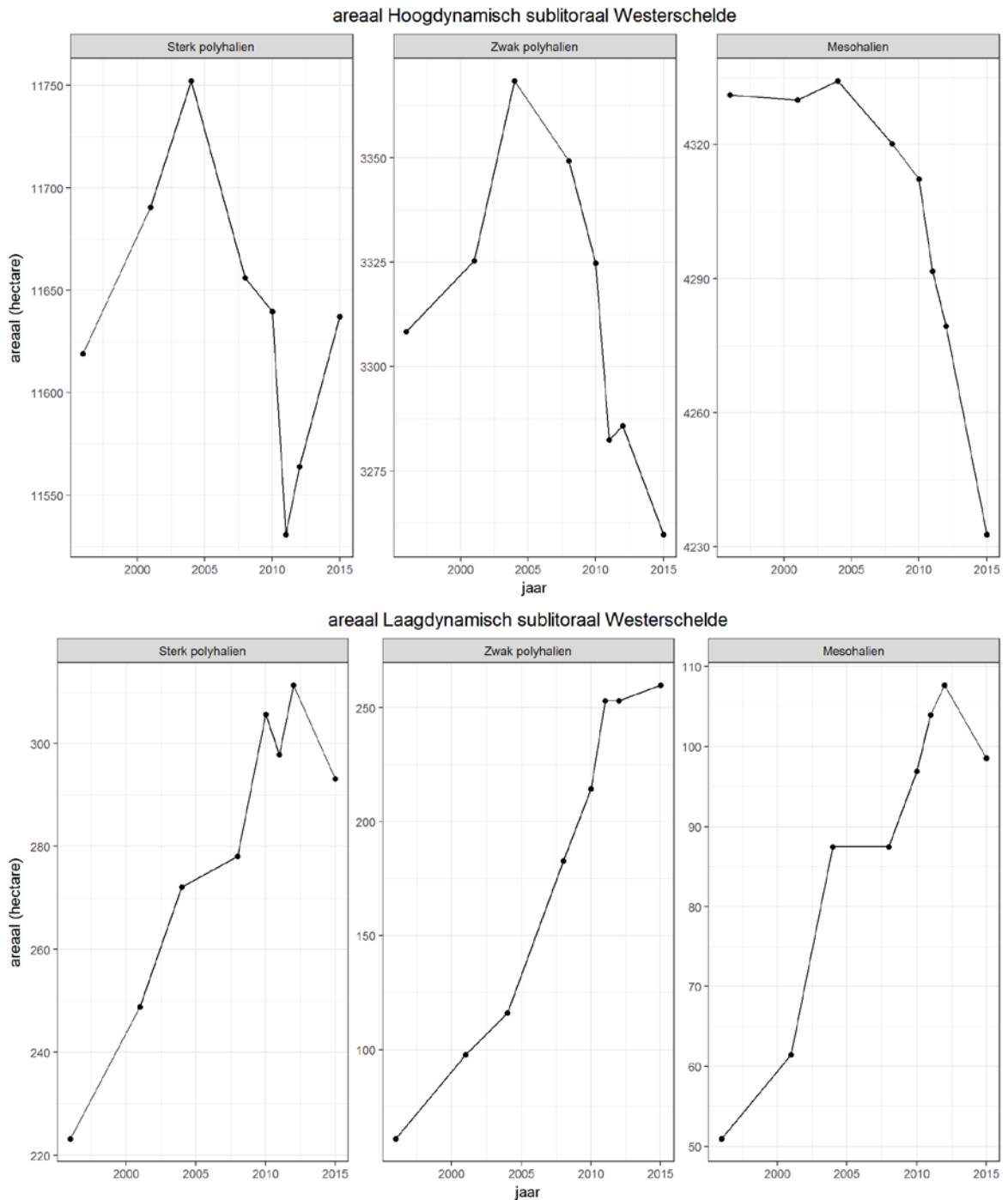
#### **Analyse**

Het sublitoraal bestaat in de Westerschelde vooral uit hoogdynamisch sublitoraal en slechts een beperkte oppervlakte laagdynamisch sublitoraal (Figuur 7-3). In het Sterk polyhalien vindt aanvankelijk een toename plaats van zowel het hoog- als het laagdynamisch sublitoraal. Vanaf 2004 vindt er een afname plaats in de oppervlakte hoogdynamisch sublitoraal, die zich voortzet tot 2011. Hierna vindt weer een toename plaats tot en met 2015. In 2015 is de oppervlakte vergelijkbaar met de situatie in 2010. De toename van het laagdynamisch sublitoraal zet zich voort tot 2012. Hierna vindt een hele lichte afname plaats.

In het Zwak polyhalien is de ontwikkeling van het hoogdynamisch sublitoraal vergelijkbaar met de ontwikkeling in het Sterk polyhalien. Er vindt echter vanaf 2012 geen herstel plaats, maar de afname zet zich voort. De oppervlakte laagdynamisch sublitoraal neemt tot 2012 duidelijk toe om vervolgens vrijwel te stabiliseren.

In het Mesohalieu vindt vanaf 2004 een lichte afname plaats van de oppervlakte hoogdynamisch sublitoraal, dat zich na 2010 versneld voortzet. De oppervlakte laagdynamisch sublitoraal neemt in de periode 1996-2012 geleidelijk toe om vervolgens heel licht af te nemen.





Figuur 7-3: Ontwikkeling van de oppervlakte hoogdynamisch sublitoraal en laagdynamisch sublitoraal in de Westerschelde per zone. De ontwikkeling per compartiment staat in Bijlage E: Leefomgeving.

### Interpretatie

Een toename van het hoogdynamisch sublitoraal ten koste van het laagdynamisch sublitoraal wordt ongewenst geacht voor een natuurlijk functionerend Schelde-estuarium, terwijl de omgekeerde ontwikkeling juist wel gewenst is.

In het Sterk polyhalien is de oppervlakte hoogdynamisch sublitoraal in 2015 vergelijkbaar met de oppervlakte in 2010 en iets lager dan in 2008. Deze ontwikkeling moet als neutraal worden beschouwd. De oppervlakte laagdynamisch sublitoraal is in 2015 iets lager dan in 2010 maar

hoger dan in 2008. De ontwikkeling hier moet ook als positief worden beoordeeld, omdat in de periode 2010-2015 de oppervlakte iets groter is dan in de voorgaande periode.

Voor het Zwak polyhalien geldt dat het hoogdynamisch sublitoraal in de periode 2010-2015 afneemt en de oppervlakte laagdynamisch sublitoraal toeneemt. De ontwikkeling hier moet als positief worden beoordeeld.

In het Mesohalien neemt de oppervlakte hoogdynamisch sublitoraal af in oppervlakte in de periode 2010-2015. Dit moet als positief worden beoordeeld. De oppervlakte laagdynamisch sublitoraal neemt in de periode 2010-2015 ruim 10 ha toe. Dit moet als positief worden beoordeeld.

## 7.2.2 Rekenparameter Diep en ondiep water (ZS)

### Definitie

In de Evaluatiemethodiek (Maris et al. 2014) wordt diep water in de Zeeschelde gedefinieerd als water met een diepte vanaf 2 m beneden de gemiddelde laagwaterlijn. Ondiep water wordt gedefinieerd als de zone van de gemiddelde laagwaterlijn tot 2 m beneden de gemiddelde laagwaterlijn.

Een toename van diep sublitoraal (diep water) ten koste van ondiep sublitoraal (ondiep water) per compartiment is onwenselijk.

### Data

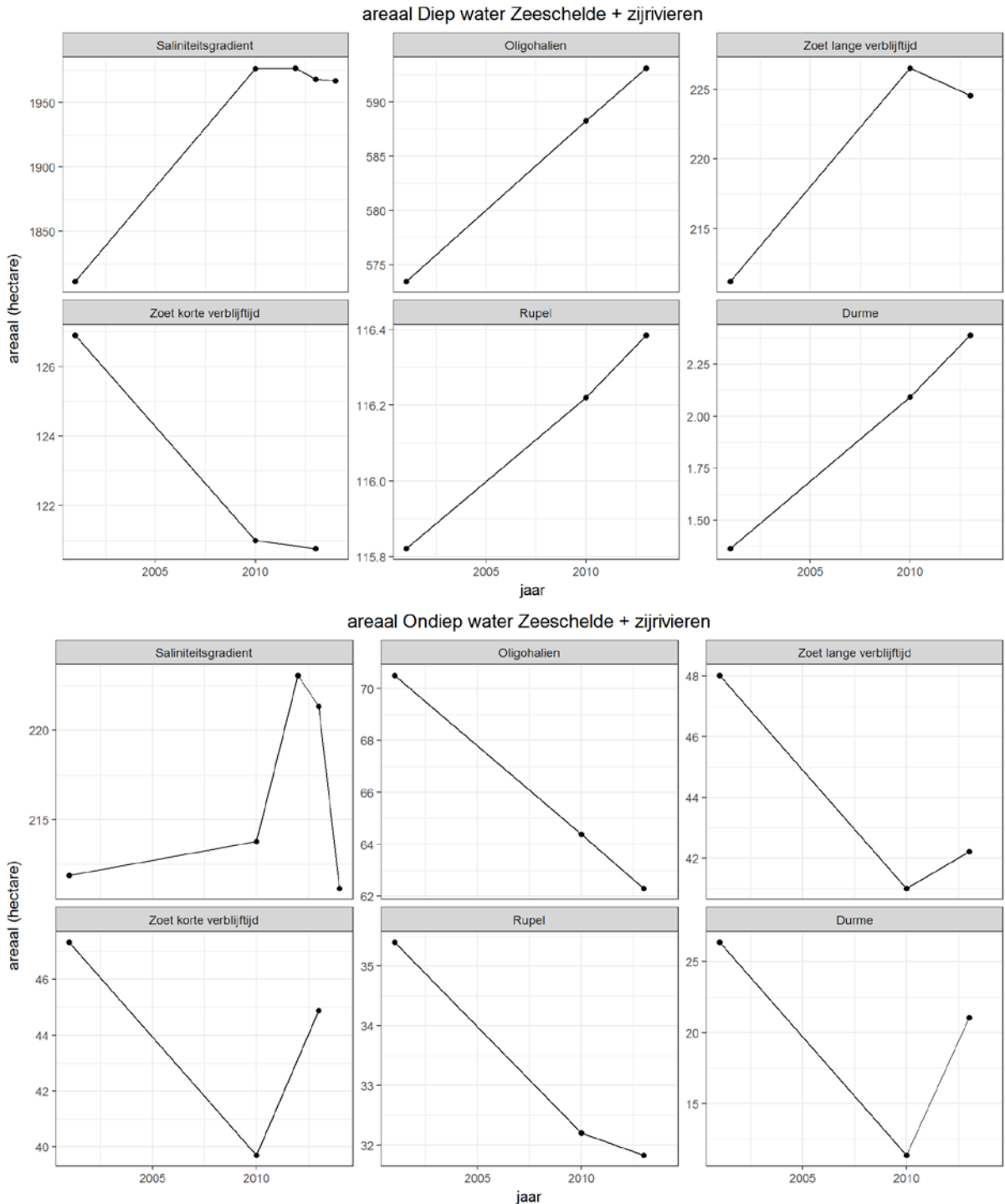
Voor zone 4 sterke saliniteitsgradiënt zijn ecotopenkaarten beschikbaar uit 2001, 2010, 2012, 2013 en 2014 en voor de overige zones (5 – 9) zijn alleen ecotopenkaarten beschikbaar uit 2001, 2010 en 2013. De ecotopen diep subtidaal en matig diep subtidaal zijn samengevoegd tot diep water.

### Analyse

Figuur 7-4 geeft de ontwikkeling van de oppervlakte diep en ondiep water in de verschillende zones van de Zeeschelde. Hieronder worden de belangrijkste ontwikkelingen beschreven:

- In zone 4 sterke Saliniteitsgradiënt neemt de oppervlakte diep water in de periode 2001-2010 met 165 ha toe om vanaf 2012 iets in oppervlakte weer af te nemen. De oppervlakte ondiep water neemt in de periode 2010-2012 toe (9 ha), maar neemt vervolgens weer af. De oppervlakte is in 2014 zelfs lager dan in 2001.
- In zone 5 Oligohalien neemt de oppervlakte diep water van 2001-2010 licht toe en dit zet zich in de periode 2010-2013 voort. De oppervlakte ondiep water neemt in dezelfde periode geleidelijk af.
- In zone 6 Zoet verblijftijd lang is er eerst een toename van de oppervlakte diep water met 15 ha met vanaf 2010 een afname van 2 ha. Het ondiep water laat aanvankelijk een afname zien van 7 ha en na 2010 een toename van één ha.
- In zone 7 Zoet verblijftijd kort neemt de oppervlakte diep water in de periode 2001-2010 af van 126 naar 121 ha en vervolgens tot 2013 tot 120 ha. De oppervlakte ondiep water neemt aanvankelijk af van 47 naar 39 ha, maar in de periode tot 2013 neemt dit weer toe tot 45 ha.
- In zone 8 Rupel blijft de oppervlakte diep water vrij constant, maar er is wel sprake van een lichte toename, die zich ook daarna voortzet. De oppervlakte ondiep water laat een afname zien van 35 ha in 2001 naar 32 ha in 2010. Daarna blijft de oppervlakte vrijwel gelijk.
- Zone 9 Durme laat een lichte toename zien van diep water van 1,36 ha in 2001, naar 2,09 ha in 2010 en 2,39 ha in 2013. De oppervlakte ondiep water laat eerst een afname zien van 26,37 ha in 2001 naar 11,36 ha in 2010 om weer te stijgen tot 21,04 ha in 2013. De

ontwikkeling vanaf 2010 wordt veroorzaakt door zandwinning, waarbij slik wordt omgezet naar ondiep water.



Figuur 7-4: Ontwikkeling van de oppervlakte diep (boven) en ondiep water (onder) in de verschillende zones van de Zeeschelde. De ontwikkeling per compartiment staat in Bijlage E: Leefomgeving.

**Interpretatie**

De ontwikkeling van de oppervlakte diep water mag niet ten koste gaan van de oppervlakte ondiep water. Daarnaast is in de EMS (Maris et al. 2014) aangegeven welke oppervlakte ondiep water in de verschillende zones gewenst is. Tabel 7-2 vat de ontwikkeling van ondiep water per

zone samen. In de periode 2001-2010 is er overal een afname van het aandeel ondiep water. In de periode 2010-2014 is er in de zone Saliniteitsgradiënt en zone Oligohalien een verdergaande afname, terwijl in de overige zones de oppervlakte stabiel is of zelfs toeneemt. In Durme worden sinds 2011 baggerwerken uitgevoerd, waardoor versteiling van het slik en eroderen van schoroevers plaatsvindt. Hierdoor neemt de oppervlakte ondiepe water toe (Van Ryckegem et al. 2015). De oppervlakte ondiep water voldoet echter in geen enkele zone aan de gewenste oppervlakte.

| Zone                     | gewenst | 2001 | 2010 | 2013(2014) |
|--------------------------|---------|------|------|------------|
| Saliniteitsgradiënt      | 540     | 212  | 214  | 211        |
| Oligohaliene zone        | 150     | 70   | 64   | 62         |
| Zoet, lange verblijftijd | 120     | 48   | 41   | 42         |
| Zoet, korte verblijftijd | 60      | 47   | 39   | 45         |
| Rupel                    | -       | 35   | 32   | 32         |
| Durme                    | -       | 26   | 11   | 21         |

Tabel 7-2: *Vergelijking van de gewenste oppervlakte ondiep water in ha (bron: EMS) en de aanwezige oppervlakte ondiep water in de verschillende zones van de Zeeschelde.*

### 7.2.3 Rekenparameter Hoogdynamisch litoraal (WS)

#### Definitie

De dynamiek in het litoraal is bepalend voor de toedeling als hoog- of laagdynamisch gebied. In de Westerschelde wordt dit afgeleid uit de geomorfologische klassen op de geomorfologische kaarten. Dit wordt weergegeven als hoogdynamisch litoraal op de ecotopenkaarten van Rijkswaterstaat. Een toename van hoogdynamisch litoraal ten koste van laagdynamisch gebied per compartiment is onwenselijk.

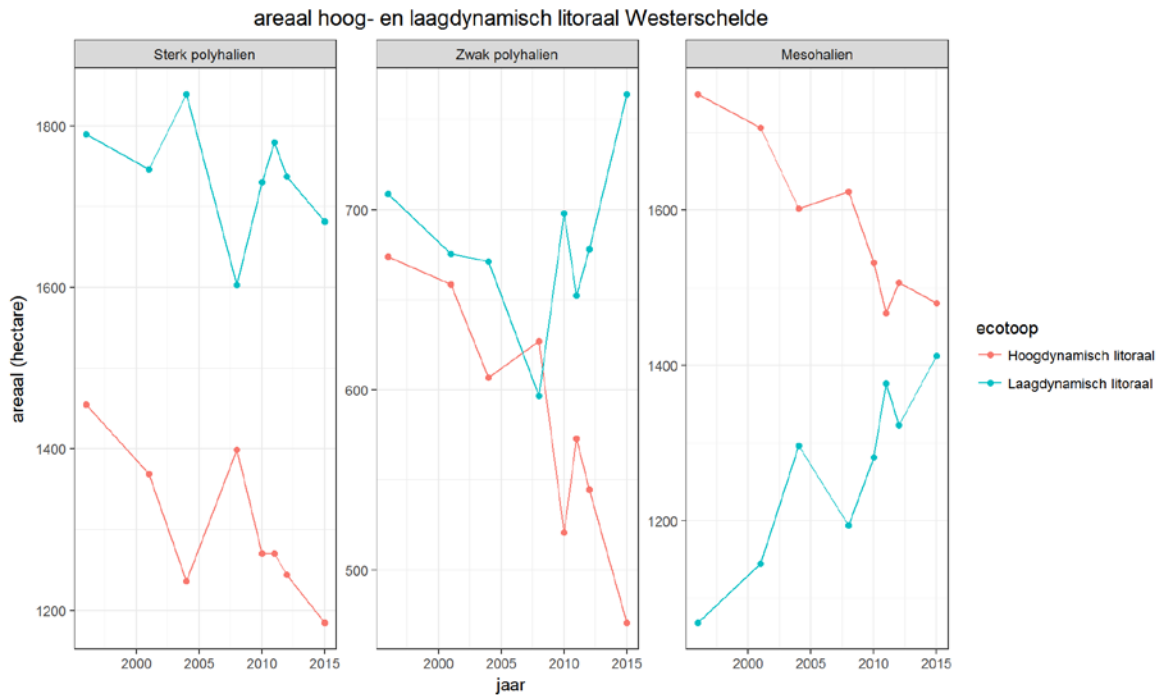
#### Data

Gegevens waren beschikbaar in de vorm van ecotopenkaarten uit 2010, 2011, 2012 en 2015.

#### Analyse

Figuur 7-5 geeft de ontwikkeling van de oppervlakte en het aandeel van het hoogdynamisch litoraal in de Westerschelde per zone.

In het Sterk polyhalien is er van 1996-2004 een afname in de oppervlakte hoogdynamisch slik, gevolgd door een lichte toename in de periode 2004-2008, die weer gevolgd wordt door een afname in de periode daarna. Over de gehele periode bekeken is er sprake van een afname. In het Zwak polyhalien en het Mesohalien is sprake van een geleidelijke afname van de oppervlakte hoogdynamisch slik. In het Mesohalien lijkt er na 2010 sprake te zijn van een stabilisatie.



Figuur 7-5: Ontwikkeling van de oppervlakte hoogdynamisch litoraal en de oppervlakte laagdynamisch litoraal in de Westerschelde. De ontwikkeling per compartiment staat in Bijlage E: Leefomgeving.

In het Sterk polyhalien is er van 1996-2004 een afname in de oppervlakte hoogdynamisch slik, gevolgd door een lichte toename in de periode 2004-2008, die weer gevolgd wordt door een afname in de periode daarna. Over de gehele periode bekeken is er sprake van een afname. In het Zwak polyhalien en het Mesohalieu is sprake van een geleidelijke afname van de oppervlakte hoogdynamisch slik. In het Mesohalieu lijkt er na 2010 sprake te zijn van een stabilisatie.

### Interpretatie

Een toename van hoogdynamisch litoraal ten koste van laagdynamisch gebied per compartiment is ongewenst. In alle zones van de Westerschelde blijft de oppervlakte hoogdynamisch litoraal constant of neemt af. Deze ontwikkeling moet als positief worden beoordeeld.

Er is wel netto een duidelijke afname van de totale oppervlakte van het litoraal in het Sterk polyhalien, een lichte afname in het Zwak polyhalien en een kleine toename in het Mesohalieu van de Westerschelde.

## 7.2.4 Rekenparameter Laagdynamisch (laag-, middelhoog- en hooggelegen) litoraal

### Definitie

De oppervlakte laagdynamisch litoraal wordt afgeleid uit de ecotopenkaarten. Op basis van de droogvalduur wordt onderscheid gemaakt tussen laaggelegen (droogvalduur < 25% van de tijd), middelhooggelegen (droogvalduur tussen 25 en 75% van de tijd) en hooggelegen litoraal (droogvalduur > 75% van de tijd).

Een toename van laagdynamisch laag-, middelhoog en hooggelegen litoraal per compartiment is wenselijk.

## Data

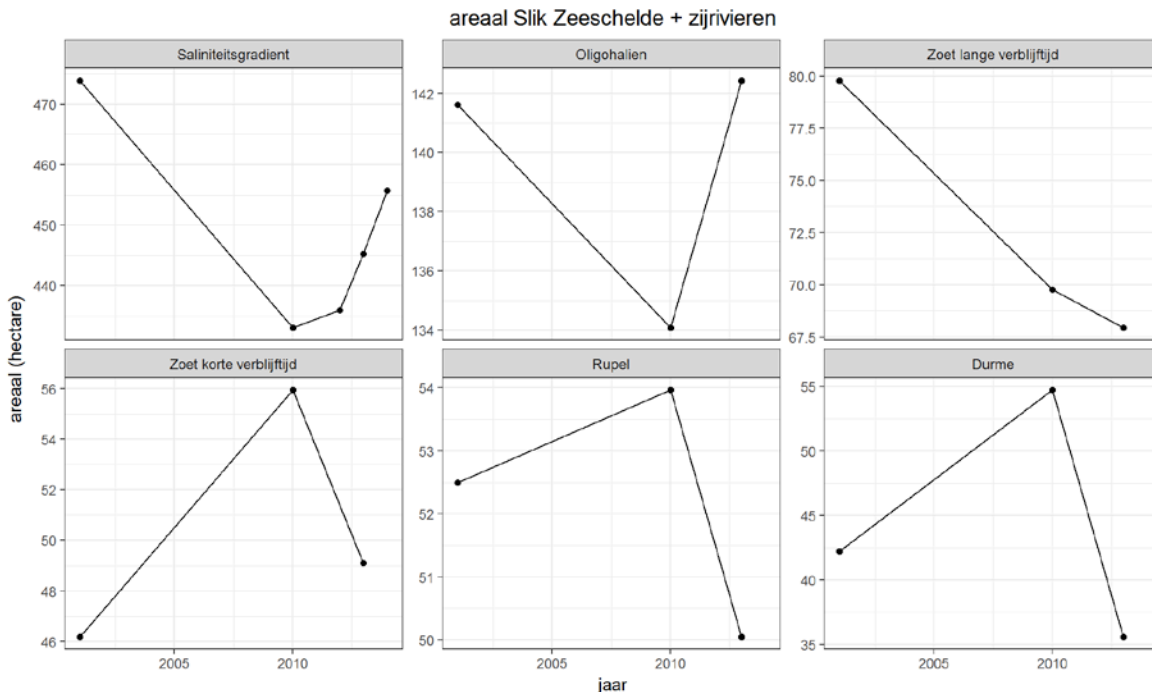
Gegevens waren voor de Westerschelde beschikbaar in de vorm van ecotopenkaarten uit 2010, 2011, 2012 en 2015 en voor de Zeeschelde als ecotopenkaarten uit 2001, 2010 en 2013, terwijl er voor de Saliniteitsgradiënt ook kaarten uit 2012 en 2014 beschikbaar waren. De antropogene typen zijn meegenomen in de oppervlakteberekening bij de Zeeschelde. Zo valt de ecotoop laag slik hard substraat antropogeen onder de parameter litoraal.

## Analyse

De ontwikkeling van de oppervlakte laagdynamisch litoraal in de Westerschelde staat per zone weergegeven in Figuur 7-5. In het Sterk polyhalien neemt de oppervlakte laagdynamisch litoraal na 2011 wel iets af, maar de oppervlakte in de periode 2010-2015 is vergelijkbaar met de voorliggende periode.

In het Zwak polyhalien is er van 1996 tot 2008 een geleidelijke afname van de oppervlakte laagdynamisch litoraal, maar vanaf 2008 is er een toename in de oppervlakte laagdynamisch litoraal. Het Mesohalien laat een vergelijkbaar patroon zien.

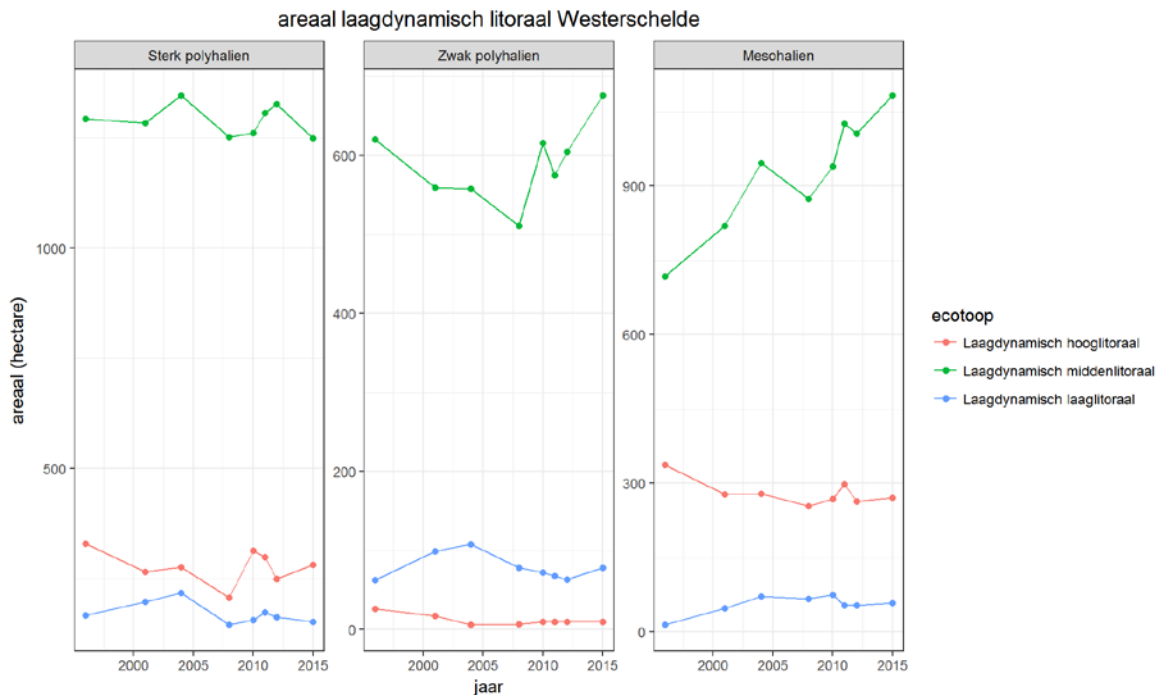
In de Zeeschelde is geen onderscheid gemaakt in hoog- en laagdynamisch litoraal. Figuur 7-6 geeft de ontwikkeling van het litoraal in de verschillende zones van de Zeeschelde. Gezien het beperkte aantal gegevens (2001, 2010 en 2013) geeft Figuur 7-7 geen gedetailleerd beeld van de ontwikkelingen. In de Saliniteitszone en het Oligohalien neemt de oppervlakte litoraal van 2001-2010 duidelijk af, maar na 2010 vindt er weer een toename plaats. In de zone Zoet, lange verblijftijd neemt aanvankelijk de oppervlakte litoraal ook af maar dit zet zich voort in de periode 2010-2013. In de Zone Zoet, korte verblijftijd is net als in de Rupel en de Durme de oppervlakte litoraal in de periode 2001-2010 licht toegenomen, maar in de periode 2010-2013 is sprake van een afname, die met name in de Durme aanzienlijk is.



Figuur 7-6: Ontwikkeling van de oppervlakte litoraal in de zones van de Zeeschelde in de periode 2001-2013/2014. De ontwikkeling per compartiment staat in Bijlage E: Leefomgeving.

In de Westerschelde is onderscheid gemaakt tussen hooggelegen, middelhoog gelegen en laaggelegen litoraal. Met name het middelhooggelegen litoraal is van belang als foerageergebied

voor steltlopers en eenden. Figuur 7-7 geeft de ontwikkeling van de drie onderscheiden hoogtezones in het litoraal. In de Sterk polyhaliene zone zijn er tussen de jaren verschillen in de oppervlakte van de verschillende zones, maar hier is geen duidelijk patroon uit te halen. In de Zwak polyhaliene zone neemt de middelhoog gelegen zone met 165 ha toe in de periode 2008-2015, terwijl de twee andere zones vrijwel gelijk bleven. Eenzelfde patroon wordt in het Mesohalien gevonden: een toename van ongeveer 200 ha in de periode 2008-2015, terwijl de twee overige zones ongeveer gelijk in oppervlakte blijven.



Figuur 7-7: Ontwikkeling van de verschillende hoogtezones onderscheiden in het laagdynamisch litoraal in de zones van de Westerschelde.

### Interpretatie

In de Westerschelde blijft de oppervlakte laagdynamisch litoraal gelijk of neemt iets toe ten opzichte van de voorliggende periode, zodat de ontwikkeling resp. als niet negatief en als positief moet worden beoordeeld.

In de Durme hebben in het kader van het Herstelprogramma baggerwerken plaatsgevonden. Dit zorgde voor een sterke versteiling van het slik en eroderen van de schoroevers (Van Ryckegem et al. 2015).

| Zone                    | Gewenst | 2001 | 2010 | 2013/14 |
|-------------------------|---------|------|------|---------|
| Saliniteitsgradiënt     | 457     | 474  | 433  | 456     |
| Oligohalien             | 269     | 142  | 134  | 142     |
| Zoet, verblijftijd lang | 161     | 80   | 70   | 68      |
| Zoet verblijftijd kort  | 82      | 46   | 56   | 49      |
| Rupel                   | -       | 42   | 55   | 36      |
| Durme                   | -       | 52   | 54   | 50      |

Tabel 7-3: Ontwikkeling van de oppervlakte litoraal (ha) in de verschillende zones van de Zeeschelde in vergelijking met de gewenste oppervlakte (EMS).

In de EMS (Maris et al. 2014) wordt voor de Zeeschelde aangegeven welke oppervlakte litoraal gewenst is in de verschillende zones. In Tabel 7-3 wordt de oppervlakte litoraal vergeleken met de gewenste oppervlakte. Hieruit komt naar voren dat in zone 4 Saliniteitsgradiënt de huidige oppervlakte vrijwel vergelijkbaar is met de gewenste oppervlakte. In de overige zones is de huidige oppervlakte ver beneden de gewenste oppervlakte. In de Oligohaliene zone is weliswaar sprake van een positieve ontwikkeling, maar de huidige waarde ligt ver onder de gewenste waarde. In de Zoete zones is de ontwikkeling bovendien negatief, zodat realisatie van de gewenste waarde niet eenvoudig zal zijn. Voor de Rupel en de Durme zijn in de Evaluatiemethodiek geen gewenste oppervlaktes voor het litoraal aangegeven.

## 7.2.5 Rekenparameter Pioniervegetatie (WS)

### Definitie

De pioniervegetaties van de Westerschelde bestaan uit biezen, kolonisatoren, zeekraalvegetaties en slijkgrasvegetaties en kunnen afgeleid worden uit de ecotopenkaarten en de vegetatiekaarten.

Een toename van de oppervlakte pioniersvegetatie op de platen is minder gewenst. In de Evaluatiemethodiek staat aangegeven dat de oppervlakte pionierschor 5-40% van de totale oppervlakte schor per compartiment op de slikken dient te bedragen (Maris et al. 2014). Op advies van de Projectgroep is bij de evaluatie echter niet gekeken per compartiment maar per zone, omdat de verschillende compartimenten per zone flink kunnen verschillen en het gaat met name om het gehele patroon.

### Data

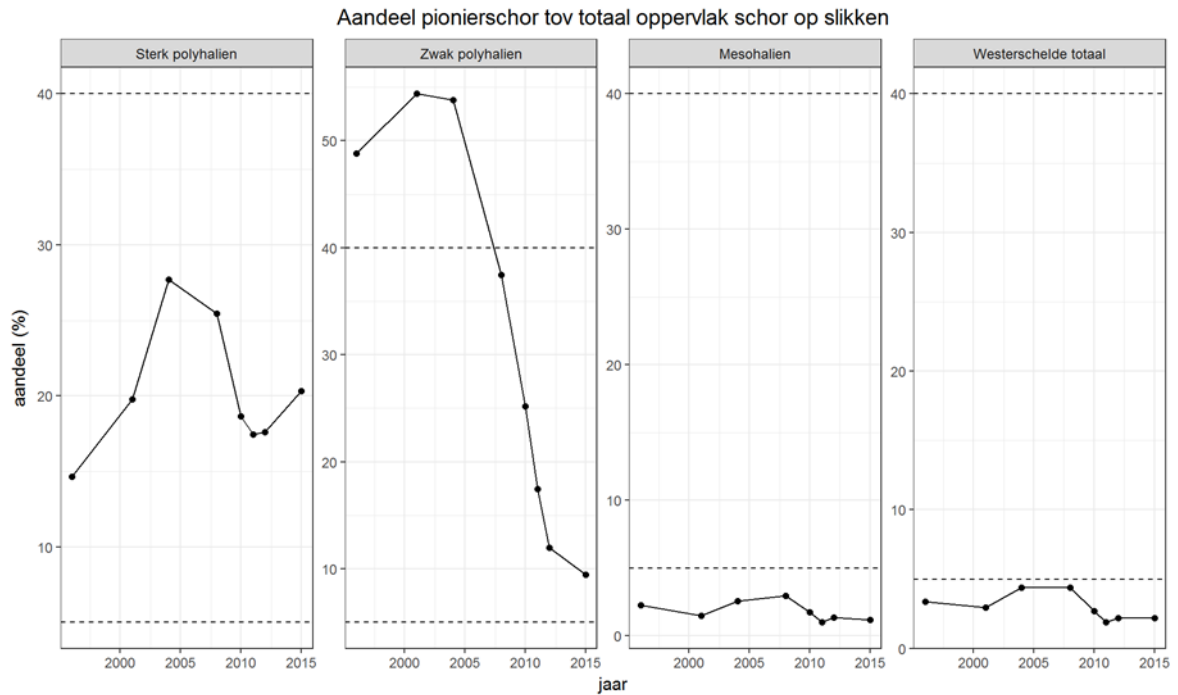
Gegevens waren voor de Westerschelde beschikbaar in de vorm van ecotopenkaarten uit 2010, 2011, 2012 en 2015. Voor de Zeeschelde wordt de pioniervegetatie gelijktijdig met de oppervlakte schor besproken. Voor de Westerschelde is onderscheid gemaakt tussen pioniervegetatie op de slikken en op de platen. Slikken zijn aan het vasteland verbonden zijn en de platen zijn door een permanent watervoerende geul van het vasteland gescheiden.

### Analyse

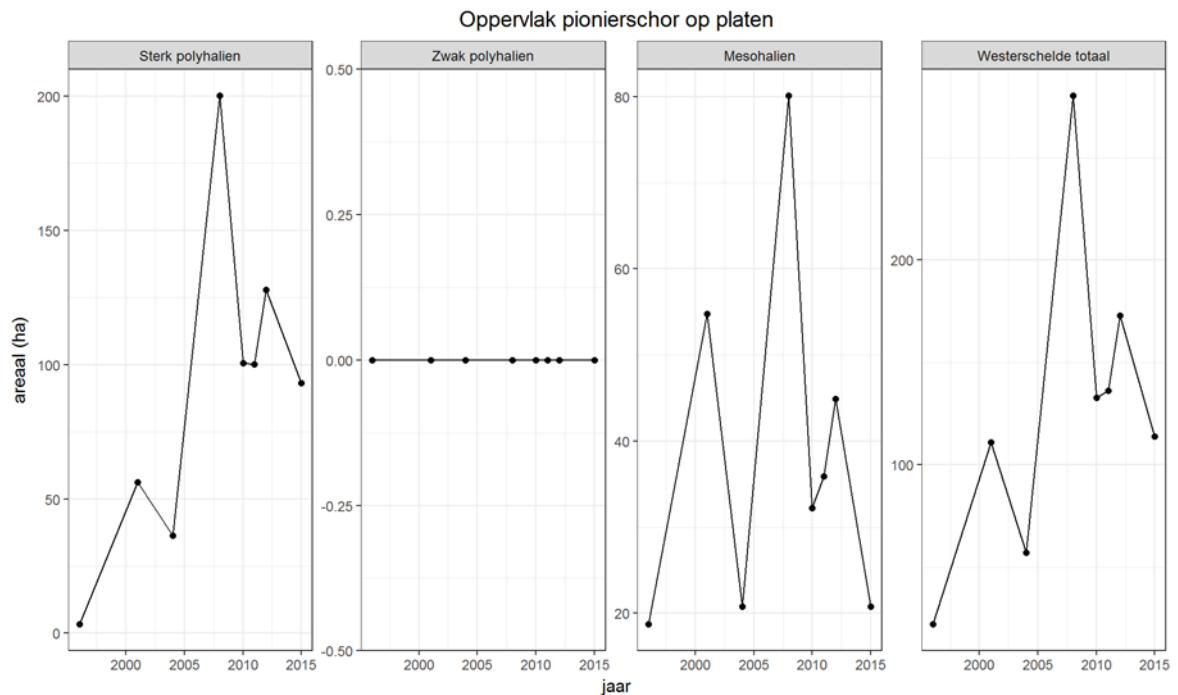
Voor zowel de gehele Westerschelde als voor de verschillende zones neemt het aandeel van de oppervlakte pionierschor ten opzichte van de totale begroeide oppervlakte op de slikken af in de periode 2004 – 2012 (Figuur 7-8). In de zones 1 Sterk polyhalien en zone 2 Zwak polyhalien ligt het aandeel van de oppervlakte pionierschor op de slikken tussen 5 en 40%. In zone 3 Mesohalien ligt het aandeel van pionierschor al in 1996 beneden de 5% en is de laatste jaren alleen maar afgenomen. Voor de Westerschelde als geheel ligt het aandeel pioniervegetatie ook beneden de gewenste 5%.

Op de platen in zone 1 Sterk polyhalien van de Westerschelde besloeg de pioniervegetatie aanvankelijk een oppervlakte van 200 ha om de laatste jaren stabiel rond 100 ha te liggen (Figuur 7-9). In de zone 2 Zwak polyhalien ontbreekt pionierschor op de platen. In zone 3 Mesohalien bereikte het pionierschor in 2008 een waarde van 80 ha om vervolgens geleidelijk af te nemen tot ongeveer 20 ha in 2015. OOK voor de gehele Westerschelde geldt dat de oppervlakte pioniervegetatie na 2009 is afgenomen. Een deel van de pioniervegetatie heeft zich ontwikkeld tot schorvegetatie, dat in alle drie de zones van de Westerschelde de laatste jaren is toegenomen (Figuur 7-10).





Figuur 7-8: Ontwikkeling van het aandeel pioniervegetatie ten opzichte van de totale begroeide oppervlakte van de slikken in de gehele Westerschelde en per zone. Met stippellijnen zijn de kritische waarden van 5 en 40% aangegeven.



Figuur 7-9: Overzicht van de ontwikkeling van pioniervegetatie op de platen in de gehele Westerschelde en in de verschillende zones.

### Interpretatie

In zone 1 (Sterk polyhalien) en 2 (Zwak polyhalien) bedraagt het aandeel pioniervegetatie tussen 5-40% van de totale vegetatie op de slikken. In zone 3 (Mesohalien) is het aandeel pioniervegetatie minder dan 5% van de vegetatie op de slikken. Hoewel in alle zones de oppervlakte afneemt, met name in zone 2, voldoet alleen het aandeel pioniervegetatie op de

slikken in zone 3 Mesohalien niet aan het gewenste oppervlakte-aandeel. Door de grote oppervlakte schorvegetatie in zone 3 Mesohalien (zie paragraaf 7.2.6) ligt het aandeel pioniervegetatie in de gehele Westerschelde ook beneden de gewenste 5% van de totale schorvegetatie.

De pioniervegetatie op de platen van de Westerschelde bereikte in 2008 in de zones Sterk polyhalien en Mesohalien zijn maximale oppervlakte om daarna weer in oppervlakte af te nemen. In de zone Zwak polyhalien ontbreekt pioniervegetatie op de platen. Voor de gehele Westerschelde geldt dat de oppervlakte pioniervegetatie op de platen sinds 2009 is afgenomen.

In de zones Sterk polyhalien en Zwak polyhalien ligt het aandeel pioniervegetatie binnen het gewenste aandeel van 5-40% van de totale oppervlakte vegetatie op de slikken. In de zone Mesohalien ligt het aandeel pioniervegetatie beneden de 5% en voldoet niet aan het criterium. Dit moet als negatief worden beoordeeld. Voor de gehele Westerschelde moet dit ook als negatief worden beoordeeld. Op de platen ontbreekt pioniervegetatie (zone Mesohalien) of de oppervlakte pioniervegetatie is ten opzichte van de situatie in 2008 achteruit gegaan. Dit geldt ook voor de gehele Westerschelde. Aangezien de oppervlakte in de gehele Westerschelde en in geen enkele zone is toegenomen, moet dit als positief worden beoordeeld.

## 7.2.6 Rekenparameter Schorvegetatie

### Definitie

De schorvegetaties zijn de begroeide gebieden die alleen bij hoge waterstanden worden overstroomd en die niet tot de pioniervegetaties worden gerekend.

In de Westerschelde is een afname van het schorhabitat op de slikken per compartiment onwenselijk; een toename op de platen is eveneens onwenselijk (Maris et al. 2014). Op advies van de Projectgroep Evaluatie en Rapportage wordt voor de Westerschelde op het niveau van zones gekeken in plaats van compartimenten, omdat naar de grote patronen moet worden gekeken.

Voor de Zeeschelde worden in Maris et al. (2014) de volgende gewenste oppervlaktes per zone aangehouden:

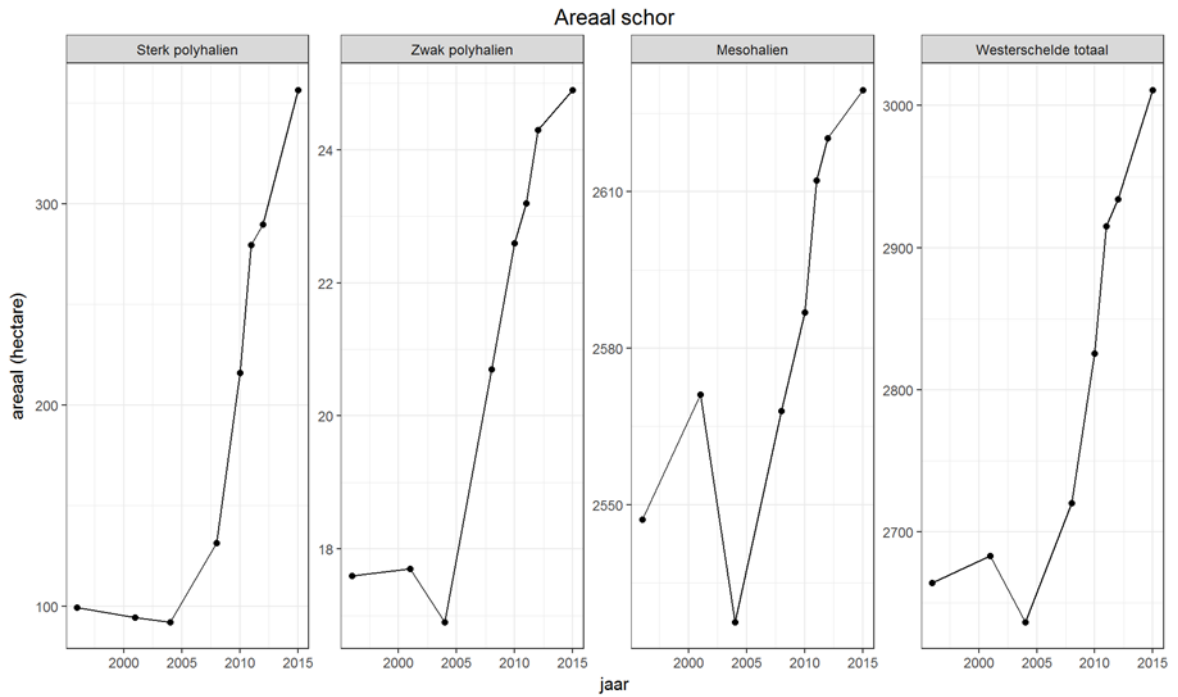
- Saliniteitsgradiënt, compartiment 9-12: 920 ha;
- Oligohaliene zone, compartiment 13,14: 280 ha;
- Zoet, verblijftijd lang, compartiment 15, 16: 210 ha;
- Zoet, verblijftijd kort, compartiment 17-19: 110 ha.

### Data

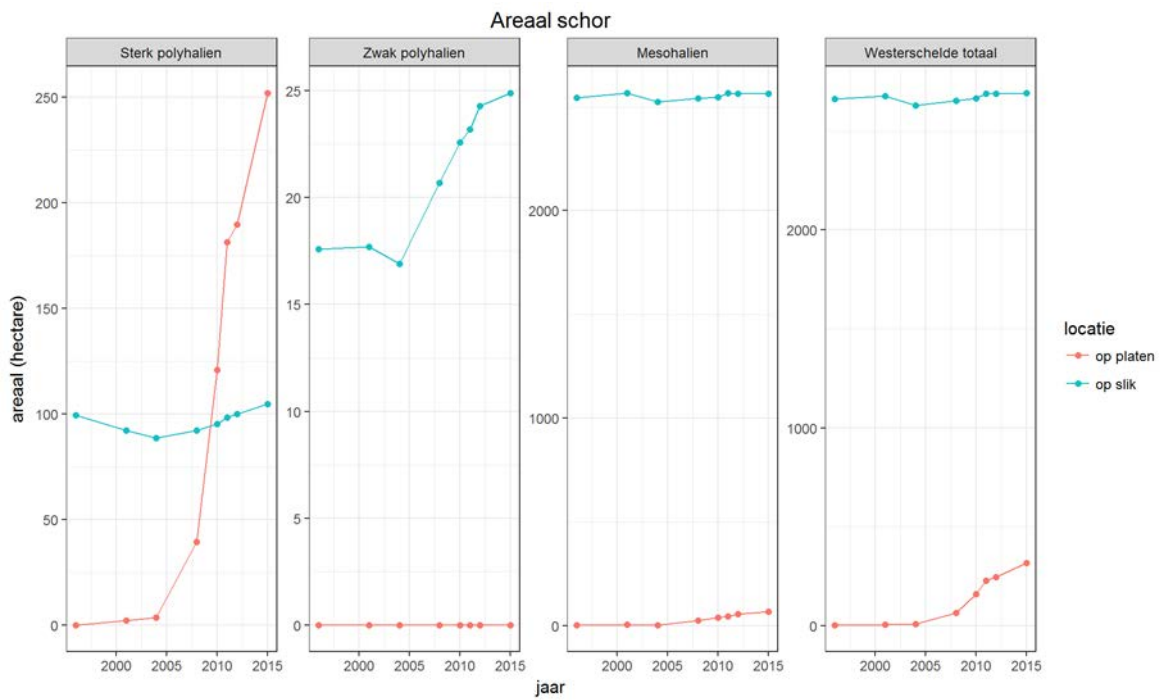
Voor de Westerschelde zijn ecotopenkaarten beschikbaar uit 1996, 2001, 2004, 2008, 2010, 2011, 2012 en 2015. Voor de Zeeschelde zijn voor de zone Saliniteitsgradiënt ecotopenkaarten uit 2001, 2010, 2012, 2013 en 2014 beschikbaar. Voor de overige zones zijn ecotopenkaarten uit 2001, 2010 en 2013 beschikbaar.

### Analyse

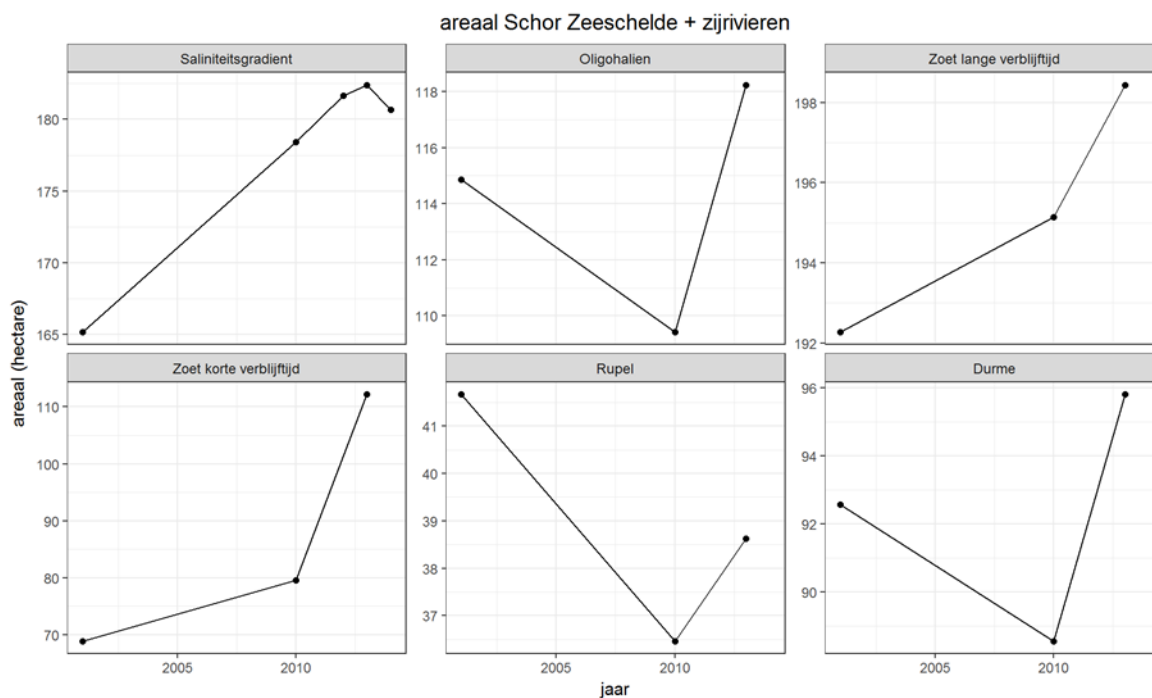
Zowel in de gehele Westerschelde als in de afzonderlijke zones is de oppervlakte schorvegetatie op de slikken gelijk gebleven of licht toegenomen (Figuur 7-10 en Figuur 7-11). Op de platen in de Westerschelde is een duidelijke toename van de oppervlakte schorvegetatie zichtbaar; dit treedt met name op in zone Sterk polyhalien en in mindere mate in de zone Mesohalien. In de zone Zwak polyhalien ontbreekt schorvegetatie op de platen.



Figuur 7-10: Ontwikkeling van de oppervlakte schor op de platen en slikken in de de gehele Westerschelde en in de verschillende zones.



Figuur 7-11: Ontwikkeling van de oppervlakte schorvegetatie in de gehele Westerschelde en per zone, waarbij onderscheid is gemaakt tussen schor op slikken en op platen.



Figuur 7-12: Overzicht van de ontwikkeling van de oppervlakte schor + pioniervegetatie in de zones van de Zeeschelde. De ontwikkeling per compartiment staat in Bijlage E: Leefomgeving.

In de Zeeschelde is in alle zones sprake van een toename van de oppervlakte schor in de periode 2010-2013 (Figuur 7-12).

### Interpretatie

In de Westerschelde mag het areaal schorren op de slikken niet afnemen en op de platen niet toenemen. In zowel de gehele Westerschelde als in de afzonderlijke zones is de oppervlakte schor op de slikken stabiel of neemt toe, zodat in alle zones voldaan wordt aan dit criterium. In de gehele Westerschelde en in de zones Sterk polyhalien en Mesohalien neemt de oppervlakte schor op de platen toe en dit moet als negatief worden beoordeeld.

Voor de Zeeschelde worden voor vier zones minimumarealen voor de oppervlakte schor (schor+pioniervegetatie) gegeven. Deze minimumarealen en de werkelijke arealen staan weergegeven in Tabel 7-4. De zone Zoet verblijftijd Kort voldoet aan het criterium, terwijl de zone Zoet verblijftijd Lang de waarde van het criterium benadert.

| Zone                   | gewenst | 2001 | 2010 | 2013 |
|------------------------|---------|------|------|------|
| Saliniteitsgradiënt    | 920     | 165  | 178  | 182  |
| Oligohalien            | 280     | 115  | 109  | 118  |
| Zoet verblijftijd lang | 210     | 192  | 195  | 198  |
| Zoet verblijftijd kort | 110     | 69   | 79   | 112  |
| Rupel                  | -       | 42   | 36   | 39   |
| Durme                  | -       | 93   | 89   | 96   |

Tabel 7-4: De gewenste minimumarealen in ha en de werkelijke oppervlakte van schor (schor + pioniervegetaties) in de zones van de Zeeschelde.

Voor de Zeeschelde geldt voor de Saliniteitsgradiënt, de Oligohaliene zone en de zone Zoet verblijftijd Lang een negatieve evaluatie, omdat de oppervlakte schor achter blijft bij de

gewenste situatie. De zone Zoet verblijftijd Kort voldoet wel aan de oppervlakte-eis en moet positief geëvalueerd worden. Voor Rupel en Durme is geen evaluatiecriterium geformuleerd. Aangezien de oppervlakte schor+pioniervegetatie in 2013/2014 is toegenomen ten opzichte van 2008 wordt dit als positief geëvalueerd.

| parameter | specificatie              | Westerschelde    |                 |            | Zeeschelde    |             |           |           |       |       |
|-----------|---------------------------|------------------|-----------------|------------|---------------|-------------|-----------|-----------|-------|-------|
|           |                           | Sterk polyhalien | Zwak polyhalien | mesohalien | sal. gradiënt | oligohalien | Zoet Lang | Zoet Kort | Rupel | Durme |
|           | Hoogdynamisch sublitoraal |                  |                 |            |               |             |           |           |       |       |
|           | Laagdynamisch sublitoraal |                  |                 |            |               |             |           |           |       |       |
|           | Diep sublitoraal          |                  |                 |            |               |             |           |           |       |       |
|           | Ondiep sublitoraal        |                  |                 |            | 540           | 150         | 120       | 60        |       |       |
|           | Hoogdynamisch litoraal    |                  |                 |            |               |             |           |           |       |       |
|           | Laagdynamisch litoraal    |                  |                 |            |               |             |           |           |       |       |
|           | Slik                      |                  |                 |            | 457           | 269         | 161       | 82        |       |       |
|           | Pionierschor              |                  |                 |            |               |             |           |           |       |       |
|           | slikken                   |                  |                 |            |               |             |           |           |       |       |
|           | platen                    |                  |                 |            |               |             |           |           |       |       |
|           | Schor                     |                  |                 |            |               |             |           |           |       |       |
|           | slikken                   |                  |                 |            | 920           | 280         | 210       | 110       |       |       |
|           | platen                    |                  |                 |            |               |             |           |           |       |       |

Tabel 7-5: Samenvatting van de evaluatie van de rekenparameter Oppervlakte van de Communicatie-indicator Leefomgeving. Groen: evaluatie positief, rood = negatief. Bij de Zeeschelde is ook de gewenste oppervlakte in ha aangegeven.

## 7.3 Toetsparameter Kwaliteit

### Definitie

De Kwaliteit van de habitat kan opgesplitst worden in enerzijds de abiotische kwaliteit (structuur), die voornamelijk afhankelijk is van de fysische processen en anderzijds de biologische kwaliteit (aanwezigheid van organismen), bepaald door de beschikbaarheid aan voedsel. De kwaliteit wordt dus gestuurd door de hydrodynamiek, morfologische processen, aanwezigheid van hoogtegradiënten, ruimte voor zonering in de habitats, de biologische diversiteit en biomassa.

### Data

Voor de berekening van de rekenparameters die bij de toetsparameter Kwaliteit horen werd gebruik gemaakt van:

- Aangeleverde Ecotopenkaarten (Bron: Rijkswaterstaat CIV en het Instituut voor Natuur en Bos):
  - Westerschelde: 1996, 2001, 2004, 2008, 2010, 2011, 2012, 2015;
  - Beneden-Zeeschelde: 2001, 2010, 2012, 2013, 2014;
  - Boven-Zeeschelde: 2001, 2010, 2013.
- Bathymetrische data (Bron: Rijkswaterstaat CIV en afdeling Maritieme Toegang, Vlaamse Overheid):
  - Westerschelde: 1996, 2001, 2004, 2008, 2010, 2011, 2012, 2015;

- b. Beneden-Zeeschelde: 2000&200139, 2010, 2014;
  - c. Boven-Zeeschelde: 2001, 2009&2010, 2014.
3. Droogvalduurkaarten van de Westerschelde (Bron: Rijkswaterstaat ZD): aangemaakt op de jaren dat er een ecotopenkaart beschikbaar is.

Merk op dat er voor de Boven-Zeeschelde een ecotopenkaart beschikbaar is voor het jaar 2013, terwijl enkel de bathymetrie van 2010 en 2014 beschikbaar is. Om toch een inzicht te krijgen in de evolutie, werd de ecotopenkaart van 2013 gecombineerd met de bathymetrie van in 2014.

### 7.3.1 Rekenparameter Laagwaterstrook grenzend aan laagdynamisch litoraal

#### Definitie

De lengte van de laagwaterlijn grenzend aan laagdynamisch gebied is een belangrijke maat voor de mogelijkheden voor steltlopers om voldoende lang te kunnen foerageren. Dit geldt zeker in de winter als de steltlopers veel voedsel nodig hebben en dus veel foerageeruren moeten maken. Bij de Zeeschelde wordt er momenteel nog geen onderscheid gemaakt tussen hoog- en laagdynamisch. Daarom wordt voor de Zeeschelde de lengte van de laagwaterlijn, grenzend aan het zacht substraat als rekenparameter meegenomen.

Voor de analyse op de Westerschelde wordt een laagwaterstrook gedefinieerd die zich uitstrekt over een droogvalduur van 0 tot 20%. Hier wordt de lengte van de grens met deze strook en het laagdynamisch gebied geanalyseerd. Voor de Zeeschelde wordt de laagwaterlijn gedefinieerd als de bovengrens van de sublitorale ecotopen omdat hier geen droogvalduurkaarten beschikbaar waren.

Omdat er nog geen exacte referentiewaarde beschikbaar is voor deze rekenparameter dient deze geëvalueerd te worden op basis van een trendanalyse. Een afname van de lengte is een ongunstige evolutie.

#### Analyse

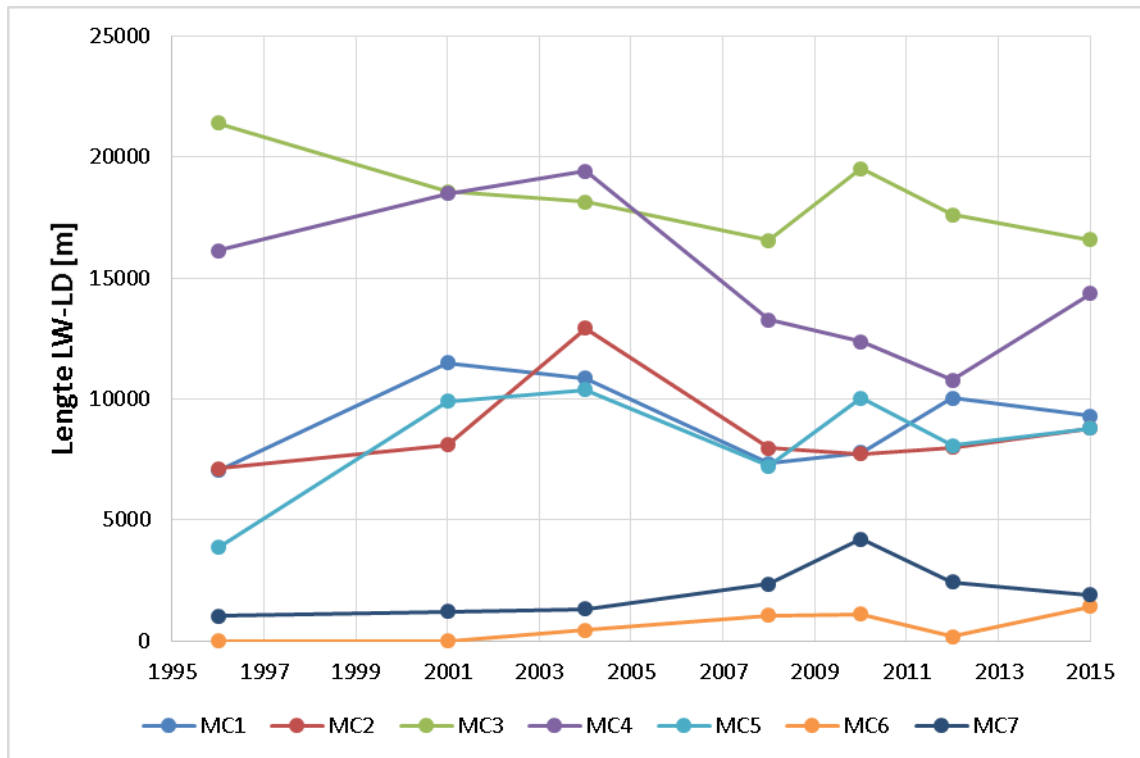
Voor de Westerschelde is de lengte van de laagwaterstrook die grenst aan het laagdynamisch litoraal weergegeven in Figuur 7-13. Volgende punten zijn zichtbaar:

- MC1: De lengte daalde tussen 2001 en 2008 om daarna te stijgen tot een maximum in 2012. Tussen 2012 en 2015 daalde de lengte opnieuw. In 2015 is er een langere laagwaterlijn die grenst aan het laagdynamisch litoraal dan in 2008.
- MC2: De lengte daalde van 2004 tot in 2010. Daarna steeg de lengte opnieuw.
- MC3: tot 2008 was er een dalende trend. Tussen 2008 en 2010 was er een plotse stijging. Na 2010 was er opnieuw een dalende trend.
- MC4: Een dalende trend tussen 2004 en 2012. Tussen 2012 en 2015 steeg de lengte.
- MC5: De lengte van de laagwaterlijn kent een sterk variabel verloop. Tussen 2008 en 2015 was er een stijgende trend.
- MC6: er was een stijgende trend tot in 2010. De ecotopenkaart van 2012 vertoont een lage waarde. Daarna waarde van 2015 ligt boven deze van 2010.
- MC7: De lengte van de laagwaterlijn steeg tot in 2010. Daarna deed er zich een dalende trend voor.

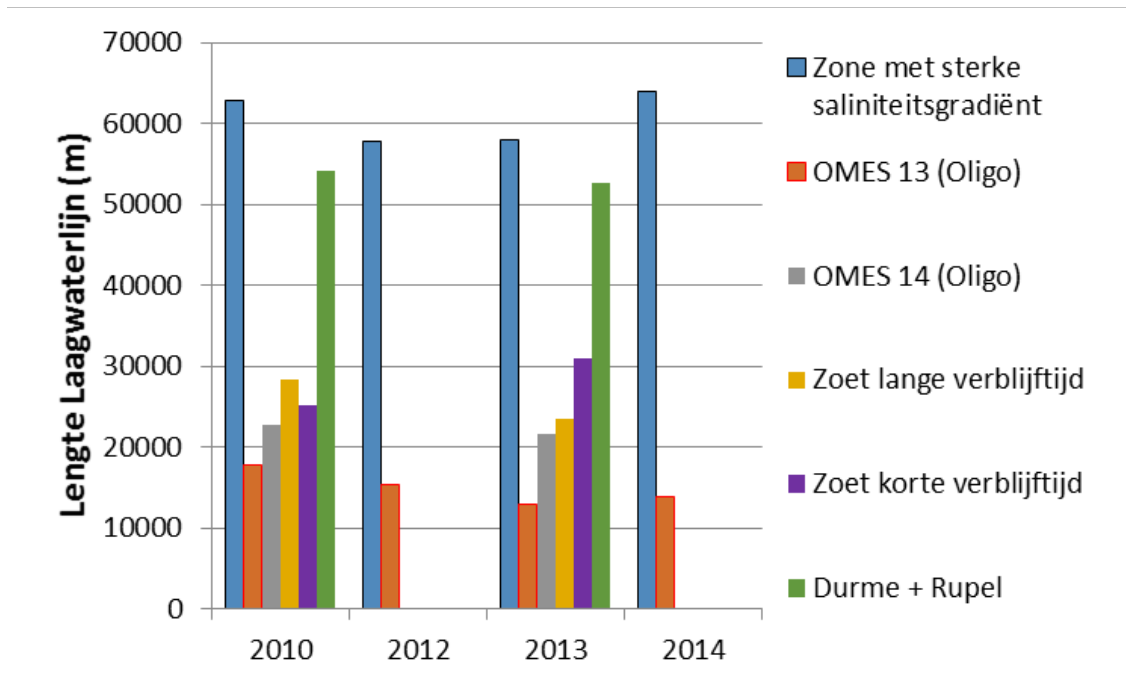
---

<sup>39</sup> Opgemeten over 2 jaar.

De lengte van de laagwaterlijn in de Zeeschelde die grenst aan een ecotoop met zacht substraat wordt gepresenteerd in Figuur 7-14. De Boven-Zeeschelde en zijrivieren worden niet even frequent geïnventariseerd. Dit maakt een exacte trendontwikkeling moeilijk. In de zone met een sterke saliniteitsgradiënt is de lengte in 2014 gestegen met 1200m ten opzichte van 2010. In OMES 13 was er een afname van 4000m. Tussen 2010 en 2013 was er in OMES 14 een afname van  $\pm 1000$ m. Ook in de saliniteitszone Zoet met lange verblijftijd daalde de lengte van de laagwaterlijn die grenst aan het zacht substraat, met 5000m. In de Zoete zone met korte verblijftijd steeg de lengte met >5000m. Tot slot, viel de laagwaterlijn op de zijrivieren terug, gedurende de periode 2010-2013, met 1500m.



Figuur 7-13: Lengte van de laagwaterlijn die grenst aan het Laagdynamisch litoraal (m) op de Westerschelde, gealloceerd naargelang macrocel. Voor het bepalen van de laagwaterlijn werd gebruik gemaakt van een droogvalduurzone tussen 0 en 20%.



Figuur 7-14: Lengte van de laagwaterlijn die grenst aan ecotopen met een zacht substraat (m) op de Zeeschelde, gealloceerd naargelang Saliniteitszone. De laagwaterlijn werd gedefinieerd als de bovengrens van de sublitorale ecotopen, aangezien hier geen droogvalduurkaarten beschikbaar waren.

### Interpretatie

Bovenstaande ontwikkelingen op de Westerschelde worden als volgt geïnterpreteerd:

- Een negatieve evolutie in MC3 en MC7. In MC3 ligt de waarde van 2015 dicht bij deze van 2008, maar dit is het gevolg van de verhoging tussen 2008 en 2010. De trend tussen 2010 en 2015 is negatief.
- Een positieve evolutie in MC1, MC2, MC5 en MC6. In MC6 is er een stijgende trend, enkel de ecotopenkaart van 2012 toont een lage waarde.
- MC4 vertoont vermoedelijk een positieve evolutie.

In de Zeeschelde worden deze als volgt geïnterpreteerd:

- Negatieve evolutie in volgende zones: Oligohaliene zone, Zoet lange verblijftijd en de Zijrivieren.
- Positieve evolutie in de zone met sterke saliniteitsgradiënt, Zoet korte verblijftijd.

### 7.3.2 Rekenparameter Helling litoraal en gehele profiel

#### Definitie

De helling van het litorale gebied geeft een indicatie of het gebied voldoende tijd biedt aan vogels om te foerageren, of deze geschikt is voor schorontwikkeling en of het als schuilplaats kan dienen voor juveniele vissen. Bij de analyse wordt enerzijds gekeken naar de helling van het litoraal en anderzijds naar de helling van het gehele profiel vanaf het hoogste punt tot in de geul. Het litoraal omvat zowel de platen als de slikken. De schorren, het supralitoraal, de pionierzones en een verzamelgroep 'overig' werden niet mee opgenomen in deze berekening.



Voor de Westerschelde zijn er nog geen evaluatiecriteria opgesteld. Bij de Zeeschelde lijkt een versteiling negatief te werken op het systeem. Op basis van historische ontwikkelingen in de helling van het intertidaal langs de Zeeschelde zijn volgende (boven-)grenswaarden te hanteren bij de evaluatie van het systeem:

- OMES 9: een helling van het litoraal van 2,5%
- OMES 10-15: 5%
- De overige segmenten: 7,5%

Voor de helling van het volledige profiel (hoogste punt tot in de geul) gelden volgende grenswaarden:

- Westerschelde: 2,8%
- Beneden-Zeeschelde: 2,8%
- Boven-Zeeschelde en zijrivieren: 5%

De helling werd berekend in GIS met behulp van de aangeleverde bathymetrische bodemgrids. Hierbij dient vermeld te worden dat er voor de Boven-Zeeschelde enkel een ecotopenkaart aangeleverd was voor 2013, terwijl er voor dit jaar geen bathymetrie beschikbaar is. Als indicatie voor de ontwikkeling van de helling van het tidaal, werd de bathymetrie van 2014 gecombineerd met de ecotopenkaart van 2013.

### Analyse

De resultaten van de helling litoraal en van het volledige profiel zijn terug te vinden in de tabellen onder respectievelijk Bijlage E.1 en Bijlage E.2. Daarnaast is ook de helling van het sublitoraal gepresenteerd in Bijlage E.3. In Bijlage E.4, Bijlage E.5 en Bijlage E.6 kan men de evolutie van de helling terugvinden in verschilkaarten gemaakt door 2 hellingskaarten van elkaar af te trekken. De analyse is samengevat in Tabel 7-6.

| OMES / MC  | Litoraal |                      |                                 | Gehele profiel |        |                   |
|------------|----------|----------------------|---------------------------------|----------------|--------|-------------------|
|            | Grens    | Recent <sup>40</sup> | Trend t.o.v. 2009 <sup>41</sup> | Grens          | Recent | Trend t.o.v. 2009 |
| MC1        | -        | 1,02%                | =                               | 2,8%           | 1,45%  | ↗                 |
| MC2        | -        | 1,47%                | ↗                               | 2,8%           | 1,76%  | ↗                 |
| MC3        | -        | 1,22%                | ↗                               | 2,8%           | 1,36%  | ↗                 |
| MC4        | -        | 1,41%                | ↗                               | 2,8%           | 1,41%  | =                 |
| MC5        | -        | 0,99%                | ↗                               | 2,8%           | 1,25%  | =                 |
| MC6        | -        | 1,18%                | ↘                               | 2,8%           | 1,45%  | ↘                 |
| MC7        | -        | 1,53%                | =                               | 2,8%           | 0,69%  | =                 |
| Saeftinghe | -        | 1,21%                | ↗                               | 2,8%           | 1,57%  | =                 |
| 9          | 2,5%     | 3,09%                | ↘                               | 2,8%           | 3,99%  | ↗                 |
| 10         | 5%       | 3,24%                | ↘                               | 2,8%           | 3,49%  | ↗                 |
| 11         | 5%       | 6,04%                | ↘                               | 2,8%           | 4,58%  | ↗                 |

<sup>40</sup> Voor de Westerschelde 2015; Beneden-Zeeschelde 2014; Boven-Zeeschelde en zijrivieren 2013

<sup>41</sup> Voor de Westerschelde 2008; Beneden-Zeeschelde 2010; Boven-Zeeschelde en zijrivieren 2010

|        |      |        |   |      |        |   |
|--------|------|--------|---|------|--------|---|
| 12     | 5%   | 7,41%  | ↘ | 2,8% | 5,06%  | = |
| 13     | 5%   | 5,80%  | ↘ | 2,8% | 5,56%  | ↘ |
| 14     | 5%   | 6,17%  | ↗ | 5%   | 5,22%  | ↘ |
| 15     | 5%   | 7,29%  | ↗ | 5%   | 6,52%  | ↗ |
| 16     | 7,5% | 11,14% | ↗ | 5%   | 10,36% | ↗ |
| 17     | 7,5% | 11,86% | ↗ | 5%   | 8,77%  | ↗ |
| 18     | 7,5% | 12,38% | ↗ | 5%   | 10,37% | ↗ |
| 19     | 7,5% | 9,63%  | ↗ | 5%   | 10,48% | ↗ |
| 19trGM | 7,5% | 5,14%  | - | 5%   | 6,13%  | - |
| Durme  | 7,5% | -      | - | 5%   | 9,71%  | ↗ |
| Rupel  | 7,5% | 4,41%  | ↗ | 5%   | 7,29%  | ↗ |

Tabel 7-6: Analyse rekenparameter helling litoraal en gehele profiel.

### Interpretatie

Het criterium voor de gemiddelde helling van het volledige profiel op de Westerschelde wordt in geen enkele macrocel overschreden. Mogelijk ligt deze grens te hoog.

In de Zeeschelde wordt de waarde van de helling van het litoraal als volgt geïnterpreteerd:

- Negatieve evaluatie in de zones: OMES 9, OMES 11, OMES 12, OMES 13, OMES 14, OMES 15, OMES 16, OMES 17, OMES 18, OMES 19, OMES 19 trGM
- Positieve evaluatie in de zones: OMES 10, Durme (meting 2001), Rupel (maar een deel opgemeten)

In de Zeeschelde wordt de waarde van de helling van het volledige profiel als volgt geïnterpreteerd:

- Negatieve evaluatie in de zones: OMES 9, OMES 10, OMES 11, OMES 12, OMES 13, OMES 14, OMES 15, OMES 16, OMES 17, OMES 18, OMES 19, OMES 19 trGM, Durme (meting 2014), Rupel (maar een deel opgemeten)
- Positieve evaluatie in de zones: geen.

Het lijkt er op dat de helling van het gehele profiel geen bruikbare parameter is. Dit geldt zeker voor de Westerschelde, waar vrijwel de gehele breedte ingenomen wordt door slik.

Veranderingen in deze parameter zullen voornamelijk veroorzaakt worden door het teruglopen van de geulwand, die op veel plaatsen vast ligt.

### 7.3.3 Rekenparameter Hoogtegradiënt laagdynamisch litoraal gebied

#### Definitie

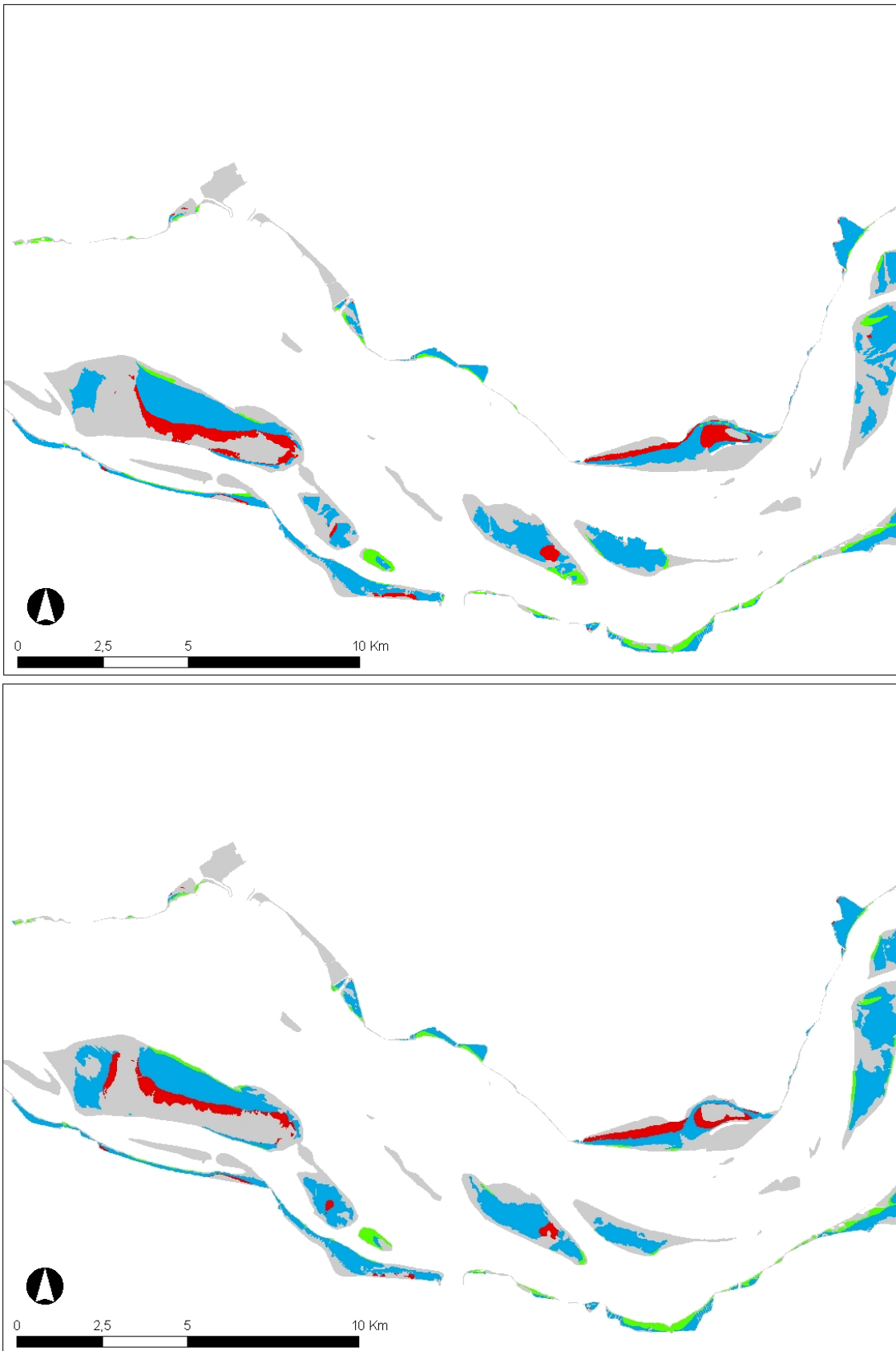
De aanwezigheid van de volledige hoogtegradiënt (hoog, midden en laag) in het laagdynamisch litoraal is van belang voor het goed functioneren van de fauna op de platen en slikken. Dit omdat verscheidene soorten gedurende de verschillende stadia in hun levenscyclus de voorkeur geven aan andere hoogtezones. Wanneer er sprake is van een volledig aaneengesloten hoogtegradiënt binnen een laagdynamisch gebied, kunnen de verschillende soorten optimaal

migreren. In de Zeeschelde wordt er voorlopig nog geen onderscheid gemaakt naar dynamiek en wordt deze parameter niet berekend.

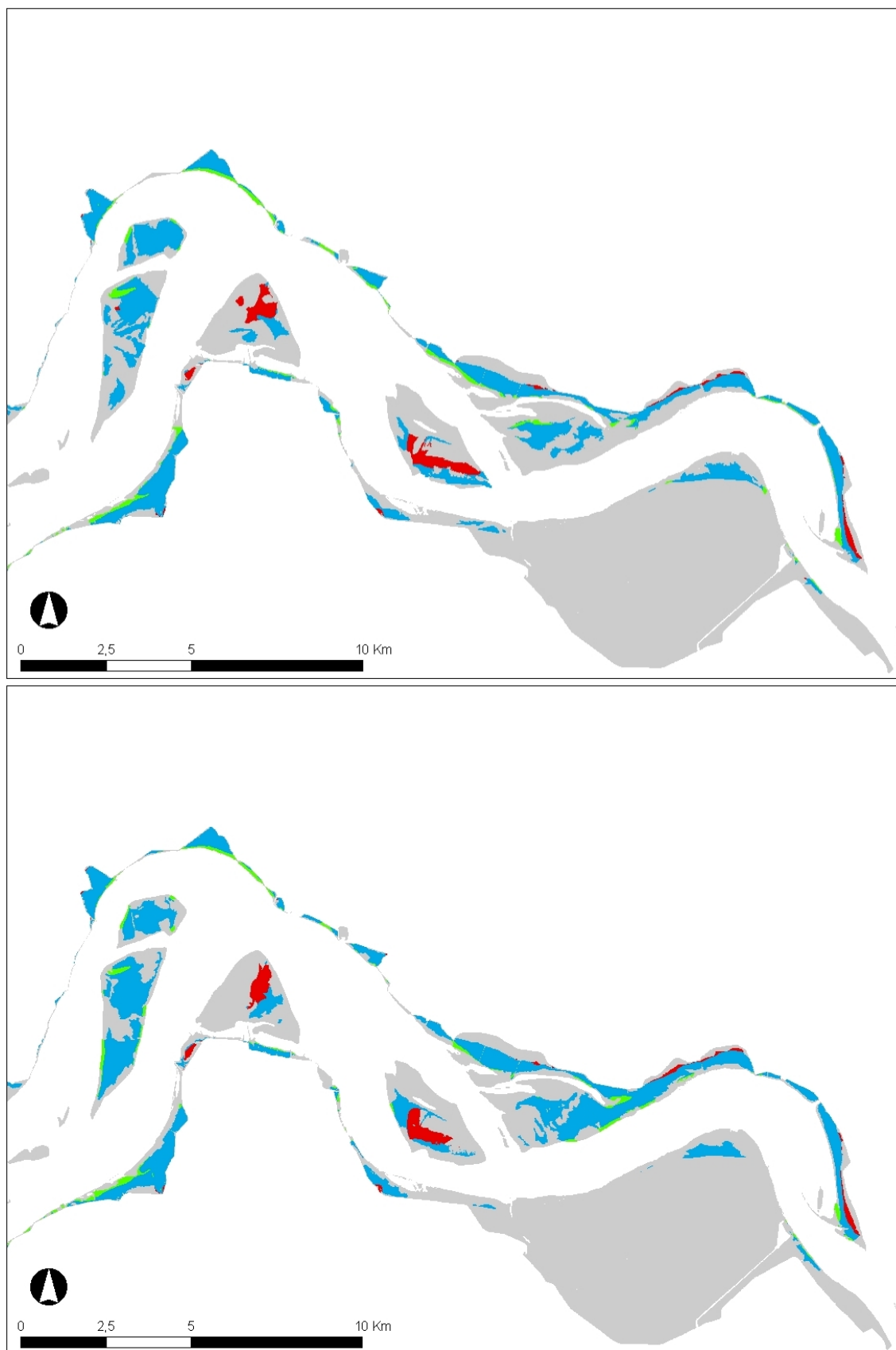
Deze rekenparameter wordt geëvalueerd op basis van het wel of niet aanwezig zijn van een volledig aaneengesloten gradiënt. Een toename van het aantal platen en slikken met een aaneengesloten gradiënt is gunstig.

### **Analyse**

De evolutie van de hoogtegradiënt van het laagdynamisch litoraal in het westelijk en oostelijk deel van de Westerschelde wordt gepresenteerd in respectievelijk Figuur 7-15 en Figuur 7-16. In MC1 en MC2 zijn er in 2015 even veel platen en slikken waarop de volledige hoogtegradiënt van het litoraal aanwezig is als in 2010. Op de Hooge Platen slinkt het hooggelegen laagdynamisch gebied door ophoging, terwijl het laaggelegen laagdynamisch gebied aan de noordflank zich uitbreidt. Aan de Slikken van Everingen in MC3 ontstaat er laaggelegen laagdynamisch gebied. Op de Middelplaat (west) krimpt het laaggelegen laagdynamisch gebied aan de oostelijke punt door ophoging. In MC4 verdwijnt het klein deeltje hoog gelegen laagdynamisch litoraal, dat nog aanwezig was op de Rug van Baarland. Hier groeit het laag en middelhoog laagdynamisch gebied wel aan. Op de Plaat van Ossenis In MC5 is er nog steeds geen laag gelegen laagdynamisch litoraal. Hier krimpt het laagdynamisch gebied aan de oostzijde. Nabij Kruiningen ontstaat er een zeer kleine hoeveelheid hooggelegen laagdynamisch, waardoor hier nu de volledige gradiënt aanwezig is. De vraag blijft hoe bruikbaar dit beperkte oppervlak is voor het leefmilieu. Verder komt er laag gelegen gebied bij aan de westzijde van de Plaat van Walsoorden. Hier is nu ook de volledige gradiënt aanwezig. Tegen de Schor van Waarde is er in 2015 geen hoog gelegen zone meer aanwezig. De ecotopenkaart laat uitschijnen dat de laaggelegen laagdynamische zone in de Slikken van Bath aangroeit, maar uit veldwaarnemingen is gebleken dat dit fout gekarteerd is (mondeling Dick de Jong).



*Figuur 7-15: Hoogtegradiënt laagdynamisch gebied in het westelijk deel van de Westerschelde voor 2010 (Boven) en 2015 (Onder), met aanduiding van hoog (Rood), middelhoog (Oranje) en Laag laagdynamisch gebied (Geel) en het overige littoraal gebied (Grijs).*



*Figuur 7-16: Hoogtegradiënt laagdynamisch litoraal in het oostelijk deel van de Westerschelde voor 2010 (Boven) en 2015 (Onder), met aanduiding van hoog (Rood), middelhoog (Blauw) en Laag laagdynamisch gebied (Groen) en het overige litoraal gebied (Grijs).*

## Interpretatie

Onderstaande evolutie is merkbaar met betrekking tot gebieden waar de volledige gradiënt laagdynamisch litoraal aanwezig is.

Negatieve evolutie:

- Rug van Baarland: hooggelegen laagdynamisch litoraal komt niet meer voor.
- Plaat van Ossensisse: Laagdynamisch gebied aan de oostzijde reduceert.
- Tegen het noorden van de Schor van Waarde: het verdwijnen hooggelegen laagdynamisch gebied.

Positieve evolutie:

- Slikken van Everingen: ontstaan van laaggelegen laagdynamisch litoraal. Hier wordt nu de volledige hoogtegradiënt ontsloten.
- Plaat van Walsoorden: laaggelegen laagdynamisch gebied. Hier wordt nu de volledige hoogtegradiënt ontsloten.

Neutraal:

- Op de Hooge Platen slinkt het hooggelegen laagdynamisch litoraal door ophoging terwijl het laaggelegen laagdynamisch gebied aan de noordflank zich uitbreidt.

### 7.3.4 Rekenparameter Zonering schorhabitat

#### Definitie

Een schor is opgebouwd uit vier opeenvolgende schorzones, gaande van laag naar hoog: de pionierszone, laag-, middelhoge en hoge schor. Binnen ieder compartiment dient elke schorzone voldoende vertegenwoordigd te zijn. Er is sprake van een evenwichtige situatie indien iedere zone (pioniersschor, laag, middelhoog en hoog schor) minimaal 5% en maximaal 40% van het totale schoroppervlak bedraagt. De referentiewaarde is echter alleen gevalideerd voor de poly- en mesohaliene zones. Deze rekenparameter dient daarom niet berekend te worden voor de Zeeschelde. Verder is gebleken dat deze hoogte-indeling ook niet goed werkt voor de mesohaliene zone.

In de ecotopenkaarten wordt er geen onderscheid gemaakt tussen de lage, middelhoge en hoge schorhabitats. Men dient hiervoor de vegetatiekaart te raadplegen. Aangezien er nog geen vegetatiekaart werd uitgebracht na 2009, kan deze rekenparameter niet verder geanalyseerd worden. Een nieuwe vegetatiekaart zal pas beschikbaar zijn na oplevering van dit rapport. Er wordt voorgesteld om het opmaken van de vegetatiekaart te synchroniseren met de volgende evaluatie. Een vergelijking in de arealen schor en pioniersschor wordt gepresenteerd in §7.3.5.

### 7.3.5 Rekenparameter Breedte schorhabitat

#### Definitie

Een schorhabitat kan pas goed functioneren indien deze een minimale breedte overschrijdt zodanig dat de verschillende onderdelen van de habitat naast elkaar aanwezig kunnen zijn. Voor het volledige Schelde-estuarium wordt een minimale breedte van 75-100 m aangenomen. Deze waarde is ontleend aan analyse op de Zeeschelde en toegepast op de Westerschelde. Binnen deze studie wordt, analoog aan T2009, een grens van 75m gebruikt. Voor het bepalen van het schoroppervlak wordt dezelfde methode toegepast als deze gedefinieerd in T2009.

## Analyse

De resultaten zijn terug te vinden in de tabellen onder Bijlage E.7. De evolutie op de Westerschelde van het areaal schor dat breder is dan 75m wordt gepresenteerd in Figuur 7-17. Volgende punten zijn op te merken:

- Sterk polyhaliene zone: in 2010 was er een minimum in het areaal schor dat breder is dan 75m. Hierna steeg het areaal tot in 2012. Tussen 2012 en 2015 was er nauwelijks verandering. In vergelijking met 2008 was er in 2015 2 ha minder schor die breder was dan 75m. De verhouding van het areaal schor dat breder is dan 75m ten opzichte van het totale areaal schor is gedaald tussen 2008 en 2015.
- Zwak polyhaliene zone: het areaal groeit al vanaf 2004. De stijging was wel iets kleiner tussen 2012 en 2014 dan in voorgaande jaren. In 2015 was het areaal 2 ha groter dan in 2008. De verhouding van het areaal schor dat breder is dan 75m ten opzichte van het totale areaal schor is gelijk gebleven tussen 2008 en 2015.
- Mesohaliene zone: het areaal steeg vanaf het minimum in 2004 tot in 2011. Daarna kromp het areaal opnieuw. Ten opzichte van 2008 is er in 2015 16 ha bijgekomen. De verhouding van het areaal schor dat breder is dan 75m ten opzichte van het totale areaal schor is gelijk gebleven tussen 2008 en 2015.
- Zone met sterke saliniteitsgradiënt: het areaal is gestegen, net als in de voorgaande periode 2001-2008. De verhouding van het areaal schor dat breder is dan 75m ten opzichte van het totale areaal schor is licht gestegen tussen 2010 en 2015.
- Oligohaliene zone: tussen 2010 en 2013 steeg het areaal met 1 ha. De verhouding ten opzichte van het totale areaal schor bleef constant.
- Rupel: Op de Rupel is het areaal schor breder dan 75m kleiner dan 1ha. Deze breidt weliswaar licht uit ten opzichte van 2010. De verhouding ten opzichte van het totale areaal schor bedraagt 1%.
- Zoet lange verblijftijd: het areaal in 2013 is 1 ha groter dan in 2010. De verhouding ten opzichte van het totale areaal schor bleef constant.
- Durme: het areaal is met 1 ha toegenomen tussen 2010 en 2013. De verhouding ten opzichte van het totale areaal schor bleef constant.
- Zoet korte verblijftijd: het areaal is met 35 ha toegenomen tussen 2010 en 2013. De verhouding van het areaal schor dat breder is dan 75m ten opzichte van het totale areaal schor is sterk gestegen.

## Interpretatie

Enkel in de Sterk polyhaliene zone kromp het areaal schor dat breder is dan 75m en was er dus een negatieve evolutie. In de overige opgemeten saliniteitszones groeide het areaal:

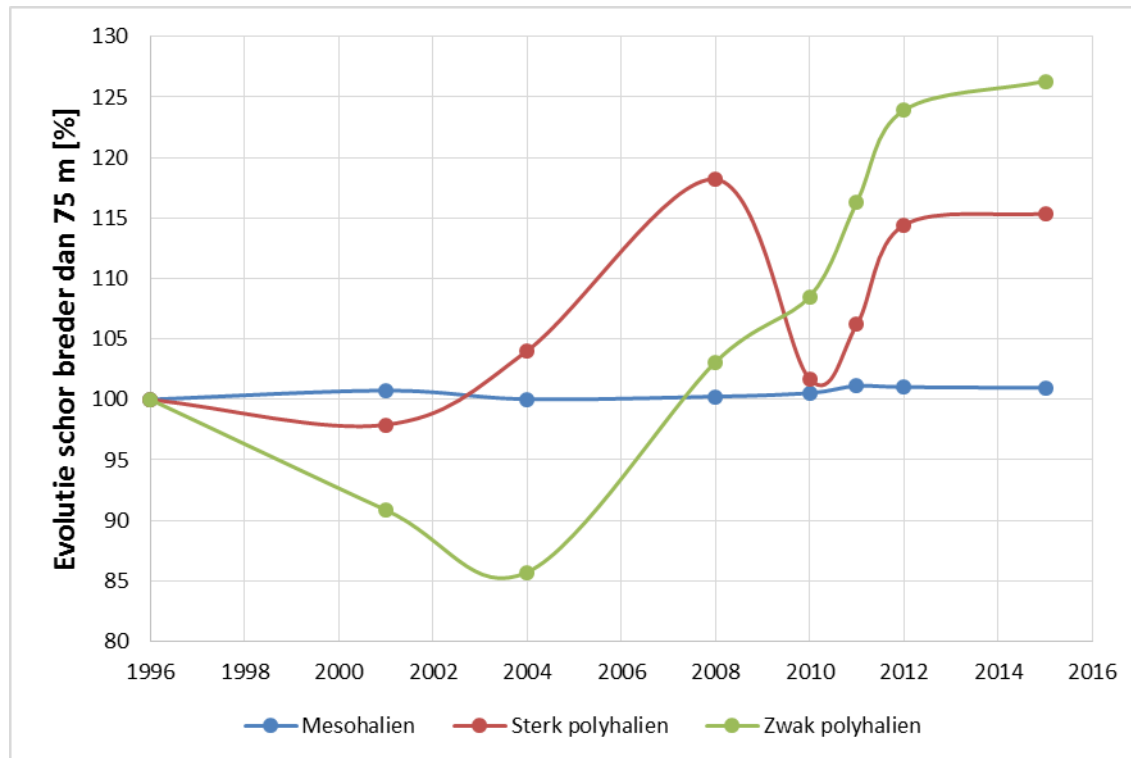
Negatieve evolutie:

- Sterk polyhaliene zone

Positieve evolutie:

- Zwak polyhaliene zone
- Mesohaliene zone
- Zone met sterke saliniteitsgradiënt
- Oligohaliene zone
- Rupel
- Zoet lange verblijftijd
- Durme
- Zoet korte verblijftijd

Hierbij dient weliswaar vermeld te worden dat in de Oligohaliene zone en Zoet lange verblijftijd het relatieve aandeel van het areaal brede schor daalde. In deze saliniteitszones is er voornamelijk een uitbreiding van smalle schorzones. Men merkt in het veld inderdaad op dat er sedimentatie optreedt op de gestorte breuksteenzones, waarna de schorvegetatie zich hier op vestigt. Vanuit het aspect biodiversiteit is een brede sterk ontwikkelde schor interessanter dan een smalle, lintvormige schor.



Figuur 7-17: Evolutie van het areaal schor breder dan 75m op de Westerschelde.

### 7.3.6 Rekenparameter Oeverbreedte

#### Definitie

Voor een gezonde schordynamiek, is een voldoende brede oever tot aan de laagwaterlijn noodzakelijk. Deze schordynamiek bestaat uit de vestiging van de pioniervegetatie op het hooggelegen slik, ontwikkeling tot schor en finaal de geleidelijke afkalving van het schor door kliferosie. Bij deze rekenparameter omvat de term oever zowel de slikken als de schorren.

Gecontroleerd OverstromingsGebied (GOG) werd niet mee in rekening gebracht aangezien deze meestal niet mee zijn opgenomen in de ecotopenkaart. Toch werden er op de Boven-Zeeschelde een aantal extra GOG's gekarteerd in 2010, terwijl men deze niet meer op de ecotopenkaart van 2013 kan terugvinden. Bergenmeersen (combinatie GGG-GOG) staat in 2010 nog aangeduid als GOG. In 2013 is de gereduceerde getijdenwerking in werking getreden. Vanaf dan staat Bergenmeersen ingekleurd als supralitoraal (voornamelijk schor) en wordt het in rekening gebracht als areaal oever. Tabel 7-7 geeft een overzicht van welke gebieden mee opgenomen zijn in de berekening.



| Naam                            | Saliniteitszone         | Opp [ha] | Ecotopenkaart 2010 | Ecotopenkaart 2013 |
|---------------------------------|-------------------------|----------|--------------------|--------------------|
| Potpolder van Tielrode          | Oligohalien             | 96,47    | GOG                |                    |
| Grote Wal, Kleine Wal en Zwijn  | Zoet lange verblijftijd | 26,64    | GOG                |                    |
| Zone GOG van Noord Vlassenbroek | Zoet lange verblijftijd | 13,95    | GOG                |                    |
| Scheldebreek                    | Zoet korte verblijftijd | 31,36    | GOG                |                    |
| Paardeweide                     | Zoet korte verblijftijd | 69,78    | GOG                |                    |
| Bergenmeersen                   | Zoet korte verblijftijd | 41,74    | GOG                | GGG                |

Tabel 7-7: Verdeelsleutel GOG en GGG in de ecotopenkaarten van de Boven-Zeeschelde: GOG werd niet in rekening gebracht, GGG wel.

Bij de evaluatie van deze rekenparameter dienen volgende referentiewaarden in acht genomen te worden:

- Westerschelde: minimale breedte van 1000 m;
- Beneden-Zeeschelde: minimale breedte van 300 m;
- Boven-Zeeschelde en zijrivieren: minimale breedte van 230 m.

### Analyse

De resultaten zijn terug te vinden in de tabellen onder Bijlage E.8. Volgende punten zijn op te merken:

- Sterk polyhaliene zone: het areaal oever dat zich op meer dan 1000m van de dijk bevindt, steeg tot in 2012. Tussen 2012 en 2015 kromp het areaal aanzienlijk. Tussen 2008 en 2015 is het areaal 40 ha gekrompen.
- Zwak polyhaliene zone: sinds 1996 is geen enkele oever breder geweest dan 1000m.
- Mesohaliene zone: tussen 2008 en 2015 is het areaal 25 ha gegroeid. Ook voor 2008 was er al een stijging.
- Zone met sterke saliniteitsgradiënt: het areaal is met 4 ha gestegen tussen 2010 en 2015. De waarde ligt wel nog steeds onder deze van in 2001.
- Oligohaliene zone: Tussen 2001 en 2010 kromp de oever in zijn geheel met 5ha. Het areaal oever breder dan 230 (OMES 14) of 300 (OMES 13) bleef navenant constant. Tussen 2010 en 2013 steeg het totale areaal oever opnieuw met 23 ha. De oppervlakte die zich op meer dan 230m of 300m van de dijk bevindt bleef dan weer constant. Louter het smalle gedeelte van de oever groeide aan.
- Rupel: het areaal van de volledige oever steeg met 2 ha tussen 2001 en 2010. Tussen 2010 en 2013 bleef de oppervlakte navenant constant. Nabij de Rupel is er geen brede oever.
- Zoet lange verblijftijd: Het areaal van de volledige oever steeg met 2 ha tussen 2001 en 2010. Tussen 2010 en 2013 bleef de oppervlakte navenant constant. Het areaal oever dat zich op meer dan 230m van de dijk bevindt, bleef constant.
- Durme: Het areaal van de volledige oever nam met 17 ha af tussen 2001 en 2010. Tussen 2010 en 2013 daalde het nog eens met 10 ha. Nabij de Durme is er geen brede oever.
- Zoet korte verblijftijd: het areaal van de volledige oever steeg tussen 2001 en 2010 met 46 ha en daarna, tussen 2010 en 2013, met 21 ha. Het areaal oever dat zich op meer dan 230 m van de dijk bevindt, groeide met 4 ha tussen 2010 en 2013.

## Interpretatie

Op de Westerschelde wordt er enkel op Saeftinghe een voldoende brede oever teruggevonden. Merk wel op dat de gevraagde ondergrens vele malen groter is dan deze op de Zeeschelde. Mogelijk dient deze ondergrens herzien te worden. Het areaal brede oever in de Sterk polyhaliene zone is een artefact van de GIS-bewerking. Deze oever nabij de Plaat van Baarland is in werkelijkheid doorsneden door geulen. Hierdoor is er onvoldoende ruimte voor een gezonde schordynamiek.

Op de Zeeschelde is de brede oever hoofdzakelijk beperkt tot één saliniteitszone: de zone met sterke saliniteitsgradiënt. Hier is de oever breed genoeg nabij Buitenschoor en de Schaar van Ouden Doel. In de overige saliniteitszones is het areaal brede oever beperkt tot onbestaande. In beide deelsystemen is het areaal vrij stabiel doorheen de tijd.

Aangezien het areaal oever in de meeste saliniteitszones onvoldoende breed is, wordt deze rekenparameter negatief beoordeeld.

## 7.4 Toetsparameter Turn-over

### 7.4.1 Rekenparameters Gemiddelde turn-over

#### Definitie

Habitat Turn-over is de omzetting van het ene habitat naar het andere habitat op een specifieke locatie. Een beeld van de gemiddelde turn-over per compartiment over 2-3 jaar wordt verkregen door het oppervlak waar veranderingen zijn opgetreden te delen door de totale oppervlakte van het compartiment

Een verhoging van de gemiddelde turn-over binnen een compartiment is ongewenst, omdat een hoge mate van turn-over in een korte tijdsperiode nadelig is voor vestiging en ontwikkeling van bodemdiergemeenschappen en vegetatieontwikkeling (Maris et al. 2014).

#### Data

Gegevens van de Westerschelde waren beschikbaar in de vorm van ecotopenkaarten uit 1996, 2001, 2004, 2008, 2010, 2011, 2012 en 2015. Voor de Zeeschelde waren complete ecotopenkaarten beschikbaar uit 2001, 2010 en 2013. Voor de compartimenten 9-13 is ook de turn-over berekend voor de periode 2010-2012, 2012-2013 en 2013-2014, omdat er van deze compartimenten ook ecotopenkaarten uit 2012 en 2014 beschikbaar waren.

De bewerking bestond uit het maken van een union (bewerkingsterm) van twee opeenvolgende karteringen, gevolgd door een oppervlakteberekening. Hierbij is elke parameter van de eerste ecotopenkaart van het paar vergeleken met de parameter op de opvolgende ecotopenkaart. Hierbij zijn alleen die delen gebruikt die in alle jaren gekarteerd zijn. Voor het bepalen van de veranderingen is uitgegaan van de hoofdgroepen in de ecotopenkaarten, die ook gebruikt zijn voor de oppervlakteberekeningen.

Bij de bewerking zijn dezelfde parameters gehanteerd als bij de berekening van de oppervlakten van de verschillende ecotopen. Voor de Zeeschelde is dit bijvoorbeeld een aggregatie van veel typen slik tot één waarde 'slik'. Een verandering van bijvoorbeeld schor naar slik werd voor de Zeeschelde wel gezien als een verandering, maar de verandering van 'laag slik zacht substraat' naar 'laag slik hard substraat' niet; beide typen vielen onder het ecotoop 'slik'.

Turnover = (oppervlakte ongelijk / oppervlakte totaal (gekarteerd in jaar 1)) \* 100%

## Analyse

Tabel 7-8 geeft een overzicht van de turn-over wanneer de verschillende ecotopenkaarten van de Westerschelde met elkaar vergeleken worden. Vergelijking van de verschillende kolommen met elkaar is moeilijk vanwege de verschillen in het aantal jaren tussen de ecotopenkaarten. Bij voorkeur dient het aantal jaren tussen twee opeenvolgende ecotopenkaarten vergelijkbaar te zijn. Het is mogelijk de periode 2001-2004 te vergelijken met 2012-2015 en 2010-2011 met 2011-2012. Het is niet zinvol de gemiddelde turn-over per jaar over meerdere jaren te berekenen, omdat er in een volgend jaar ook een omgekeerde turn-over kan plaatsvinden, waardoor er na twee jaar netto geen turn-over kan zijn. In de periode 2010-2011 is in compartiment 2 de turn-over even hoog als in de periode 1996-2001. Wanneer deze laatste waarde gemiddeld wordt per jaar, ontstaat een turn-over van 2,69%.

Bij de vergelijking van 2001-2004 met 2012-2015 valt op dat in de laatste periode in de compartimenten 1, 2, 4 en 5 er een hoger percentage turn-over is en in de compartimenten 3, 6, 7a en 8 juist in de eerste periode.

Wanneer 2010-2011 met 2011-2012 vergeleken wordt, valt op dat in de eerste periode in alle compartimenten de turn-over iets hoger is dan in de tweede periode.

| Compartiment       | 1996-2001 | 2001-2004 | 2004-2008 | 2008-2010 | 2010-2011 | 2011-2012 | 2012-2015 |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 1 Sterk Polyhalien | 5,34      | 4,88      | 6,31      | 5,58      | 5,03      | 4,35      | 7,01      |
| 2                  | 13,43     | 11,27     | 16,05     | 11,36     | 13,59     | 10,34     | 13,52     |
| 3                  | 10,55     | 7,41      | 7,87      | 5,69      | 4,69      | 3,61      | 6,63      |
| 4 Zwak polyhalien  | 11,67     | 7,77      | 9,54      | 7,49      | 5,81      | 5,35      | 7,80      |
| 5 Mesohalien       | 15,38     | 10,23     | 12,66     | 9,54      | 7,19      | 6,92      | 12,26     |
| 6                  | 8,32      | 12,12     | 9,42      | 7,88      | 4,85      | 4,83      | 8,60      |
| 7a                 | 5,96      | 4,32      | 5,84      | 4,78      | 3,87      | 2,47      | 3,52      |
| 8                  | 6,71      | 8,17      | 8,50      | 6,81      | 4,59      | 4,41      | 5,67      |
| Aantal jaren       | 5         | 3         | 4         | 2         | 1         | 1         | 3         |

Tabel 7-8: Vergelijking van de turn-over per compartiment op basis van de verschillende ecotopenkaarten van de Westerschelde.

Op basis van de beschikbare ecotopenkaarten is het wel mogelijk om min of meer vergelijkbare periode te selecteren voor de Westerschelde: 1996-2001, 2001-2008 en 2008-2015. De berekende turn-over staat weergegeven in Tabel 7-9. Bij vergelijking van de drie onderscheiden perioden treedt er in sommige compartimenten nauwelijks verandering in de turn-over op en in andere compartimenten treedt er wel een verandering op. Zo bedraagt in compartiment 2 de turn-over in de eerste periode bijna 13% en in de derde periode bijna 23%. Indien een verschil van 2% als drempelwaarde wordt gehanteerd dan vindt er een duidelijke toename van de turn-over plaats in de compartimenten 1 en 2 van zone 1 Sterk polyhalien, terwijl in compartiment 3 van deze zone de turn-over stabiel is. In de zone Zwak polyhalien (compartiment 4) is de turn-over min of meer stabiel. In de zone Mesohalien is de turn-over overwegend stabiel. Alleen in de derde periode neemt de turn-over in compartiment 5 toe en in de tweede periode neemt de turn-over toe ten opzichte van de eerste periode.

Indien per periode de gemiddelde turn-over voor alle compartimenten wordt berekend dan stijgt deze van 9,1% in de eerste periode naar 10,9% in de tweede periode en uiteindelijk naar 12,4% in periode 3. Dit wordt vooral veroorzaakt door de toegenomen turn-over in de compartimenten 1 en 2 van de zone Sterk polyhalien.

| Zone               | compartiment | Turnover<br>1996-<br>2001 | Turnover<br>2001-<br>2008 | Turnover<br>2008-<br>2015 |
|--------------------|--------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| 1 Sterk Polyhalien | 1            | 5,01                      | 7,36                      | 10,91                     |
|                    | 2            | 12,76                     | 18,14                     | 22,71                     |
|                    | 3            | 10,30                     | 10,26                     | 10,13                     |
| 2 Zwak polyhalien  | 4            | 11,45                     | 12,16                     | 12,82                     |
| 3 Mesohalien       | 5            | 14,51                     | 14,46                     | 17,55                     |
|                    | 6            | 7,80                      | 9,42                      | 9,04                      |
|                    | 7a           | 4,82                      | 6,29                      | 5,98                      |
|                    | 8            | 6,20                      | 9,35                      | 9,88                      |
| Aantal jaren       |              | 5                         | 7                         | 7                         |

Tabel 7-9: Vergelijking van de turn-over per compartiment per periode van 5-7 jaar op basis van de verschillende ecotopenkaarten van de Westerschelde

| Schelde zone | compartiment | Turnover<br>(%) 2001-<br>2010 | Turnover<br>(%) 2010-<br>2012 | Turnover<br>(%) 2010-<br>2013 | Turnover<br>(%) 2012-<br>2013 | Turnover<br>(%) 2013-<br>2014 |
|--------------|--------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| 4            | 9            | 6,60                          | 3,16                          | 3,50                          | 2,12                          | 1,56                          |
|              | 10           | 6,68                          | 2,46                          | 3,06                          | 1,65                          | 1,37                          |
|              | 11           | 8,11                          | 3,30                          | 3,57                          | 3,30                          | 2,28                          |
|              | 12           | 4,50                          | 2,96                          | 3,03                          | 1,74                          | 1,16                          |
| 5            | 13           | 6,59                          | 2,65                          | 2,65                          | 2,19                          | 1,68                          |
|              | 14           | 8,58                          | 1,51                          | 5,14                          | 0,97                          | 0,53                          |
| 6            | 15           | 8,91                          | *                             | 4,88                          | *                             | *                             |
|              | 16           | 7,39                          | *                             | 6,38                          | *                             | *                             |
| 7            | 17           | 7,84                          | *                             | 7,98                          | *                             | *                             |
|              | 18           | 12,86                         | *                             | 9,03                          | *                             | *                             |
|              | 19           | 13,36                         | *                             | 10,02                         | *                             | *                             |
|              | 19 trGM      | 31,56                         | *                             | 17,35                         | *                             | *                             |
| 8            | Rupel        | 14,89                         | *                             | 18,05                         | *                             | *                             |
| 9            | Durme        | 7,58                          | *                             | 5,73                          | *                             | *                             |
|              | Ringvaart    | 26,70                         | *                             | *                             | *                             | *                             |
| n jaren      |              | 9                             | 2                             | 3                             | 1                             | 1                             |

Tabel 7-10: Vergelijking van de turn-over per compartiment op basis van de verschillende ecotopenkaarten van de Zeeschelde. \* = gegevens ontbreken.

In de Zeeschelde is in de periode 2001-2010 zichtbaar dat de turn-over in bovenstroomse richting toeneemt (Tabel 7-10). Hierbij dient wel opgemerkt te worden dat op de ecopenkaart van 2001 nog geen pionierzone aanwezig was. Voor de compartimenten 9-13 kan ook een vergelijking van de ecotopenkaarten 2010 en 2013 plaatsvinden. Opnieuw neemt stroomopwaarts de turn-over toe. De turn-over in 2010-2013 is duidelijk lager dan de turnover 2001-2010, zodat er geen aanwijzingen zijn dat de turn-over toeneemt. Van links naar rechts gaand in de tabel zijn er geen aanwijzingen dat de turn-over toeneemt.

### **Interpretatie**

Vergelijking van de turn-over in de Westerschelde in de perioden 1996-2001, 2001-2008 en 2008-2015 laat zien dat deze in de compartimenten 1 en 2 van de zone Sterk polyhalien duidelijk is toegenomen. Voor de twee overige zones in de Westerschelde is er geen duidelijk patroon.

In de Zeeschelde komt naar voren dat in de periode 2001-2010 met het stroomopwaarts gaan de turn-over toeneemt. Ook uit de vergelijking van 2010 met 2013 komt ditzelfde patroon naar voren. De turn-over in deze laatste periode ligt duidelijk lager dan de turn-over in de periode 2001-2010, zodat er geen duidelijke aanwijzingen zijn dat de turn-over in de periode 2010-2015 is toegenomen ten opzichte van de voorgaande periode.

## **7.4.2 Rekenparameter Turn-over plaat, slik schorgebied**

### **Definitie**

Aangezien een hoge mate van habitat turn-over over een korte tijdsperiode nadelig is voor de vestiging en ontwikkeling van bodemdiergemeenschappen en vegetatieontwikkeling, wordt in de EMS gesteld dat een verhoging van de gemiddelde turn-over voor plaat-slik en geulecotopen ongewenst is.

Bij schorecotopen hoort wel een cyclisch proces van aangroei en afslag, omdat anders de schorren verouderen. Pionierschor is per definitie een niet stabiel ecotoop, maar het is ongewenst dat al het pionierschor zich tot schor ontwikkelt of dat al het onbegroeide intergetijdengebied verandert in pioniervegetatie.

Een verhoging van de turn-over binnen plaat- en of slikgebieden en een verhoogde turnover van schor-slik is ongewenst.

### **Data**

Gegevens van de Westerschelde waren beschikbaar in de vorm van ecotopenkaarten uit 2010, 2011, 2012 en 2015.

### **Analyse & Interpretatie**

In overleg met de Projectgroep is dit onderdeel niet uitgevoerd. Er is wel vanuit de projectgroep een voorstel gemaakt voor een andere benadering waarbij een gebiedsindeling gehanteerd wordt die bij deze ecologische parameters past en niet een gebiedsindeling op basis van de OMES-indeling, zoals in de Evaluatiemethodiek wordt voorgesteld. Uiteindelijk heeft de Projectgroep besloten om deze nieuwe methodiek niet toe te passen, omdat de normen voor het beoordelen of een ontwikkeling goed of slecht is er niet zijn. Er is een nadere studie nodig om deze normen te bepalen.

**Evaluatie rekenparameter Turn-over**

| parameter | specificatie | Westerschelde    |                 |            | Zeeschelde    |             |           |           |       |       |
|-----------|--------------|------------------|-----------------|------------|---------------|-------------|-----------|-----------|-------|-------|
|           |              | Sterk polyhalien | Zwak polyhalien | mesohalien | sal. gradiënt | oligohalien | Zoet Lang | Zoet Kort | Rupel | Durme |
| turn-over | gemiddeld    |                  |                 |            |               |             |           |           |       |       |
|           | gemiddeld    |                  |                 |            |               |             |           |           |       |       |

Tabel 7-11: Samenvatting van de rekenparameter Turn-over van de Communicatie-indicator Leefomgeving. Groen: evaluatie positief, rood = negatief.

## 7.5 Verklarende parameters

### 7.5.1 Zoutgehalte

Het zoutgehalte staat als verklarende parameter in de communicatie-indicator Waterkwaliteit. In paragraaf 6.7.1 staan de resultaten van de analyse van deze parameter.

### 7.5.2 Hydrodynamiek: stroming en golven

Golven is een rekenparameter binnen de communicatie-indicator Dynamiek Waterbeweging, zie paragraaf 3.3. Voor stroming wordt gebruik gemaakt van de stromingskaarten in de ecotopenkaarten.

### 7.5.3 Waterstand en bathymetrie

De verklarende parameter Waterstand is een rekenparameter binnen de Communicatie-indicator Dynamiek waterbeweging en binnen de Communicatie-indicator Bevaarbaarheid. In paragraaf 3.2.1 en 4.2.2 staan resp. de rekenparameters hoogwater en laagwater met bijbehorende analyses weergegeven. De bathymetrie is een verklarende parameter binnen de communicatie-indicator Dynamiek Waterbeweging. In paragraaf 3.4.6 staan de resultaten van de analyse van deze parameter.

### 7.5.4 Substraat

De evolutie in sedimentsamenstelling wordt besproken in §4.4.3.

### 7.5.5 Plaat- en Geulsysteem

Het Plaat- en Geulsysteem is een Communicatie-indicator die besproken wordt in hoofdstuk 5.

### 7.5.6 Waterkwaliteit

De waterkwaliteit is een Communicatie-indicator die besproken wordt in hoofdstuk 6.

### 7.5.7 Vegetatie-ontwikkeling

De vegetatie is een rekenparameter van de Communicatie-Indicator Flora en Fauna. In paragraaf 8.8 staan de resultaten van de analyse van deze rekenparameter weergegeven.

### 7.5.8 Benthische algen

De productie van benthische algen is een rekenparameter van de Communicatie-Indicator Waterkwaliteit. In hoofdstuk 9 staan de resultaten van de analyse van deze rekenparameter weergegeven.

### 7.5.9 Ingrepen

Een overzicht van de ingrepen die in de Zeeschelde en de Westerschelde hebben plaatsgevonden, wordt gegeven in paragraaf §3.4.6.

### 7.5.10 Evolutie Slikken Westerschelde

Deze verklarende parameter werd toegevoegd aan de analyse om meer inzicht te krijgen in de evolutie van de slikken. Onder slikken verstaan we hier het onbegroeid litoraal aan de dijkwand (dus exclusief platen); conform de definitie die wordt toegepast op de Westerschelde. Voor de ecologische functies zijn de slikken namelijk van groot belang en volledig vergelijkbaar met de platen. Het constateren in welke mate er sprake is geweest van erosie op de slikken is een aanwijzing dat er mogelijk negatieve ontwikkelingen gaande zijn op de slikken. Zo betekent erosie van de slikken mogelijk dat de range in hoogte smaller is geworden, hetgeen ongunstig is voor de functie als foerageergebied voor vogels. Bovendien kan de erosie zo ver gevorderd zijn dat het zandige sediment verwijderd wordt en de onderliggende harde veenlaag bloot komt te liggen. Hierdoor kunnen er geen bodemdieren meer leven wat op zijn beurt negatief is voor foeragerende vogels. Daarnaast kan er sprake zijn van erosie van louter slib en zand terwijl de schelpen blijven liggen. Zo ontstaat een schelpenvloer die bodemdieren wegdrukt en dus ook een negatief effect heeft op de foerageerfunctie van vogels. Deze erosie komt voor wanneer het water met een grotere stroomsnelheid over het slik gaat en zo meer sediment meeneemt dan er achterlaat. Gebieden waar erosie heeft plaatsgevonden zouden hierop (in een ander onderzoek) kunnen worden beoordeeld.

Voor de analyse van de slikken wordt gebruik gemaakt van (1) de verschilkaart van de droogvalduurkaarten (zie ook §5.3.4) en (2) de ecotopenkaarten. Merk op dat er geen constante tijdsduur zit tussen 2 ecotopenkaarten. Zo omvat de periode 2012-2015 maar 3 jaar. Per saliniteitszone worden zowel de statistieken (Tabel 7-12) als de relatieve arealen onderzocht (Tabel 7-13). Hiervoor wordt de grens van 4% droogvalduur (DVD) aangehouden:

1. Sedimentatie:  $DVD > +4\%$
2. Stabiel:  $-4\% < DVD < +4\%$
3. Erosie:  $DVD < -4\%$

Aangezien de focus ligt op erosie van de veenbanken wordt volgende methode toegepast:

1. Voor iedere periode werd de omvang van de slikken bepaald bij de start van de periode: vb. voor 2012-2015 werden de slikken gedefinieerd in 2012. Merk op: Hierdoor ontstaat er een kleine bias aangezien de aangroei van de slikken (areaal nieuwe slikken in 2015) door sedimentatie niet wordt meegenomen. De andere mogelijkheid (definitie slikken in 2015) geeft de omgekeerde bias: verlies aan slikken door erosie wordt niet meegerekend maar aangroei wel.

2. De droogvalduurkaarten worden van elkaar afgetrokken om een verschilkaart te bekomen.
3. Enkel de rasterpunten die zich op de slikken bevinden worden weerhouden.

Uit Tabel 7-12 en Tabel 7-13 kunnen we afleiden dat:

- Er tussen 2004 en 2008 nog voornamelijk erosie van de slikken optrad. In de sterk polyhaliene zone was deze erosie sterk geconcentreerd. Het areaal dat sedimenteerde was groter. De droogvalduur steeg gemiddeld gezien wel in de zwak polyhaliene zone, maar het eroderende areaal was groter dan het sedimenterende deel.
- Tussen 2008 en 2012 was er voornamelijk sedimentatie van de slikken.
- In de periode 2012-2015 hoogden de slikken globaal gezien op, maar in de zwak polyhaliene zone en zone met sterke saliniteitsgradiënt was de sedimentatie sterk geconcentreerd. Het areaal waar er erosie optrad is hier groter dan het sedimenterende areaal.

De ruimtelijke spreiding wordt weergegeven in Bijlage C.7.

| SalZone                             | 2008-2004 |     | 2012-2008 |     | 2015-2012 |      |
|-------------------------------------|-----------|-----|-----------|-----|-----------|------|
|                                     | MEAN      | STD | MEAN      | STD | MEAN      | STD  |
| Sterk polyhalien                    | -0,2      | 8,6 | 0,9       | 8,2 | 0,5       | 8,1  |
| Zwak polyhalien                     | 2,3       | 9,9 | 1,9       | 9,9 | 0,4       | 10,6 |
| Mesohalien                          | -1,2      | 2,5 | 1,2       | 2,9 | 0,2       | 2,7  |
| Zone met sterke saliniteitsgradiënt | -1,0      | 3,5 | 0,6       | 4,2 | 0,3       | 3,1  |

Tabel 7-12: Statistieken evolutie van de slikken (verschil in droogvalduur).

| Saliniteitszone                     | 2008-2004    |        |         |          |
|-------------------------------------|--------------|--------|---------|----------|
|                                     | Sedimentatie | Erosie | Stabiel | Verschil |
| Sterk polyhalien                    | 27,0         | 10,2   | 62,8    | 16,8     |
| Zwak polyhalien                     | 3,5          | 12,5   | 84,0    | -9,0     |
| Mesohalien                          | 17,2         | 19,1   | 63,7    | -2,0     |
| Zone met sterke saliniteitsgradiënt | 0,6          | 6,3    | 93,1    | -5,7     |
| Saliniteitszone                     | 2012-2008    |        |         |          |
|                                     | Sedimentatie | Erosie | Stabiel | Verschil |
| Sterk polyhalien                    | 24,3         | 11,6   | 64,1    | 12,7     |
| Zwak polyhalien                     | 8,1          | 3,4    | 88,5    | 4,7      |
| Mesohalien                          | 21,7         | 13,4   | 64,9    | 8,2      |
| Zone met sterke saliniteitsgradiënt | 8,3          | 2,6    | 89,0    | 5,7      |
| Saliniteitszone                     | 2015-2012    |        |         |          |
|                                     | Sedimentatie | Erosie | Stabiel | Verschil |
| Sterk polyhalien                    | 19,6         | 14,1   | 66,3    | 5,5      |
| Zwak polyhalien                     | 4,6          | 5,1    | 90,3    | -0,5     |
| Mesohalien                          | 17,4         | 14,4   | 68,2    | 3,0      |
| Zone met sterke saliniteitsgradiënt | 2,5          | 3,1    | 94,4    | -0,6     |

Tabel 7-13: Relatief areaal slikken [% totaal areaal slikken] die (1) erosie [ $DVD < -4\%$ ], (2) stabiel [ $-4\% < DVD < +4\%$ ] of (3) sedimentatie [ $DVD > +4\%$ ] onderging en (4) aanduiding of er een groter areaal sedimenteerde (groen) dan erodeerde (rood).



## 7.6 Conclusies

### Oppervlakte

De communicatie-indicator Leefomgeving voor flora en fauna is onderdeel van de hoofdfunctie Natuurlijkheid van het Schelde-estuarium. Uitgangspunt voor de evaluatie van Leefomgeving is dat voor een goed functionerend Schelde-estuarium de oppervlakte van verschillende habitats evenwichtig verdeeld is, het aanwezige laagdynamisch habitat van voldoende kwaliteit is en de habitats van voldoende stabiliteit zijn.

In de Westerschelde mag de oppervlakte hoogdynamisch sublitoraal zich niet uitbreiden ten koste van de oppervlakte laagdynamisch sublitoraal, maar het omgekeerde mag wel. In de periode 2010-2015 is de oppervlakte hoogdynamisch sublitoraal 190 ha lager dan in 2008, terwijl de oppervlakte laagdynamisch sublitoraal ongeveer 100 ha is toegenomen. In de Zeeschelde mag de oppervlakte diep water niet toenemen ten koste van ondiep water, maar het omgekeerde mag wel. In zone 4 Saliniteitsgradiënt en zone 5 Oligohalien vindt een ongunstige ontwikkeling plaats maar in de overige zones is de oppervlakte ondiep water stabiel (zone 6 Zoet Lange verblijftijd en 8 Rupel) of neemt toe (zone 7 Zoet korte verblijftijd en 9 Durme), maar er wordt in geen enkele zone voldaan aan de gewenste oppervlakte ondiep water.

In de Westerschelde neemt de oppervlakte laagdynamisch slik toe of blijft gelijk, terwijl de oppervlakte hoog-dynamisch slik afneemt, hetgeen als gunstig wordt beoordeeld. In zone 2 Zwak polyhalien en 3 Mesohalien neemt met name de oppervlakte middelhoog gelegen laagdynamisch slik toe. Voor de zones in de Zeeschelde, met uitzondering van zones 8 Rupel en 9 Durme, zijn gewenste oppervlakten slik opgegeven. De oppervlakte slik in zone 4 Saliniteitsgradiënt komt met de aangegeven oppervlakte overeen, maar in de overige zones is de oppervlakte slik aanwezig beduidend kleiner dan de gewenste oppervlakte. In de zones 8 Rupel en 9 Durme gaat de oppervlakte slik zelfs achteruit.

In de zones van de Westerschelde moet op de slikken de oppervlakte pioniervegetatie 5-40% van de totale oppervlakte schorvegetatie op de slikken bedragen. In zone 1 Sterk polyhalien voldoet de oppervlakte pioniervegetatie aan deze eis. Dit geldt ook voor zone 2 Zwak polyhalien, maar het aandeel pioniervegetatie ten opzichte van de oppervlakte schor op de slikken neemt in deze laatste zone sterk af en bedraagt minder dan 10%. In zone 3 Mesohalien bedraagt de oppervlakte pioniervegetatie minder dan 5%. Door de grote oppervlakte schorvegetatie in de zone Mesohalien is voor de gehele Westerschelde het aandeel pioniervegetatie minder dan de gewenste 5%. Voor de gehele Westerschelde geldt dat de oppervlakte pionierschor op de platen na 2009 is afgenomen. Dit wordt veroorzaakt door de afname in de zones Sterk polyhalien en Mesohalien. In de zone Zwak polyhalien ontbreekt pioniervegetatie op de platen.

In de Westerschelde dient de oppervlakte schor op de slikken constant te blijven of toe te nemen en op de platen niet toe te nemen. In alle zones en voor de gehele Westerschelde is de ontwikkeling gunstig of de oppervlakte neemt niet af. Dit moet als positief worden beoordeeld. In de gehele Westerschelde neemt op de platen de oppervlakte schor toe. Dit wordt veroorzaakt door een duidelijke toename in de zone Sterk polyhalien en een lichte toename in de zone Mesohalien.

Voor de Zeeschelde zijn oppervlakte-eisen geformuleerd voor de oppervlakte schor en pioniervegetatie in de zones 4-7. In zone 7 Zoet korte verblijftijd voldoet de aanwezige

oppervlakte aan de gewenste oppervlakte, terwijl in zone 6 Zoet lange verblijftijd de gewenste oppervlakte benaderd wordt: er is 198 ha terwijl 210 ha gewenst is. In de zones 4 Saliniteitsgradiënt en Oligohalien wordt niet voldaan aan de eis.

In de zones 8 Rupel en 9 Durme worden geen eisen gesteld, maar de oppervlakte schor+pioniervegetatie neemt hier toe, zodat dit positief wordt gewaardeerd.

### **Kwaliteit**

In de Westerschelde kent de lengte van de laagwaterstrook die grenst aan het laagdynamisch litoraal een negatieve evolutie in de MC3 en MC7. In MC4 is er vermoedelijk een positieve evolutie dankzij de sterke stijging tussen 2012 en 2015. De overige macrocellen kennen een positieve evolutie. Op de Zeeschelde is er een positieve evolutie in de zone met sterke saliniteitsgradiënt en in Zoet korte verblijftijd. De Oligohaliene zone, Zoet lange verblijftijd en de zijrivieren kennen een negatieve trend.

Op de Westerschelde wordt de gemiddelde helling van het volledige profiel per macrocel geanalyseerd. In geen enkele macrocel wordt de kritische grens van 2,8% overschreden. In alle OMES-segmenten van de Zeeschelde ligt de gemiddelde helling van het volledige profiel boven de maximum waarde van 2,8% (Beneden-Zeeschelde) of 5% (Boven-Zeeschelde en zijrivieren). De helling van het litoraal wordt louter geëvalueerd in de Zeeschelde. Hier geldt een maximum helling van 2,5% in OMES 9, 5% in OMES-10-15 en 7,5% in de overige segmenten. Enkel in OMES 10 en het opgemeten deel van de Rupel ligt de helling van het litoraal onder de maximum waarde. De Durme was positief in 2001. Er is geen recentere analyse mogelijk.

De rekenparameter Hoogtegradiënt laagdynamisch gebied kent een negatieve evolutie op de Rug van Baarland, Plaat van Ossensisse en tegen het noorden van de Schor van Waarde. Er is een positieve evolutie in de Slikken van Everingen en de Plaat van Walsoorden.

De rekenparameter zonering schorhabitat kan niet geanalyseerd worden. Een nieuwe kaart zal pas beschikbaar zijn na oplevering van dit rapport. Er wordt voorgesteld om de kartering te synchroniseren met de volgende evaluatie.

Het areaal schor dat breder is dan 75 m kromp enkel in de Sterk polyhaliene zone. De overige saliniteitszones kennen een positieve evolutie.

Voor een gezonde schor-dynamiek, is een voldoende brede oever tot aan de laagwaterlijn noodzakelijk. Op de Westerschelde geldt een referentiewaarden van 1 km terwijl dit op de Beneden-Zeeschelde en Boven-Zeeschelde respectievelijk 300 en 230 m bedraagt. Aangezien het areaal oever in de meeste saliniteitszones onvoldoende breed is, wordt deze rekenparameter negatief beoordeeld.

### **Turn-over**

Stabiliteit van ecotopen is belangrijk voor de ontwikkeling van o.a. bodemfauna en schorvegetaties. Voor de vergelijking van de turn-over zijn ecotopen gebruikt, maar het aantal jaren tussen de verschillende kaarten is niet constant, hetgeen de vergelijkbaarheid bemoeilijkt. Voor de Westerschelde kunnen de perioden 1996-2001, 2001-2008 en 2008-2015 met elkaar vergeleken worden. In zone 1 Sterk polyhalien blijkt in de compartimenten 1 en 2 duidelijk in de tijd toe te nemen. In de overige compartimenten is geen duidelijk patroon zichtbaar. In de Zeeschelde is het nog moeilijker de kaarten met elkaar te vergelijken. De turn-over in 2001-2010 blijkt procentueel hoger te liggen dan de turn-over in 2010-2013. Er is in

stroomopwaartse richting in beide perioden een duidelijke toename van de turn-over. Er zijn geen aanwijzingen dat de turn-over in de tijd is toegenomen.

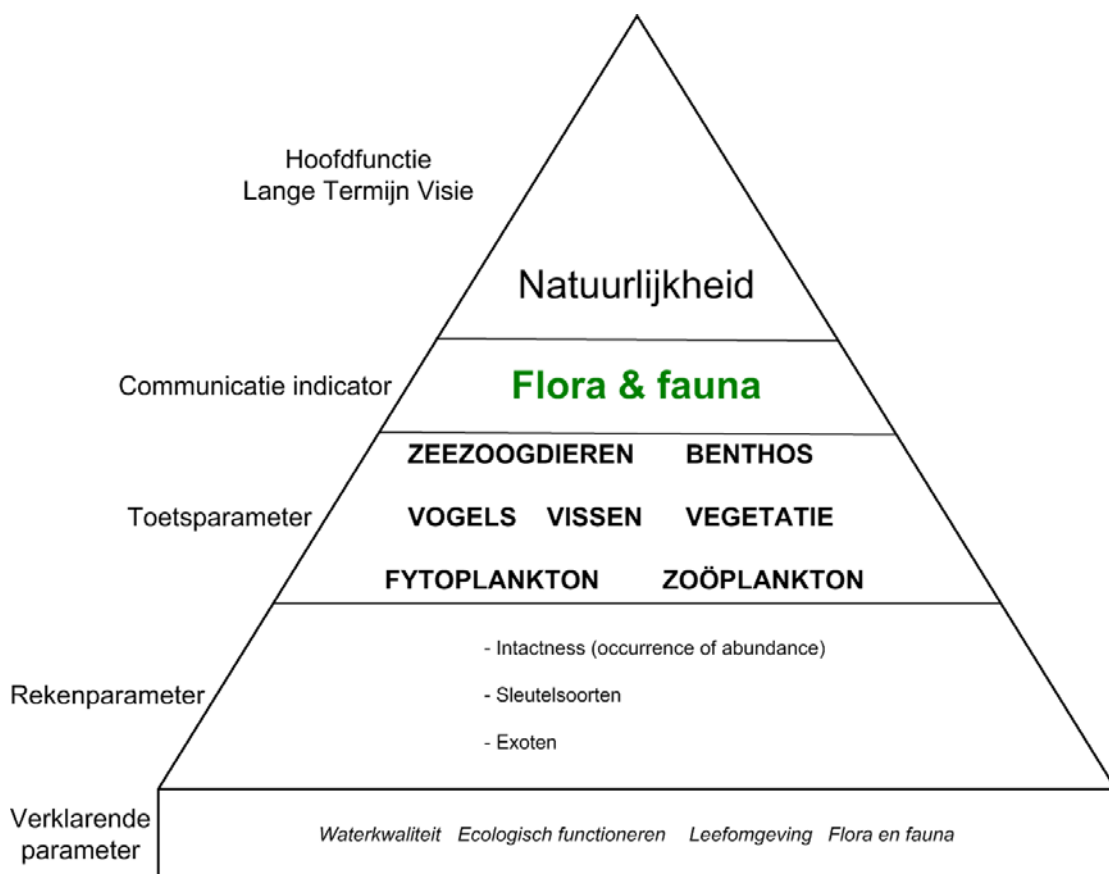


## 8 Flora en Fauna

### 8.1 Inleiding

De verschillende onderdelen van de communicatie-indicator Flora en Fauna zijn in Figuur 8-1 weergegeven. In dit hoofdstuk zijn de volgende zeven toetsparameters uitgewerkt: 'Vogels' (§8.2), 'Zeezoogdieren' (§8.3), 'Vissen' (§8.4), 'Benthos' (§8.5), 'Fytoplankton' (§8.6), 'Zoöplankton' (§8.7) en 'Vegetatie' (§8.8). Voor alle toetsparameters zijn rekenparameters gedefinieerd, waaraan criteria zijn gekoppeld. In de evaluatiemethodiek staat aangegeven of een toe- of afname van een trend vanuit het systeem gezien, een positieve of negatieve ontwikkeling is. Een ander criterium kan zijn dat een rekenparameter in vijf van de zes jaren een bepaalde waarde moet halen om als positief te worden beoordeeld. In de andere gevallen wordt de rekenparameter als negatief beoordeeld.

Tevens is er een aantal verklarende parameters (§8.9). Deze dragen bij aan het begrijpen van de waargenomen ontwikkelingen en geven een onderliggende systeemverklaring. Voor Flora en fauna betreft dit waterkwaliteit, ecologisch functioneren en leefomgeving.



Figuur 8-1: Visuele weergave van de communicatie-indicator Flora & Fauna, met de onderliggende toets-, reken- en verklarende parameters.

Bij de evaluatie van de soortendiversiteit en de ontwikkelingen daarin is gebruik gemaakt van de Buckland Arithmetic intactness indices. Deze indices geven aan hoe sterk het huidige soortenpalet overeenstemt met een referentie. Er worden twee typen indices gehanteerd. De Occurrence Intactness index vergelijkt het voorkomen, de trefkans van soorten in het estuarium

met een gewenste trefkans uit een referentiesituatie. Bij de Abundance Intactness Index wordt niet alleen het voorkomen van een soort beschouwd, maar ook de waargenomen abundantie van die soort vergeleken met een referentieabundantie. Voor de werkwijze en de opgestelde referentiesituaties wordt verwezen naar de Evaluatiemethodiek (Maris et al. 2014).

## 8.2 Toetsparameter Vogels

Bij de toetsparameters wordt onderscheid gemaakt tussen broedvogels en niet-broedvogels. In de T2009-rapportage wordt de trend in de rekenparameters Intactness Index op basis van occurrence (wel of niet voorkomen) voor niet-broedvogels beschreven, de rekenparameter sleutelsoorten voor zowel broed- als niet-broedvogels en de rekenparameter exoten voor alleen niet-broedvogels.

In de EMS (Maris et al. 2014) wordt voor het voorkomen van de niet-broedvogels een andere benadering, de Abundance Intactness Index, voorgeschreven. De rekenparameter sleutelsoorten wordt voor zowel broed- als niet-broedvogels berekend, terwijl de rekenparameter exoten alleen voor de niet-broedvogels wordt berekend.

### 8.2.1 Rekenparameter intactness-index niet-broedvogels

#### Definitie

De Abundance Intactness Index wordt voor niet-broedvogels bepaald op niveau 3 (zones) voor zowel Westerschelde als Zeeschelde. Per telseizoen (juli tot en met juni daaropvolgend jaar) wordt per soort het maximum aantal van de geselecteerde soorten in een zone vergeleken met de referentiewaarde voor die zone in de Evaluatiemethodiek Schelde-estuarium (EMS). Voor een positieve beoordeling mag de trend op basis van de jaarlijks berekende Abundance Intactness Index niet afnemen.

Voor de Westerschelde zijn in totaal 90 soorten geselecteerd in de EMS, waarvan echter een deel geen duidelijke binding met het estuarium heeft, zodat in overleg met de Projectgroep tevens een shortlist is gemaakt met soorten, die als karakteristiek voor de Westerschelde worden beschouwd. Zowel de totale lijst uit de EMS als de shortlist voor de Westerschelde staan in bijlage F weergegeven.

#### Data

In de Westerschelde worden maandelijks met hoogwater de watervogels geteld. De meeste vogels bevinden zich dan op hoogwatervluchtplaatsen, waar ze relatief gemakkelijk geteld kunnen worden. Voor de Westerschelde zijn gegevens beschikbaar uit de periode juli 1987 – juni 2015. Tot maart 2013 werd maandelijks de gehele Westerschelde geteld. Vanaf deze maand is de opzet van de tellingen gewijzigd: in de maanden mei, augustus, november, december, januari en februari wordt de gehele Westerschelde geteld, terwijl in de overige maanden alleen de belangrijkste gebieden in de vorm van steekproeven worden geteld. Dit resulteert in gemiddeld 15% lagere aantallen vogels (zie bijlage F). Het effect per soort is sterk afhankelijk van de maand waarin de hoogste aantallen van een vogelsoort voorkomen (zie bijlage F).

Voor de jaarlijkse overzichten van de aantallen vogels in de Westerschelde worden de telgegevens gecorrigeerd door Sovon Vogelonderzoek Nederland voor niet getelde (delen van) gebieden. Deze gecorrigeerde getallen zijn alleen voor de gehele Westerschelde beschikbaar en niet per zone.

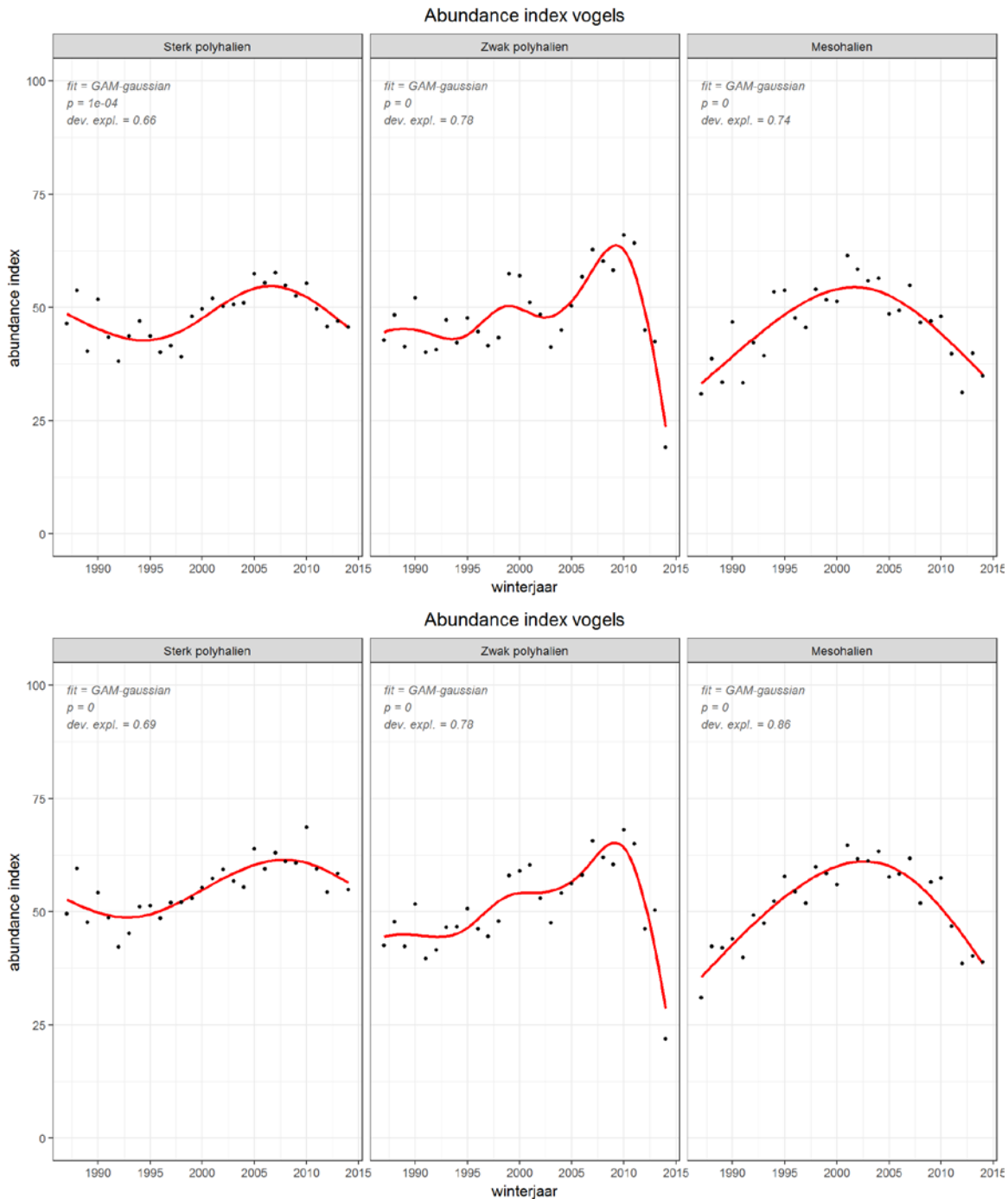
Aangezien er per zone geen gecorrigeerde aantallen vogels beschikbaar zijn, zijn de werkelijk getelde aantallen vogels gebruikt voor de berekening van de Abundance Intactness Index. Hiermee is het echter niet mogelijk voor de geselecteerde soorten de gewenste analyse te verrichten per zone.

Bij voorkeur zou voor de situatie vanaf 2013 een nieuwe referentiesituatie opgesteld moeten worden per zone voor de Westerschelde of er moet alleen van de niet-broedvogelsoorten met een instandhoudingsdoel voor de gehele Westerschelde gebruik gemaakt moet worden. Ook dit vraagt een aanpassing van de referentiewaarde.

In de Zeeschelde worden de niet-broedvogels op een gestandaardiseerde wijze maandelijks geteld. Aanvankelijk werd alleen de winterperiode geteld, maar vanaf 1993 wordt het gehele jaar maandelijks geteld. Hierbij dient opgemerkt te worden dat meeuwen pas vanaf oktober 1999 geteld worden en dat de Rupel sinds oktober 1995 geteld wordt (Van Ryckegem et al. 2016).

### **Analyse**

Figuur 8-2 geeft de trend van de Abundance Intactness Index op basis van de 90 soorten uit de EMS en de trend op basis van de shortlist voor de drie onderscheiden zones in de Westerschelde. Er is geen verschil in het patroon van beide benaderingswijzen. In het Sterk polyhaliene deel is er van 1987-1992 een lichte afname, waarna de Index stijgt om vanaf 2007 weer te dalen. Hierbij ligt de Index op basis van de shortlist iets hoger dan de Index van de volledige lijst. In het Zwak polyhaliene deel is er vanaf de start van de tellingen een geleidelijke toename, die iets sterker is bij de shortlist, maar vanaf het seizoen 2012/2013 is er een duidelijke afname in de Index. In het Mesohaliene deel neemt de Index toe vanaf 1987 tot en met 2004 om vervolgens te dalen. De index van de shortlist ligt iets hoger dan van de uitgebreide lijst. De piekwaarde ligt in de drie zones in dezelfde orde van grootte. In alle drie de zones vindt de laatste telseizoenen een afname plaats. Deze is in het Sterk polyhalien en het Mesohalien al ingezet voordat de opzet van de tellingen werd gewijzigd. In het Zwak polyhalien vindt wel in de laatste drie telseizoenen een duidelijke afname plaats. Dit kan mogelijk samenhangen met de gewijzigde telopzet, waardoor het werkelijke aantal vogels aanwezig in deze zone onderschat wordt.

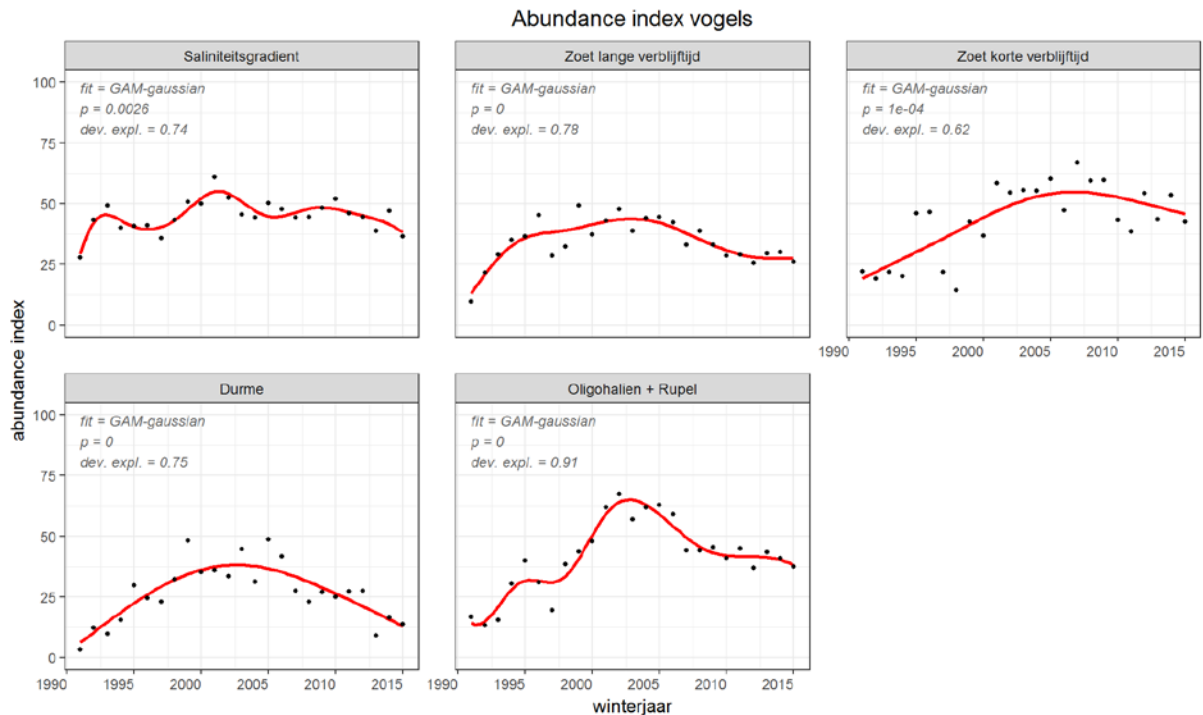


Figuur 8-2: Abundance Intactness Index (%) van niet-broedvogels op basis van de 3 zones van de Westerschelde in de periode 1987/1988-2014/2015. Boven staat de Index op basis van de 90 soorten uit de EMS en onder de Index op basis van de shortlist.

De Abundance Intactness Index in de verschillende zones van de Zeeschelde laat in alle zones hetzelfde patroon zien: aanvankelijk een stijging van de index om tussen 2000-2005 een piek te bereiken gevolgd door weer een geleidelijke afname. Alleen in de zone Zoet korte verblijftijd valt de piek wat later. In de zones Saliniteitsgradiënt, Zoet lange verblijftijd en Durme is de piekwaarde 50 of lager en voor de twee andere gebieden ligt de piekwaarde rond de 60. In alle zones is er een stijging in het aantal vogels tot rond 1999. Enerzijds komt dit mogelijk door een geleidelijke toename van het aantal tellingen per jaar, aanvankelijk werd er niet in de zomermaanden geteld en ook werden de meeuwen pas vanaf oktober 1999 geteld (Van



Ryckegem et al. 2016). Sindsdien is de methodiek gelijk gebleven, zodat veranderingen na die tijd niet veroorzaakt worden door methodische veranderingen.



Figuur 8-3: Abundance Intactness Index (%) niet-broedvogels op basis van voorkomen in 5 OMEs-segmenten van de Zeeschelde in de periode 1992 – 2015.

### Interpretatie

In de Zwak polyhaliene zone van de Westerschelde wordt de daling in de laatste jaren vermoedelijk vooral door de laatste drie telseizoenen veroorzaakt. Dit suggereert dat de gewijzigde telmethode hiervoor verantwoordelijk is. In de Sterk polyhaliene zone lijkt de negatieve trend al iets eerder in te zetten en in de Mesohaliene zone is dit al vanaf het seizoen 2004 het geval. Dit geeft aan dat de wijziging in de Abundantie Intactness Index niet alleen veroorzaakt wordt door de gewijzigde telmethode, maar dat hier ook andere factoren een rol spelen.

In de Zeeschelde wordt in alle zones hetzelfde patroon gevonden: een toename van de Index tot de periode 2000-2005 gevolgd door een afname. Alleen in de zone Zoet korte verblijftijd valt de piek iets later. De Index in de zones Saliniteitsgradient en Zoet Lange verblijftijd laat de minste schommelingen zien. Over het algemeen ligt de Index bij het laatste telseizoen nog hoger dan in de beginjaren. De lagere aantallen in de beginjaren hangen mogelijk samen met de iets afwijkende telmethodiek die in de beginjaren werd toegepast.

Voor een positieve beoordeling van de Abundance Intactness Index mag deze niet afnemen. Voor de Mesohaliene zone van de Westerschelde geldt dat de Index zeker afneemt en dat dit voor de Sterk en Zwak polyhaliene zones mogelijk het geval is, maar dat dit op basis van de aantallen getelde vogels niet met zekerheid het geval is. Voor de Zeeschelde geldt dat er in alle zones sprake is van een negatieve trend, zodat de ontwikkeling hier als negatief moet worden beoordeeld.

## 8.2.2 Rekenparameter Sleutelsoorten: trends in aantallen (broed- en niet-broedvogels)

### Definitie

Voor de broedvogels worden de soorten geselecteerd met een instandhoudingsdoel (IHD) voor de Westerschelde of voor de Zeeschelde. Per broedseizoen wordt per soort gekeken of de soort het IHD bereikt. Een positieve evaluatie voor deze parameter volgt wanneer in vijf van de zes jaar de streefdoelen of IHD worden bereikt. Wanneer in twee of meer jaren voor één of meer soorten de streefdoelen niet worden behaald, volgt een negatieve evaluatie. Dit wordt uitgevoerd op het niveau van de Westerschelde en de Zeeschelde (niveau 2).

| Soort             | WS    | ZS  | Soort         | WS    | ZS  |
|-------------------|-------|-----|---------------|-------|-----|
| baardmannetje     |       | 14  | porseleinhoen |       | 2   |
| blauwborst        | 450   | 140 | purperreiger  |       | 11  |
| bontbekplevier    | 10    |     | rietzanger    |       | 106 |
| bruine kiekendief | 20    | 11  | roerdomp      |       | 5   |
| dodaars           |       | 26  | scholekster   |       | 92  |
| dwergstern        | 100   |     | slobeend      |       | 15  |
| grote karekiet    |       | 27  | snor          |       | 22  |
| grote stern       | 2.800 |     | strandplevier | 40    |     |
| kluut             | 150   | 139 | tureluur      |       | 26  |
| kwak              |       | 9   | visdief       | 1.600 |     |
| kwartelkoning     |       | 2   | woudaap       |       | 9   |
| lepelaar          |       | 14  | zomertaling   |       | 5   |
| paapje            |       | 3   | zwartkopmeeuw | 4     |     |

Tabel 8-1: Sleutelsoorten voor broedvogels met criteria voor het aantal broedparen in Westerschelde (WS) en Zeeschelde (ZS).

Voor de niet-broedvogels worden de soorten met een IHD geselecteerd en soorten die voldoen aan het 1% criterium (minstens 1% van de populatie van een soort maakt jaarlijks gebruik van Westerschelde of Zeeschelde). Voor de Westerschelde worden beide criteria gebruikt en voor de Zeeschelde alleen het 1%-criterium.

Voor soorten met een IHD wordt jaarlijks het seizoengemiddelde getoetst aan het IHD. Voor een positieve evaluatie moet in minstens vijf van de zes beschouwde jaren voldaan worden aan het IHD. Indien in twee of meer jaren één of meerdere soorten niet voldoen aan het IHD volgt een negatieve evaluatie.

### Data

#### Broedvogels

In de Westerschelde worden in het kader van de MWTL-metingen (Monitoring Waterstaatkundige Toestand des Lands) van kustbroedvogels in de Westerschelde jaarlijks de aantallen broedparen bepaald. Zeven hiervan zijn sleutelsoorten: bontbekplevier, dwergstern, grote stern, kluut, strandplevier, visdief en zwartkopmeeuw. Bij de MWTL-metingen wordt een iets ruimere begrenzing aangehouden dan de begrenzing van het Natura 2000-gebied. De MWTL-metingen worden in deze rapportage gebruikt, omdat de hierbij getelde broedparen een functionele relatie hebben met de Westerschelde en omdat bij de T2009 ook deze begrenzing is aangehouden.

Voor de blauwborst zijn geen gegevens beschikbaar. De gegevens voor de bruine kiekendief zijn grotendeels ontleend aan [www.sovon.nl](http://www.sovon.nl) (Netwerk Ecologische Monitoring: Sovon, RWS, CBS) en voor 2015 is gebruik gemaakt van gegevens van vrijwilligers van het Zeeuws Landschap.

Voor de Zeeschelde zijn vijf hoofdgebieden onderscheiden, waarin de laatste jaren regelmatig de broedvogels geïnventariseerd worden (Tabel 8-2). Voor het Rest-IHD-gebied geldt dat dit opgebouwd is uit een groot aantal deelgebieden. Deze deelgebieden worden in toenemende mate geteld. Het hoofdgebied Galgeschoor is in de onderzoeksperiode slechts 1 keer geteld, maar hier komen nauwelijks sleutelsoorten voor. De andere gebieden zijn vrijwel jaarlijks geteld (Tabel 8-2).

| Hoofdgebied       | Subgebied                                 | jaar |      |      |      |      |      |
|-------------------|---|------|------|------|------|------|------|
|                   |   | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
| Noordelijk gebied |   |      |      |      |      |      |      |
| Blokkersdijk      |   |      |      |      |      |      |      |
| Galgeschoor       |   |      |      |      |      |      |      |
| Ketenisse         |   |      |      |      |      |      |      |
| Rest-IHD-gebied   |   |      |      |      |      |      |      |
|                   | Bergenmeersen                             |      |      |      |      |      |      |
|                   | Groot Buitenschor                         |      |      |      |      |      |      |
|                   | KBR                                       |      |      |      |      |      |      |
|                   | Kalkense Meersen en Wijmeers              |      |      |      |      |      |      |
|                   | Molsbroek                                 |      |      |      |      |      |      |
|                   | Paardeweide                               |      |      |      |      |      |      |
|                   | Potpolder Lilo                            |      |      |      |      |      |      |
|                   | VZW Durme (Durmemeersen & Scheldebroeken) |      |      |      |      |      |      |

Tabel 8-2: Overzicht van de jaren waarin de broedvogels in de verschillende gebieden van de Zeeschelde geteld zijn (donkergroen). Rest-IHD-gebied is met lichtgroen aangegeven, omdat dit gebied in geen enkel jaar volledig geteld is.

In overleg met de Projectgroep is besloten om de broedvogels Zeeschelde niet mee te nemen als rekenparameter. Door W. Mertens (mail INBO 30-4-2013) is duidelijk aangegeven dat het berekenen van IHD doelstellingen broedvogels Zeeschelde niet zinvol is met uitzondering van mogelijk visdief, kluut en tureluur. De instandhoudingsdoelstellingen Schelde-estuarium omvatten naast het estuarium ook de valleien van de Zeeschelde en haar tijgebonden zijrivieren. Ook bij de broedvogels zijn doelstellingen geformuleerd voor soorten die weinig of niets van doen hebben met het estuarien functioneren (schrift. Med. W. Mertens). Voor de volledigheid worden de broedvogels van de Zeeschelde wel meegenomen, zodat deze als verklarende parameter en als algemene indicator voor evaluatie beschikbaar zijn.

#### Niet-broedvogels

Voor de Westerschelde is reeds bij de Abundantie Intactness Index aangegeven dat de telmethode in seizoenen 2012-2013 gewijzigd is, waardoor niet per zone de trend per soort gegeven kan worden, maar gebruikt gemaakt moet worden van de door Sovon berekende seizoengemiddelden voor de gehele Westerschelde.

Voor de Zeeschelde kan gebruik gemaakt worden van de maandelijkse tellingen.

| Westerschelde       |        |                   |        |               |        |
|---------------------|--------|-------------------|--------|---------------|--------|
| Soort               | ihd    | Soort             | ihd    | Soort         | ihd    |
| Bergeend            | 4.500  | Kluut             | 540    | Steenloper    | 230    |
| Bontbekplevier      | 430    | Kolgans           | 380    | Strandplevier | 80     |
| Bonte strandloper   | 15.100 | Krakeend          | 40     | Tureluur      | 1.100  |
| Drieteenstrandloper | 1.000  | Lepelaar          | 30     | Wilde eend    | 11.700 |
| Fuut                | 100    | Middelste zaagbek | 30     | Wintertaling  | 1.100  |
| Goudplevier         | 1.600  | Pijlstaart        | 1.400  | Wulp          | 2.500  |
| Grauwe gans         | 16.600 | Rosse grutto      | 1.200  | Zeearend      | 2      |
| Groenpootruiter     | 90     | Scholekster       | 7.500  | Zilverplevier | 1.500  |
| Kanoet              | 600    | Slechtvalk        | 8      | Zwarte ruiter | 270    |
| Kievit              | 4.100  | Slobeend          | 70     |               |        |
| Kleine zilverreiger | 40     | Smient            | 16.600 |               |        |

| Zeeschelde  |         |              |         |
|-------------|---------|--------------|---------|
| Soort       | 1%-norm | Soort        | 1%-norm |
| Grauwe gans | 6.100   | Tafeleend    | 3.000   |
| Krakeend    | 600     | Wintertaling | 5.000   |
| Pijlstaart  | 600     |              |         |

Tabel 8-3: Instandhoudingsdoelen (IHD) van niet-broedvogelsoorten van de Westerschelde en soorten die op de Zeeschelde de 1%-norm hebben overschreden (<http://wpe.wetlands.org>).

Tabel 8-3 geeft de soorten met een instandhoudingsdoel voor de Westerschelde en de soorten in de Zeeschelde die in de periode 1987-2015 de 1%-norm hebben overschreden. Voor de 1%-norm is de database op de website van Wetlands International gebruikt: (<http://wpe.wetlands.org>) (Tabel 8-4).

| Soort               | aanpassing 1%-norm |        |        |        |        |        |
|---------------------|--------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                     | 1994               | 1997   | 2002   | 2006   | 2012   | 2014   |
| Bergeend            | 2.500              | 3.000  | 3.000  | 3.000  | 3.000  | 2.500  |
| Bonte strandloper   | 14.000             | 14.000 | 13.300 | 13.300 | 13.300 | 13.300 |
| Brandgans           | 1.200              | 1.760  | 3.600  | 4.200  | 7.700  | 10.000 |
| Drieteenstrandloper | 1.000              | 1.000  | 1.200  | 1.200  | 1.200  | 2.000  |
| Grauwe gans         | 1.200              | 2.000  | 4.000  | 5.000  | 6.100  | 10.400 |
| Kluut               | 700                | 700    | 730    | 730    | 730    | 930    |
| Krakeend            | 250                | 300    | 600    | 600    | 600    | 600    |
| Lepelaar            | 30                 | 30     | 100    | 110    | 110    | 160    |
| Pijlstaart          | 700                | 600    | 600    | 600    | 600    | 650    |
| Rosse grutto        | 1.000              | 1.000  | 1.200  | 1.200  | 1.200  | 1.200  |
| Scholekster         | 9.000              | 9.000  | 10.200 | 10.200 | 8.200  | 9.000  |
| Smient              | 7.500              | 12.500 | 15.000 | 15.000 | 15.000 | 14.000 |
| Tafeleend           | 3.500              | 3.500  | 3.500  | 3.500  | 3.000  | 2.500  |
| Wintertaling        | 5.000              | 4.000  | 4.000  | 5.000  | 5.000  | 5.000  |
| Zilverplevier       | 1.500              | 1.500  | 2.500  | 2.500  | 2.500  | 2.000  |

Tabel 8-4: 1%-normen voor de relevante soorten in de Westerschelde en de Zeeschelde (bron: <http://wpe.wetlands.org>).

## Analyse

### Broedvogels Westerschelde

Tabel 8-5 geeft voor de broedvogels met een instandhoudingsdoel voor de Westerschelde de ontwikkeling van het aantal broedparen in de periode 2010-2015. Hieruit komt naar voren dat alleen bontbekplevier en zwartkopmeeuw aan het evaluatiecriterium voldoen. Hierbij dient wel

opgemerkt te worden dat het aantal broedparen van de bontbekplevier de laatste jaren wel ruim is gehalveerd. De soorten dwergstern, grote stern, kluut, strandplevier en visdief voldoen niet aan het criterium. Voor de bruine kiekendief is voor 2015 geen aantal broedvogels voor de gehele Westerschelde beschikbaar, In 2014 broedden er 15 paar bruine kiekendieven in de Westerschelde, waarvan er 12 in Saeftinghe. In 2015 was in Saeftinghe het aantal broedvogels toegenomen tot 14 paar ([www.saeftinghe.eu/images/publicaties/BruineKiekendief2016.pdf](http://www.saeftinghe.eu/images/publicaties/BruineKiekendief2016.pdf)). Ervan uitgaande dat er in 2015 er ook 3 paren buiten Saeftinghe broedden, zou het totaal aantal paren 17 paar bedragen. Hierdoor zou het aantal paren in 2 van de zes jaren niet aan het evaluatiecriterium voldoen.

Voor de blauwborst zijn geen volledige gegevens beschikbaar. Het criterium voor deze soort is 450 broedparen. In 1997 werden 620 blauwborsten in de Westerschelde+Saeftinghe vastgesteld. In 2004 bedrag het aantal broedparen 454 en in 2012 293 (Castelijns et al. 2014). In 2016 zijn op Saeftinghe enkele proefvakken geïnventariseerd, die ook in 1997 zijn onderzocht. In 1997 werden 57 broedparen vastgesteld en in 2016 42 broedparen (Buisse 2016). De blauwborst is ten opzichte van 1997 waarschijnlijk achteruit gegaan, maar bereikt nog steeds hoge aantallen in Saeftinghe. Op basis van deze gegevens zou geconcludeerd kunnen worden dat de soort mogelijk aan het evaluatiecriterium voldoet. In Tabel 8-5 is voor zowel bruine kiekendief als blauwborst aangegeven dat het onduidelijk is of de soort aan het evaluatiecriterium voldoet.

| soort             | criterium | 2010  | 2011 | 2012  | 2013  | 2014  | 2015  | Evaluatie |
|-------------------|-----------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-----------|
| blauwborst        | 450       | ?     | ?    | ?     | ?     | ?     | ?     |           |
| bontbekplevier    | 10        | 38    | 26   | 22    | 12    | 8     | 10    |           |
| bruine kiekendief | 20        | 36    | 33   | 38    | 37    | 15    | ?     |           |
| dwergstern        | 100       | 47    | 3    | 48    | 132   | 156   | 101   |           |
| grote stern       | 2.800     | 3.700 | 705  | 2.350 | 2.277 | 2.500 | 2.100 |           |
| kluut             | 150       | 254   | 242  | 216   | 191   | 93    | 141   |           |
| strandplevier     | 40        | 16    | 14   | 19    | 12    | 18    | 9     |           |
| visdief           | 1.600     | 885   | 673  | 1.532 | 1.347 | 1.187 | 1.099 |           |
| zwartkopmeeuw     | 4         | 896   | 625  | 1.051 | 1.411 | 1.220 | 260   |           |

Tabel 8-5: Broedvogel sleutelsoorten met de criteria voor het aantal broedparen in de Westerschelde. Per jaar is het aantal broedparen gegeven. In de evaluatie is aangegeven of de soort aan het criterium voldoet: groen= voldoet, rood = voldoet niet, oranje = onduidelijk.

| Soort             | periode |         |         |         |         |         |         |
|-------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
|                   | 1974-79 | 1980-85 | 1986-91 | 1992-97 | 1998-03 | 2004-09 | 2010-15 |
| bontbekplevier    | 0       | 100     | 100     | 100     | 83      | 100     | 83      |
| bruine kiekendief | 0       | 0       | 0       | 0       | 100     | 100     | 80      |
| dwergstern        | 0       | 67      | 83      | 50      | 50      | 67      | 50      |
| grote stern       | 0       | 0       | 0       | 33      | 67      | 33      | 17      |
| kluut             | 100     | 100     | 83      | 83      | 100     | 100     | 67      |
| strandplevier     | 0       | 100     | 83      | 67      | 33      | 17      | 0       |
| visdief           | 0       | 0       | 33      | 0       | 83      | 67      | 0       |
| zwartkopmeeuw     | 0       | 0       | 33      | 83      | 83      | 100     | 100     |
| gemiddeld         | 13      | 46      | 52      | 52      | 75      | 73      | 50      |

Tabel 8-6: Ontwikkeling van broedvogelsoorten met een instandhoudingsdoel voor de Westerschelde per periode van zes jaren. Per periode van zes jaren is procentueel aangegeven hoe vaak het criterium per soort gehaald wordt. De blauwborst is niet opgenomen, omdat hiervan inventarisatiegegevens ontbreken. Groen gemarkeerd zijn de perioden waaraan wel aan de eis wordt voldaan.

Indien per periode wordt gekeken (Tabel 8-6) blijkt dat in geen enkele periode wordt voldaan aan de eis dat door alle soorten in vijf van de zes jaren het criterium moet worden gehaald. Er is aanvankelijk wel een toenemende trend in de gemiddelde waarde tot en met 1998-2009,

maar in de laatste periode ligt het gemiddelde weer duidelijk lager. Bij enkele soorten is de trend positief (zwartkopmeeuw, bruine kiekendief), maar bij andere soorten negatief (strandplevier en mogelijk kluut).

#### Broedvogels Zeeschelde

Voor de Zeeschelde zijn de aantallen broedvogels weergegeven in Tabel 8-7. Hierin wordt het aantal broedvogels gepresenteerd exclusief Rest-IHD-gebied en inclusief Rest-IHD-gebied, omdat dit laatste gebied de ontwikkelingen in de andere gebieden overschaduwde. Zonder Rest-IHD-gebied blijken alleen het baardmannetje en de tureluur aan het criterium te voldoen. Voor de overige soorten komt geen duidelijke trend naar voren. Alleen de kluut blijkt in de beschouwde periode duidelijk toe te nemen en wel in het Noordelijk gebied. Indien de Rest-IHD-gebied wel wordt meegenomen, blijken ook blauwborst en slobbeend aan het criterium te voldoen. De aantallen van de kluut blijken de laatste jaren weliswaar ruim boven zijn instandhoudingsdoel te zitten, maar de soort voldoet niet aan het criterium dat in vijf van de zes jaren het instandhoudingsdoel gehaald moet worden.

Tabel 8-8 vat voor de periode 1992-2015 samen hoe vaak per periode van zes jaren een soort voldeed aan de eis dat een soort in minstens vijf van de zes jaren zijn instandhoudingsdoel moet halen. In totaal zijn er acht soorten die in een periode gedurende één of meer jaren voldoen aan dit criterium: baardman, blauwborst, bruine kiekendief, kluut, porseleinhoen, slobbeend, tureluur en zomertaling. Alleen de tureluur voldoet in de laatste periode in alle jaren aan het criterium. Onderaan de tabel wordt het gemiddelde per periode gegeven. Dan blijkt in de laatste periode het gemiddelde duidelijk gestegen te zijn ten opzichte van de eerdere perioden.

| soort             | criterium | Zonder Rest-IHD-gebied |      |      |      |      |      | evaluatie |
|-------------------|-----------|------------------------|------|------|------|------|------|-----------|
|                   |           | 2010                   | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |           |
| baardmannetje     | 14        | 35                     | 24   | 11   | 15   | 33   | 17   |           |
| blauwborst        | 140       | 68                     | 66   | 100  | 50   | 58   | 70   |           |
| bruine kiekendief | 11        | 3                      | 5    | 2    | 1    | 2    | 2    |           |
| dodaars           | 26        | 17                     | 8    | 16   | 10   | 11   | 21   |           |
| grote karekiet    | 27        | 0                      | 0    | 0    | 0    | 0    | 2    |           |
| kluut             | 139       | 38                     | 31   | 132  | 127  | 122  | 143  |           |
| kwak              | 9         | 0                      | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |           |
| kwartelkoning     | 2         | 0                      | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |           |
| lepelaar          | 14        | 0                      | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |           |
| paapje            | 3         | 0                      | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |           |
| porseleinhoen     | 2         | 0                      | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |           |
| purperreiger      | 11        | 0                      | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |           |
| rietzanger        | 106       | 22                     | 32   | 21   | 22   | 38   | 19   |           |
| roerdomp          | 5         | 0                      | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |           |
| scholekster       | 92        | 13                     | 11   | 8    | 8    | 13   | 9    |           |
| slobeend          | 15        | 16                     | 12   | 34   | 10   | 23   | 20   |           |
| snor              | 22        | 2                      | 2    | 2    | 0    | 1    | 1    |           |
| tureluur          | 26        | 62                     | 34   | 45   | 42   | 49   | 41   |           |
| woudaap           | 9         | 0                      | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |           |
| zomertaling       | 5         | 3                      | 0    | 3    | 0    | 2    | 3    |           |

| soort             | criterium | Zonder Rest-IHD-gebied |      |      |      |      |      | evaluatie |
|-------------------|-----------|------------------------|------|------|------|------|------|-----------|
|                   |           | 2010                   | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |           |
| baardmannetje     | 14        | 35                     | 24   | 19   | 15   | 34   | 17   |           |
| blauwborst        | 140       | 131*                   | 142* | 239  | 184  | 171  | 165  |           |
| bruine kiekendief | 11        | 6                      | 8    | 7    | 3    | 4    | 3    |           |
| dodaars           | 26        | 20                     | 13   | 24   | 29   | 40   | 50   |           |
| grote karekiet    | 27        | 0                      | 0    | 2    | 1    | 0    | 2    |           |
| kluut             | 139       | 38                     | 31   | 132  | 174  | 144  | 190  |           |
| kwak              | 9         | 0                      | 0    | 1    | 0    | 1    | 1    |           |
| kwartelkoning     | 2         | 0                      | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |           |
| lepelaar          | 14        | 0                      | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |           |
| paapje            | 3         | 0                      | 0    | 0    | 1    | 0    | 0    |           |
| porseleinhoen     | 2         | 1                      | 0    | 3    | 0    | 0    | 0    |           |
| purperreiger      | 11        | 0                      | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |           |
| rietzanger        | 106       | 36                     | 44   | 48   | 45   | 76   | 67   |           |
| roerdomp          | 5         | 0                      | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |           |
| scholekster       | 92        | 15                     | 21   | 14   | 11   | 21   | 11   |           |
| slobeend          | 15        | 18                     | 32   | 55   | 33   | 61   | 25   |           |
| snor              | 22        | 4                      | 5    | 6    | 4    | 4    | 5    |           |
| tureluur          | 26        | 62                     | 36   | 46   | 44   | 51   | 49   |           |
| woudaap           | 9         | 1                      | 1    | 2    | 2    | 3    | 4    |           |
| zomertaling       | 5         | 8                      | 4    | 10   | 3    | 8    | 15   |           |

Tabel 8-7: Aantallen broedvogels met een instandhoudingsdoel voor de Zeeschelde. Boven zijn de vier hoofdgebieden (Noordelijk gebied, Blokkesdijk, Galgeschoor en Ketenisse) zonder Rest-IHD-gebied weergegeven en daaronder met Rest-IHD-gebied. Evaluatie per soort: groen = positief en rood = negatief.

| Soort             | periode   |           |           |           |
|-------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|                   | 1992-1997 | 1998-2003 | 2004-2009 | 2010-2015 |
| Baardman          | 0         | 0         | 33        | 83        |
| Blauwborst        | 0         | 0         | 0         | 83        |
| Bruine kiekendief | 33        | 17        | 0         | 0         |
| Dodaars           | 0         | 0         | 0         | 0         |
| Grote karekiet    | 0         | 0         | 0         | 0         |
| Kluut             | 0         | 0         | 0         | 50        |
| Kwak              | 0         | 0         | 0         | 0         |
| Kwartelkoning     | 0         | 0         | 0         | 0         |
| Lepelaar          | 0         | 0         | 0         | 0         |
| Paapje            | 0         | 0         | 0         | 0         |
| Porseleinhoen     | 67        | 67        | 17        | 17        |
| Purperreiger      | 0         | 0         | 0         | 0         |
| Rietzanger        | 0         | 0         | 0         | 0         |
| Roerdomp          | 0         | 0         | 0         | 0         |
| Scholekster       | 0         | 0         | 0         | 0         |
| Slobeend          | 0         | 0         | 0         | 67        |
| Snor              | 0         | 0         | 0         | 0         |
| Tureluur          | 0         | 17        | 83        | 100       |
| Woudaap           | 0         | 0         | 0         | 0         |
| Zomertaling       | 0         | 17        | 0         | 67        |
|                   |           |           |           |           |
| gemiddeld         | 5         | 6         | 7         | 23        |

Tabel 8-8: Ontwikkeling van broedvogelsoorten met een instandhoudingsdoel voor de Zeeschelde per periode van zes jaren. Per periode is aangegeven hoe vaak (als percentage van het aantal jaren in een periode) het criterium per soort gehaald is. Per soort zijn de perioden groen gemarkeerd waarin aan de eis is wordt voldaan.

## Niet-broedvogels

### Westerschelde

Voor de Westerschelde zijn de seizoengemiddelde aantallen vergeleken met de instandhoudingsdoelen. De 1%-normen zijn niet meegenomen, omdat er geen soorten zijn zonder instandhoudingsdoel die de 1%-norm overschrijden in de Westerschelde. Daarnaast zijn de tellingen van de laatste drie jaren niet volledig, zodat ook geen betrouwbaar beeld van het voorkomen wordt verkregen.

Van de 31 niet-broedvogelsoorten met een instandhoudingsdoel, voldoen alleen bergeend, kleine zilverreiger, krakeend, lepelaar, slechtvalk, slobeend en wulp in minstens vijf van de zes telseizoenen aan het instandhoudingsdoel. De overige soorten voldoen niet aan dit criterium. Indien per periode van zes jaren wordt gekeken van 1986 – 2015 dan komt hier een opmerkelijk patroon uit naar voren (Tabel 8-10). In de periode 1998-2003 voldoet geen enkele soort aan het criterium. In de twee voorafgaande perioden zijn er zeven soorten die in één of twee perioden aan het criterium voldoen: fuut, kolgans, middelste zaagbek, scholekster, steenloper, strandplevier en zilverplevier. Wordt naar de twee laatste perioden gekeken, dan zijn er elf soorten die aan het criterium voldoen: bergeend, drieteenstrandloper, kanoet, kleine zilverreiger, krakeend, lepelaar, slechtvalk, slobeend, wulp en zilverplevier. De zilverplevier is de enige soort die voor en na de periode 1998-2003 aan het criterium voldoet.

Indien naar de gemiddelde score wordt gekeken, dan wordt een piek bereikt in de periode 1998-2003 en vervolgens neemt de gemiddelde score weer af.

Wel dient opgemerkt te worden dat de waarde nul in Tabel 8-10 niet betekent dat een soort niet in het gebied voorkomt. Dit betekent dat de soort in geen enkel jaar in een periode van zes jaren (0 %) zijn instandhoudingsdoel haalt.



| Soort               | ihd    | telseizoen |        |        |       |        |        | evaluatie |
|---------------------|--------|------------|--------|--------|-------|--------|--------|-----------|
|                     |        | 09/10      | 10/11  | 11/12  | 12/13 | 13/14  | 14/15  |           |
| Bergeend            | 4.500  | 6.379      | 7.815  | 5.796  | 7.748 | 10.726 | 5.617  |           |
| Bontbekplevier      | 430    | 448        | 363    | 503    | 288   | 416    | 199    |           |
| Bonte strandloper   | 15.100 | 13.242     | 11.578 | 11.291 | 8.616 | 11.186 | 11.861 |           |
| Drieteenstrandloper | 1.000  | 1.519      | 1.256  | 1.353  | 812   | 564    | 381    |           |
| Fuut                | 100    | 42         | 52     | 41     | 39    | 38     | 40     |           |
| Goudplevier         | 1.600  | 373        | 638    | 374    | 318   | 285    | 76     |           |
| Grauwe gans         | 16.600 | 9.617      | 12.750 | 7.612  | 7.613 | 6.772  | 4.644  |           |
| Groenpootruiter     | 90     | 66         | 76     | 53     | 50    | 42     | 42     |           |
| Kanoet              | 600    | 2.180      | 1.346  | 1.030  | 1.602 | 725    | 375    |           |
| Kievit              | 4.100  | 1.234      | 3.306  | 2.437  | 2.306 | 2.478  | 1.702  |           |
| Kleine zilverreiger | 40     | 48         | 59     | 53     | 40    | 56     | 77     |           |
| Kluut               | 540    | 529        | 66     | 386    | 382   | 284    | 416    |           |
| Kolgans             | 380    | 156        | 1.182  | 556    | 291   | 606    | 222    |           |
| Krakeend            | 40     | 71         | 68     | 42     | 59    | 42     | 58     |           |
| Lepelaar            | 30     | 123        | 120    | 100    | 142   | 157    | 151    |           |
| Middelste zaagbek   | 30     | 8          | 9      | 10     | 12    | 8      | 10     |           |
| Pijlstaart          | 1.400  | 493        | 821    | 812    | 893   | 1.523  | 848    |           |
| Rosse grutto        | 1.200  | 1.203      | 925    | 923    | 821   | 624    | 443    |           |
| Scholekster         | 7.500  | 7.138      | 6.678  | 6.250  | 6.733 | 7.397  | 6.731  |           |
| Slechtvalk          | 8      | 12         | 13     | 17     | 11    | 15     | 12     |           |
| Slobeend            | 70     | 72         | 93     | 83     | 70    | 86     | 74     |           |
| Smient              | 16.600 | 10.330     | 7.627  | 5.952  | 7.116 | 5.897  | 6.695  |           |
| Steenloper          | 230    | 152        | 151    | 139    | 139   | 111    | 70     |           |
| Strandplevier       | 80     | 13         | 12     | 10     | 11    | 10     | 1      |           |
| Tureluur            | 1.100  | 1.013      | 866    | 624    | 552   | 621    | 672    |           |
| Wilde eend          | 11.700 | 7.854      | 7.613  | 6.550  | 9.028 | 6.798  | 5.534  |           |
| Wintertaling        | 1.100  | 631        | 811    | 715    | 1.181 | 876    | 1.159  |           |
| Wulp                | 2.500  | 3.323      | 3.769  | 3.343  | 3.269 | 3.841  | 3.411  |           |
| Zeearend            | 2      | 2          | 1      | 0      | 1     | 0      | 2      |           |
| Zilverplevier       | 1.500  | 1.864      | 1.731  | 1.675  | 1.220 | 1.438  | 1.456  |           |
| Zwarte ruiter       | 270    | 122        | 90     | 96     | 64    | 78     | 69     |           |

Tabel 8-9: Niet-broedvogel sleutelsoorten met het instandhoudingsdoel voor de Westerschelde. Per seizoen, 2009/10 – 2014/15, is het seizoengemiddelde gegeven. In de evaluatie is aangegeven of de soort aan het criterium voldoet: groen= voldoet, rood = voldoet niet.

#### Zeeschelde

In de Zeeschelde zijn vijf vogelsoorten die in de periode 1992-2015 de 1%-norm overschrijden of overschreden hebben: grauwe gans, krakeend, pijlstaart, tafeleend en wintertaling. Tabel 8-11 geeft voor de telseizoenen 2009-2014 het seizoensmaximum en de 1%-norm voor deze soorten. Hieruit blijkt dat alleen de krakeend aan het criterium voldoet dat in vijf van de zes telseizoenen het seizoensmaximum de 1%-norm moet overschrijden.

De ontwikkeling van de overschrijding van de 1%-norm in de Zeeschelde in de tijd staat weergegeven in Tabel 8-12. Hieruit komt naar voren dat aanvankelijk de grauwe gans relatief talrijk was in de Zeeschelde in de eerste periode, maar dat daarna het gebied snel in belang afnam voor deze soort. De krakeend overschrijdt de gehele periode van 1992-2015 de 1%-norm. Het gebied heeft een duidelijke piek qua belang voor deze soort, maar in de laatste periode is het belang sterk afgenomen. De tafeleend heeft een opmerkelijke piek in de periode 1998-2003. Daarna zijn de aantallen snel afgenomen en de maximum aantallen bestaan nu nog uit enkele vogels. Ook de aantallen van de wintertaling zijn in de laatste periode sterk afgenomen ten opzichte van de aantallen in eerdere perioden.

Ook gemiddeld wordt in de laatste periode in mindere mate aan het criterium per periode voldaan dan in eerdere perioden. Werd in de periode 1999-2003 nog door 87% van alle jaarmaxima voldaan aan de 1%-norm van de verschillende soorten, in de laatste periode was dit teruggelopen tot 23%.

| Soort               | periode |         |         |         |         |
|---------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
|                     | 1986-91 | 1992-97 | 1998-03 | 2004-09 | 2010-15 |
| bergeend            | 0       | 0       | 50      | 83      | 100     |
| bontbekplevier      | 80      | 50      | 33      | 67      | 20      |
| bonte strandloper   | 0       | 17      | 33      | 17      | 0       |
| drieteenstrandloper | 0       | 0       | 50      | 83      | 40      |
| fuut                | 80      | 83      | 67      | 0       | 0       |
| goudplevier         | 20      | 0       | 33      | 0       | 0       |
| grauwe gans         | 0       | 0       | 50      | 17      | 0       |
| groenpootruiter     | 0       | 0       | 33      | 0       | 0       |
| kanoet              | 60      | 67      | 67      | 100     | 80      |
| kievit              | 0       | 0       | 33      | 50      | 0       |
| kleine zilverreiger | 0       | 0       | 33      | 100     | 100     |
| kluit               | 0       | 17      | 50      | 83      | 20      |
| kolgans             | 100     | 67      | 50      | 67      | 60      |
| krakeend            | 0       | 0       | 50      | 33      | 100     |
| lepelaar            | 0       | 17      | 33      | 100     | 100     |
| middelste zaagbek   | 100     | 100     | 67      | 0       | 0       |
| pijlstaart          | 0       | 17      | 33      | 0       | 20      |
| rosse grutto        | 80      | 33      | 17      | 17      | 0       |
| scholekster         | 80      | 100     | 67      | 67      | 0       |
| slechtvalk          | 0       | 50      | 67      | 100     | 100     |
| slobeend            | 0       | 0       | 33      | 83      | 100     |
| smient              | 0       | 17      | 50      | 0       | 0       |
| steenloper          | 100     | 83      | 67      | 0       | 0       |
| strandplevier       | 100     | 67      | 0       | 0       | 0       |
| tureluur            | 20      | 0       | 33      | 0       | 0       |
| wilde eend          | 0       | 0       | 50      | 0       | 0       |
| wintertaling        | 0       | 0       | 50      | 0       | 40      |
| wulp                | 40      | 33      | 33      | 100     | 100     |
| zeearend            | 0       | 0       | 17      | 17      | 20      |
| zilverplevier       | 80      | 83      | 67      | 100     | 40      |
| zwarte ruiter       | 20      | 50      | 50      | 0       | 0       |
|                     |         |         |         |         |         |
| gemiddeld           | 31      | 31      | 44      | 41      | 34      |

Tabel 8-10: Ontwikkeling van niet-broedvogelsoorten met een instandhoudingsdoel voor de Westerschelde per periode van zes jaren van 1986-2015. Per periode is als % aangegeven hoe vaak het criterium per soort gehaald wordt. Groen gemarkeerd zijn de perioden waarin door een soort aan de eis wordt voldaan. De waarde "0" geeft aan dat de soort in geen enkel jaar zijn instandhoudingsdoel haalt. De soort kan wel in het gebied voorkomen.

| Soort        | 1%-norm | telseizoenen |       |       |       |       |       | evaluatie |
|--------------|---------|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|-----------|
|              |         | 2012         | 09/10 | 10/11 | 11/12 | 12/13 | 13/14 |           |
| Grauwe gans  | 6.100   | 1735         | 1622  | 1955  | 1452  | 764   | 400   |           |
| Krakeend     | 600     | 3120         | 1465  | 1981  | 1164  | 1709  | 1038  |           |
| Pijlstaart   | 600     | 708          | 293   | 424   | 288   | 480   | 168   |           |
| Tafeleend    | 3.000   | 313          | 69    | 40    | 12    | 4     | 10    |           |
| Wintertaling | 5.000   | 4190         | 3540  | 4524  | 3241  | 4106  | 2562  |           |

Tabel 8-11: Niet-broedvogel sleutelsoorten met de 1%-norm als instandhoudingsdoel voor het aantal vogels in de Zeeschelde. Per seizoen, 2009/10 – 2014/15, is het seizoenmaxima gegeven. In de evaluatie is aangegeven of de soort aan het criterium voldoet: groen= voldoet, rood = voldoet niet.

| Soort        | Periode |         |         |         |         |
|--------------|---------|---------|---------|---------|---------|
|              | 1986-91 | 1992-97 | 1998-03 | 2004-09 | 2010-15 |
| Grauwe gans  | 0       | 83      | 33      | 0       | 0       |
| Krakeend     | 100     | 100     | 100     | 100     | 100     |
| Pijlstaart   | 0       | 50      | 100     | 100     | 17      |
| Tafeleend    | 0       | 33      | 100     | 50      | 0       |
| Wintertaling | 100     | 100     | 100     | 100     | 0       |
|              |         |         |         |         |         |
| Gemiddeld    | 40      | 73      | 87      | 70      | 23      |

Tabel 8-12: Ontwikkeling van niet-broedvogelsoorten die het 1%-criterium hebben overschreden in de Zeeschelde per periode van zes jaren van 1992-2015. Per periode is als % aangegeven hoe vaak het criterium per soort gehaald wordt. Per soort zijn de perioden groen gemarkeerd waarin wel aan de eis wordt voldaan.

## Interpretatie

### Broedvogels

In het Deltagebied broeden verschillende soorten kustbroedvogels in nationaal en internationaal belangrijke aantallen (Strucker et al. 2016). De Hooge Platen in de Westerschelde vormen een belangrijk broedgebied voor grote stern, visdief, dwergstern en zwartkopmeeuw. Daarnaast hebben op verschillende plaatsen natuurontwikkelingsprojecten langs de Westerschelde plaatsgevonden, waar soorten als plevieren en kluten van hebben geprofiteerd: Voorland Nummer Een, Inlaag 2005 bij Ellewoutsdijk, Waterdunen en Margarethapolder. Met het ouder worden van deze gebieden worden ze veelal weer ongeschikt, waardoor ook deze soorten weer verdwijnen. Op verschillende dijktrajecten werd de buitendijkse onderhoudsweg voor publiek opengesteld, waardoor deze trajecten minder geschikt werden voor plevieren (Strucker et al. 2016).

De kustbroedvogels zijn zeer afhankelijk van dynamische gebieden, waar regelmatig nieuwe broedlocaties ontstaan. Indien er geen nieuwe locaties ontstaan, neemt de broedgelegenheid geleidelijk verder af. Dit geldt op korte termijn voor bontbekplevier, kluut, strandplevier en visdief, maar op iets langere termijn ook voor grote stern en dwergstern (Ministerie I&M | Rijkswaterstaat 2016). Binnen het lopende beheerplan zullen voor deze soorten maatregelen genomen worden om het huidige niveau van de vogelaantallen te handhaven.

De twee andere broedvogelsoorten met een instandhoudingsdoel voor de Westerschelde zijn bruine kiekendief en blauwborst. De eerste soort voldeed waarschijnlijk in de laatste periode slechts in vier van de zes jaren aan het instandhoudingsdoel. Voor de blauwborst zijn onvoldoende gegevens beschikbaar voor een beoordeling. De aantallen van de dwergstern liggen de laatste drie jaar boven het instandhoudingsdoel. Onduidelijk is of dit een structureel herstel is of een tijdelijk herstel: in 2015 ligt het aantal broedparen op 101. Dit is één paar boven het instandhoudingsdoel.

Voor de Zeeschelde geldt dat de meeste broedvogelsoorten het instandhoudingsdoel niet halen. Alleen baardman, blauwborst, slobend en tureluur halen het doel. Bij dodaars, kluut en rietzanger is de laatste jaren wel een positieve trend te zien, die voor een belangrijk deel binnen het Rest-IHD-gebied plaatsvindt. In dit hoofdgebied worden echter niet jaarlijks alle deelgebieden geteld. Zo werden op het Buitenschor in 2012 29 paar blauwborsten geteld en in het deelgebied Kalkense Meersen en Wijmeers 32 paar in 2012. Het al dan niet meetellen van deze deelgebieden is van grote invloed op de bereikte totalen. Om een goede interpretatie mogelijk te kunnen maken is het gewenst om alle deelgebieden jaarlijks te inventariseren of anders om het jaar, zodat ook inzicht wordt verkregen in de ontwikkelingen binnen de deelgebieden zelf.

In het MONEOS-jaarrapport Zeeschelde 2015 worden ook aantallen gepresenteerd voor broedvogels met een instandhoudingsdoel (Van Ryckegem et al. 2016). Deze aantallen stemmen veelal niet overeen met de aantallen in Tabel 8-7. Dit suggereert dat de aangeleverde aantallen niet compleet zijn of dat het INBO gebruik heeft kunnen maken van andere gegevensbestanden.

Daarnaast speelt mee dat niet alle broedvogelsoorten ook daadwerkelijk afhankelijk zijn van het estuariene milieu. Zoals reeds eerder door W. Mertens van het INBO is aangegeven zou een kleinere selectie van broedvogelsoorten een betere indicatie kunnen geven van het estuariene milieu voor broedvogelsoorten.

De beoordeling van de rekenparameter broedvogels van de Westerschelde is negatief, omdat alleen de bontbekplevier en de zwartkopmeeuw aan het criterium voldoen dat in vijf van de zes

jaren het instandhoudingsdoel moet worden gehaald. Voor de Zeeschelde wordt de ontwikkeling niet beoordeeld, omdat de hiervoor aangeleverde gegevens niet geschikt zijn.

#### Niet-broedvogels

Door de overgang naar een nieuw telsysteem op de Westerschelde vanaf maart 2013 was het niet mogelijk om de gegevens op niveau 3 (per zone) te analyseren. De aantallen vogels die met de nieuwe methode geteld worden liggen, zonder correctie, op jaarbasis gemiddeld 15% lager dan de berekende gecorrigeerde aantallen vogels. Deze laatste aantallen zijn alleen voor het gehele estuarium berekend en niet per zone. Er is dan ook gekozen om alleen te kijken naar de ontwikkeling van het seizoengemiddelde voor de gehele Westerschelde. In de laatste zes telseizoenen voldoen slechts zes van de 31 soorten aan het criterium dat in vijf van de zes seizoenen het instandhoudingsdoel gehaald moet worden. Dit geldt voor bergeend, kleine zilverreiger, krakeend, lepelaar, slobbeend en wulp. De laatste zes jaren vertonen alleen bergeend, kleine zilverreiger, lepelaar, pijlstaart en wintertaling een positieve trend, terwijl fuut, Kievit, kolgans, middelste zaagbek, scholekster, slechtvalk, slobbeend, wulp en zeearend geen duidelijke trend vertonen. Alle overige 17 soorten hebben een negatieve trend (zie bijlage F). De herbivore soorten nemen in aantal af of blijven gelijk. De slikgebonden eendsoorten als bergeend, pijlstaart en wintertaling nemen toe. De grauwe gans is sterk afgenomen, omdat de soort vermoedelijk zijn geprefereerde voedselbron, de knollen van de heen, sterk heeft overbegraasd (zie ook paragraaf 8.8 Vegetatie). Smient en wilde eend zijn hier eveneens afgenomen. De draagkracht van het gebied zelf lijkt op orde, maar het knelpunt ligt buiten het gebied, waar mogelijk sprake is van een afname van de voedselbeschikbaarheid (Ministerie I&M | Rijkswaterstaat 2016).

De trend voor de steltlopers is met uitzondering van de wulp negatief. Wanneer de seizoenen 2005/06 – 2007/08 vergeleken worden met de seizoenen 2012/13 – 2014/15 is het aantal vogeldagen van de steltlopers met 37% afgenomen (Arts et al. 2016).

De aantallen visetende watervogels zijn de laatste vijf jaren gelijk gebleven (fuut, middelste zaagbek) of toegenomen (lepelaar, kleine zilverreiger).

Van 1992 tot vlak na de eeuwwisseling was er in de Zeeschelde nog sprake van een sterke toename van de aantallen watervogels, waarna de aantallen begonnen te dalen.

De sterke afname van de watervogels heeft zich de laatste zes telseizoenen voorgezet, waarbij een soort als de tafeleend, die in seizoen 1996 nog een maximum bereikte van 9.927 vogels, in het seizoen 2015 slechts een maximum van 10 vogels bereikte. Ook de wintertaling is teruggelopen van 18.585 vogels in 1995 naar 2.562 vogels in 2015.

Tabel 8-10 liet zien per periode van zes jaren welke soorten niet-broedvogels in de Westerschelde per periode voldeden aan het criterium dat ze minstens in vijf van de zes jaren aan het instandhoudingsdoel moesten voldoen. Opmerkelijk genoeg voldeed in de periode 1998-2003 geen enkele soort in alle vijf of zes jaren aan dit doel. De aantallen vogels in de Nederlandse Natura 2000-gebieden in de periode 1999/2000 – 2003/2004 zijn gebruikt voor het berekenen van de seizoengemiddelden waarop de instandhoudingsdoelstellingen zijn gebaseerd (SOVON & CBS 2005). Aangezien sprake is van een gemiddelde waarde, zullen jaarlijkse seizoengemiddelden hier deels boven en deels onder liggen, zodat er bij gelijkblijvende aantallen nooit sprake van kan zijn dat aan het criterium kan worden voldaan.

### 8.2.3 Rekenparameter Trends in exoten (niet-broedvogels)

#### Definitie

In de meest gunstige situatie zijn er in het estuarium geen exoten aanwezig. Echter, verschillende exoten hebben zich in het estuarium gevestigd en planten zich hier ook voort, zodat sprake is van een permanente populatie. Andere soorten zijn tijdelijk aanwezig en verdwijnen weer. Exoten zijn vogels die van nature niet in België en Nederland voorkomen, maar als gevolg van menselijk handelen hier terecht zijn gekomen.

In de Evaluatiemethodiek Schelde-estuarium (Maris et al. 2014) wordt gesteld dat een verdere toename van het aantal soorten ongewenst is en dat voor de exoten elke aantalstoename ongewenst is.

Voor de beoordeling of een soort een exoot is de indeling in de T2009 aangehouden, zodat de ontwikkelingen met elkaar vergeleken kunnen worden. In Tabel 8-13 en Tabel 8-14 wordt een overzicht gegeven van de soorten die in resp. Westerschelde en Zeeschelde tot de exoten zijn gerekend.

Alleen de niet-broedvogels worden hier besproken, omdat bij de watervogeltellingen de exoten standaard meegenomen worden. Gegevens van broedende exoten worden niet standaard verzameld en worden hier dan ook niet besproken.

#### Data

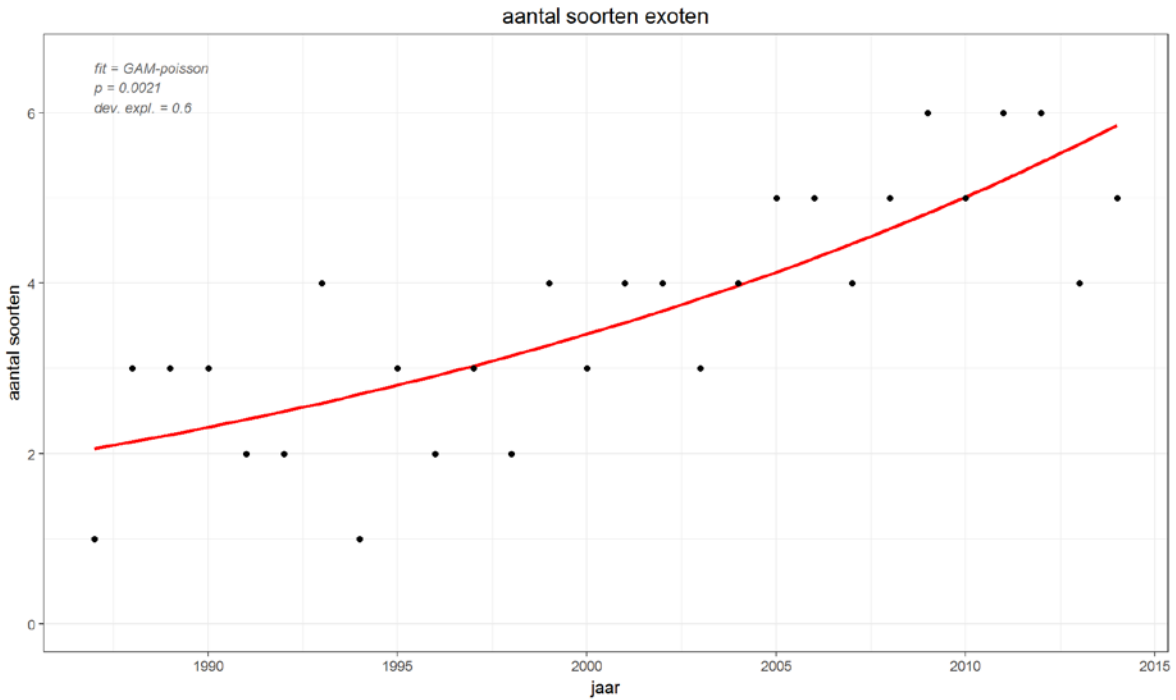
Voor de Westerschelde is reeds bij de Abundantie Intactness Index aangegeven dat de telmethode in seizoen 2012-2013 gewijzigd is, waardoor de laatste jaren niet per zone volledige gegevens beschikbaar zijn. Hierdoor kan in de laatste drie seizoenen een onderschatting van het aantal soorten exoten en aantal individuen optreden.

Voor de Zeeschelde kan gebruik gemaakt worden van de maandelijkse tellingen.

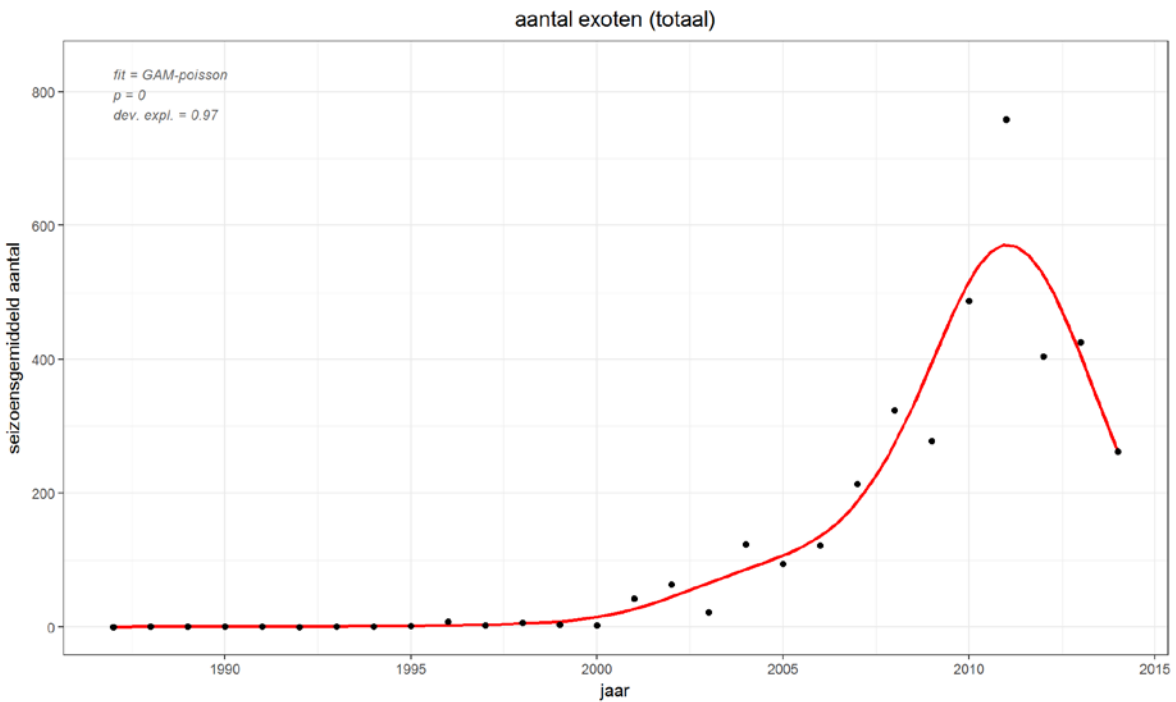
#### Analyse

De ontwikkeling van het aantal exoten in de Westerschelde staat weergegeven in Figuur 8-4. In de periode 1987-2014 neemt het aantal exoten duidelijk toe. Wel ligt het gemiddelde aantal de laatste twee jaren iets lager (Figuur 8-5). Niet uitgesloten kan worden dat dit mede aan de veranderde telmethodiek ligt.

In Tabel 8-13 wordt voor de laatste vijf jaren voor alle exoten aangegeven of ze de laatste vijf jaren nog zijn waargenomen, in welke orde van grootte de aantallen liggen en welke trend de aantallen vertonen. In totaal zijn 12 soorten opgenomen, waarvan er negen de laatste vijf jaren in de Westerschelde zijn waargenomen. De talrijkste soort is de Canadese gans waarvan de aantallen meer dan honderd bedragen en die ook een stijgende trend vertoont. Hierop volgend komt de nijlgans met meer dan een tiental vogels. Ook deze soort heeft een stijgende trend. Van alle overige soorten is het seizoengemiddelde minder dan 1 vogel, maar hiervan hebben Indische gans, kleine Canadese gans en de manengans wel een stijgende trend.



Figuur 8-4: Ontwikkeling van het seizoengemiddelde aantal soorten exoten in de Westerschelde in de periode 1987-2015.



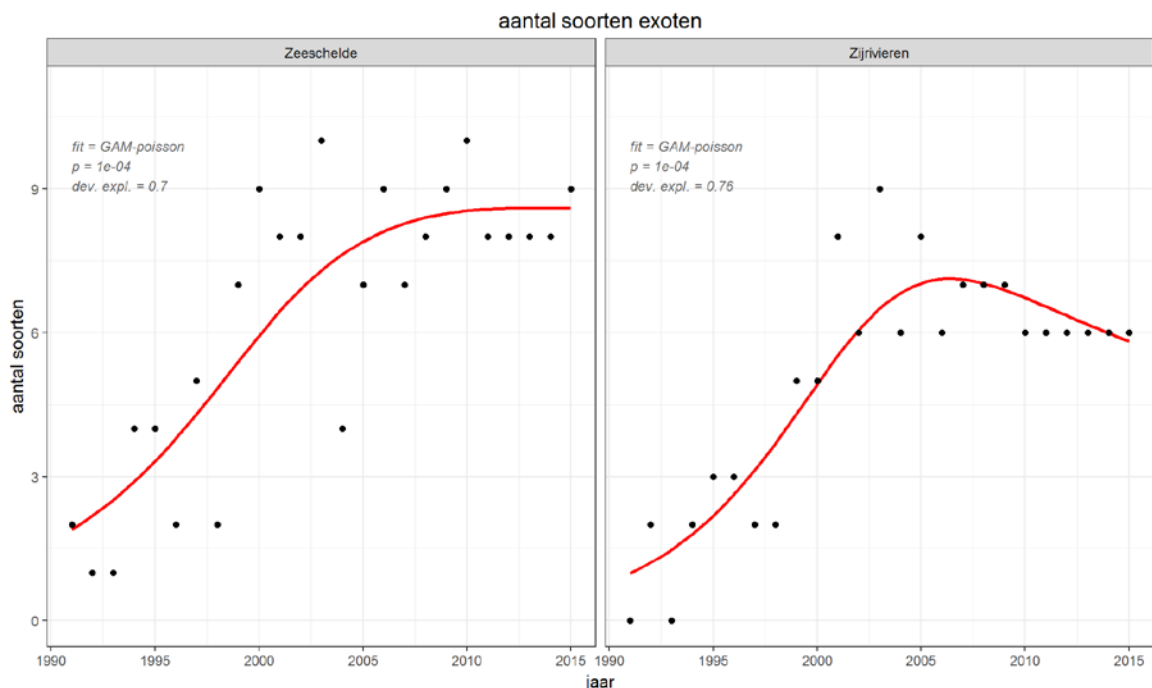
Figuur 8-5: Ontwikkeling van het seizoengemiddelde aantal vogels in de Westerschelde die tot de exoten worden gerekend.

| Soort                 | laatste 5 jaar waargenomen | aantal | trend |
|-----------------------|----------------------------|--------|-------|
| Australische bergeend | x                          | <1     | ~     |
| Canadese gans         | x                          | >100   | +     |
| Chileense flamingo    | o                          | <1     | ~     |
| Indische gans         | x                          | <1     | +     |
| Kaapse casarca        | x                          | <1     | ~     |
| Keizergans            | x                          | <1     | ~     |
| Kleine Canadese gans  | x                          | <1     | +     |
| Kleine flamingo       | o                          | <1     | ~     |
| Mandarijneend         | o                          | 0      | -     |
| Manengans             | x                          | <1     | +     |
| Nijlgans              | x                          | >10    | +     |
| Zwarte zwaan          | x                          | <1     | ~     |

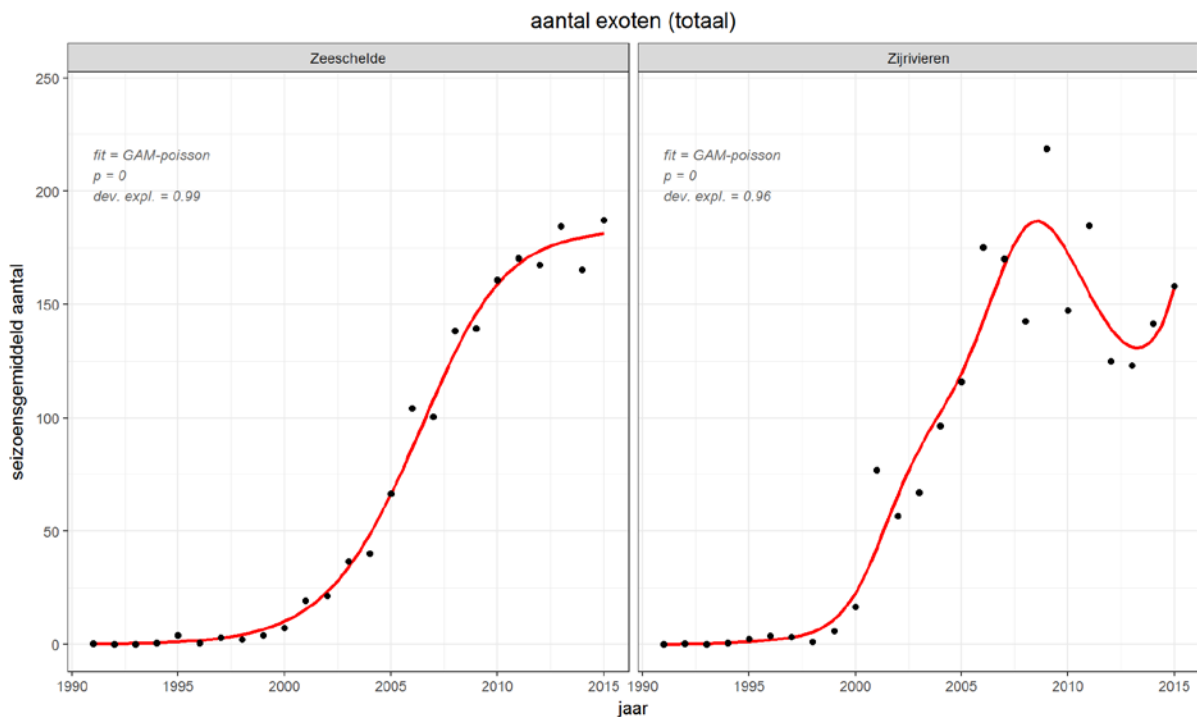
Tabel 8-13: Ontwikkeling van exoten in de seizoenen 2010/11-2014/15 in de Westerschelde. Per soort is de trend aangegeven en in welke orde van grootte de aantallen liggen. + = trend toenemend, ~ =onduidelijk, - = afnemend.

In de Zeeschelde stabiliseert het aantal soorten exoten zich vanaf 2005 (Figuur 8-6). In de zijrivieren van de Zeeschelde bereikt het aantal soorten exoten eveneens rond 2005 een piek, maar daarna lijkt er een lichte afname in het aantal soorten exoten op te treden.

In totaal zijn er 21 verschillende soorten exoten waargenomen (Tabel 8-14). Hieronder vallen ook de boerengans en de soepeend. Gemiddeld worden er jaarlijks nu rond de 8 soorten exoten in de Zeeschelde waargenomen en 6 soorten exoten in de zijrivieren. Het seizoengemiddelde aantal exoten in de Zeeschelde lijkt de laatste jaren af te vlakken (Figuur 8-7). In de zijrivieren van de Zeeschelde bereikt het totale aantal van exoten een piek rond 2009, gevolgd door een afname. De laatste twee jaren vindt er weer een toename van het aantal individuen plaats. In de Zeeschelde zijn de laatste vijf jaren de talrijkste exoten de Canadese gans (>100 ex), boerengans, nijlgans en soepeend (alle >10 ex). Hiervan hebben Canadese gans, nijlgans en soepeend een positieve trend. Ook in de zijrivieren zijn dit de talrijkste soorten met vergelijkbare aantallen. Alleen is hier bij de Canadese gans sprake van een negatieve trend.



Figuur 8-6: Ontwikkeling van het seizoengemiddelde aantal soorten exoten in de Zeeschelde (links) en in de zijrivieren (rechts) in de periode 1992-2015.



Figuur 8-7: Ontwikkeling van het seizoensgemiddelde aantal van exoten in de Zeeschelde (links) en in de zijrivieren (rechts) in de periode (1992-2015).

| Soort              | laatste 5 jaar waargenomen | Zeeschelde |       | laatste 5 jaar waargenomen | Zijrivieren |       |
|--------------------|----------------------------|------------|-------|----------------------------|-------------|-------|
|                    |                            | aantal     | trend |                            | aantal      | trend |
| Bahamapijlstaart   | x                          | <1         | ~     | o                          | <1          | ~     |
| Boerengans         | x                          | >10        | ~     | x                          | >1          | ~     |
| Canadese gans      | x                          | 100        | +     | x                          | <100        | -     |
| Carolina eend      | x                          | <1         | ~     | o                          | <1          | ~     |
| Chileense smient   | o                          | <1         | ~     | +                          | <1          | ~     |
| Chileense taling   | o                          | 0          |       | o                          | <1          | ~     |
| Heilige ibis       | o                          | <1         | ~     | o                          | 0           |       |
| Indische gans      | x                          | <1         | +     | x                          | <1          | ~     |
| Kaapse casarca     | o                          | 0          |       | o                          | <1          | ~     |
| Kaneeltaling       | o                          | <1         | ~     | o                          | <1          | ~     |
| Keizergans         | x                          | <1         | ~     | x                          | <1          | ~     |
| Magelhaengans      | x                          | <1         | ~     | o                          | 0           |       |
| Mandarijneend      | o                          | <1         | +     | o                          | <1          | +     |
| Manengans          | x                          | <1         | ~     | o                          | <1          | ~     |
| Muskuseend         | x                          | <1         | ~     | o                          | <1          | ~     |
| Nijlgans           | x                          | >10        | +     | x                          | >10         | +     |
| Ringtaling         | x                          | <1         | ~     | o                          | 0           |       |
| Rode flamingo      | o                          | <1         | ~     | o                          | <1          | ~     |
| Rosse stekelstaart | o                          | 0          |       | o                          | <1          | ~     |
| Soepeend           | x                          | >10        | +     | x                          | >10         | +     |
| Zwarte zwaan       | x                          | <1         | +     | o                          | <1          | ~     |

Tabel 8-14: Ontwikkeling van exoten in de seizoenen 2010/11-2014/15 in de Zeeschelde en de Zijrivieren. Per soort is de trend aangegeven en in welke orde van grootte de aantallen liggen. + = trend toenemend, ~ = onduidelijk, - = afnemend.

## Interpretatie

De aantallen exoten lijken bij de Zeeschelde iets hoger te liggen dan bij de Westerschelde. Dit komt deels door het feit dat boerengans en soepeend niet als aparte soorten in het MWTL-programma worden meegenomen. Indien deze soorten buiten beschouwing worden gelaten is de ontwikkeling in de Westerschelde en de Zeeschelde van het aantal exoten vergelijkbaar, waarbij er iets meer verschillende soorten exoten langs de Zeeschelde worden gezien. Veelal gaat het hier om ontsnapte exemplaren.



De ontwikkeling van Canadese ganzen en de nijlganzen komt overeen met de ontwikkeling van deze soorten in Nederland. In Nederland nemen de aantallen Canadese ganzen nog steeds sterk toe, terwijl de aantallen nijlganzen sinds 2005/2006 stabiel zijn (Hornman et al. 2016).

Het stabiliseren van het aantal soorten exoten in de Zeeschelde moet als niet negatief worden beschouwd, terwijl de groei van het aantal soorten exoten in de Westerschelde als negatief moet worden beschouwd. De belangrijkste soorten exoten zijn Canadese gans en nijlgans die beide nog in aantallen toenemen in zowel Westerschelde als Zeeschelde. Dit moet als negatief worden beoordeeld.

Voor de Westerschelde moet er wel rekening mee worden gehouden dat het telprogramma sinds maart 2013 is aangepast. Niet uitgesloten kan worden dat dit van invloed kan zijn op het aantal waargenomen soorten exoten. Bij voortzetting van het huidige telprogramma wordt duidelijk of de verandering in telmethodiek van invloed is geweest op de ontwikkeling van het aantal soorten exoten in de Westerschelde. Indien sprake is van een tijdelijke afname is waarschijnlijk de telmethodiek een bepalende factor geweest.

#### Conclusie vogels

In Tabel 8-15 worden de conclusies ten aanzien van de vogels in de Westerschelde en Zeeschelde samengevat.

| parameter        | specificatie    | Westerschelde    |                 |            | Zeeschelde    |             |           |           |       |       |  |
|------------------|-----------------|------------------|-----------------|------------|---------------|-------------|-----------|-----------|-------|-------|--|
|                  |                 | Sterk polyhalien | Zwak polyhalien | mesohalien | sal. gradiënt | oligohalien | Zoet Lang | Zoet Kort | Rupel | Durme |  |
| niet-broedvogels | abundance Index |                  |                 |            |               |             |           |           |       |       |  |
| broedvogels      | sleutel         |                  |                 |            |               |             |           |           |       |       |  |
| niet-broedvogels | sleutel         |                  |                 |            |               |             |           |           |       |       |  |
| exoten           | soort           |                  |                 |            |               |             |           |           |       |       |  |
| exoten           | aantal          |                  |                 |            |               |             |           |           |       |       |  |

Tabel 8-15: Samenvatting van de evaluatie van de verschillende rekenparameters voor vogels. Groen: evaluatie positief, rood = negatief. Het criterium sleutelsoorten broedvogels Zeeschelde is komt te vervallen.

### 8.3 Toetsparameter Zoogdieren

In het Schelde-estuarium lopen diverse zoogdiermonitoringsprogramma's. Deze richten zich hoofdzakelijk op zeezoogdieren, maar ook op een beperkt aantal andere zoogdiersoorten, die vermeld staan in een annex van de Habitatrichtlijn. Dit betreft o.a. de Noordse woelmuis, bever, otter en een aantal vleermuissoorten. Omdat hun relatie met het ecologisch functioneren van het estuariene systeem beperkt is, worden ze hier verdere buiten beschouwing gelaten.

Hoewel circa 21 zeezoogdiersoorten sporadisch in de Westerschelde worden waargenomen zijn slechts 3 soorten permanent aanwezig: gewone zeehond, grijze zeehond en bruinvis. Alleen voor de gewone zeehond geldt in het Deltagebied een regionale populatiedoelstelling van 200 exemplaren. Voor de Westerschelde en Saeftinghe moet het areaal aan ongestoord gebied toenemen, zodat het geschikter wordt voor de voortplanting van de gewone zeehond.

Weliswaar worden er regelmatig zeezoogdieren in de Zeeschelde gezien, maar aangezien het hier vooral om dwaalgasten gaat volgens de EMS, worden de waarnemingen in de Zeeschelde niet betrokken bij de evaluatie. Alleen de gewone zeehond is geselecteerd voor de evaluatie van de Westerschelde.

De gewone zeehonden in de Westerschelde zijn onderdeel van de populatie in het Deltagebied. De Voordelta is hiervan het belangrijkste gebied. Hiermee wisselen de dieren in de Westerschelde mee uit. Daarnaast is er ook uitwisseling van gewone zeehonden tussen het Deltagebied en de Waddenzee (Ministerie van I&M | Rijkswaterstaat 2016).

### 8.3.1 Rekenparameter Aantal zeehonden

#### Definitie

Uit de tellingen, die twee keer per maand plaatsvinden in de periode mei-oktober, blijkt dat tijdens de maand augustus de kleinste variatie in totale aantallen optreedt, zodat op basis van de augustusaantallen de meest zinvolle uitspraak gedaan kan worden over de ontwikkeling van het totale aantal gewone zeehonden in de Westerschelde. Aangezien er tussen Westerschelde en de Deltapopulatie veel uitwisseling plaatsvindt, is de Deltapopulatie niet geschikt als referentie. In de EMS is gekozen voor een vergelijking van de aantallen gewone zeehonden in de Westerschelde in augustus met de aantallen gewone zeehonden in augustus in de Nederlandse Waddenzee.

De grootte van de Scheldepopulatie moet in augustus minstens 1% te bedragen van de populatie in de Nederlandse Waddenzee. Indien het aandeel lager is dan 1% moet de situatie als negatief worden beoordeeld.

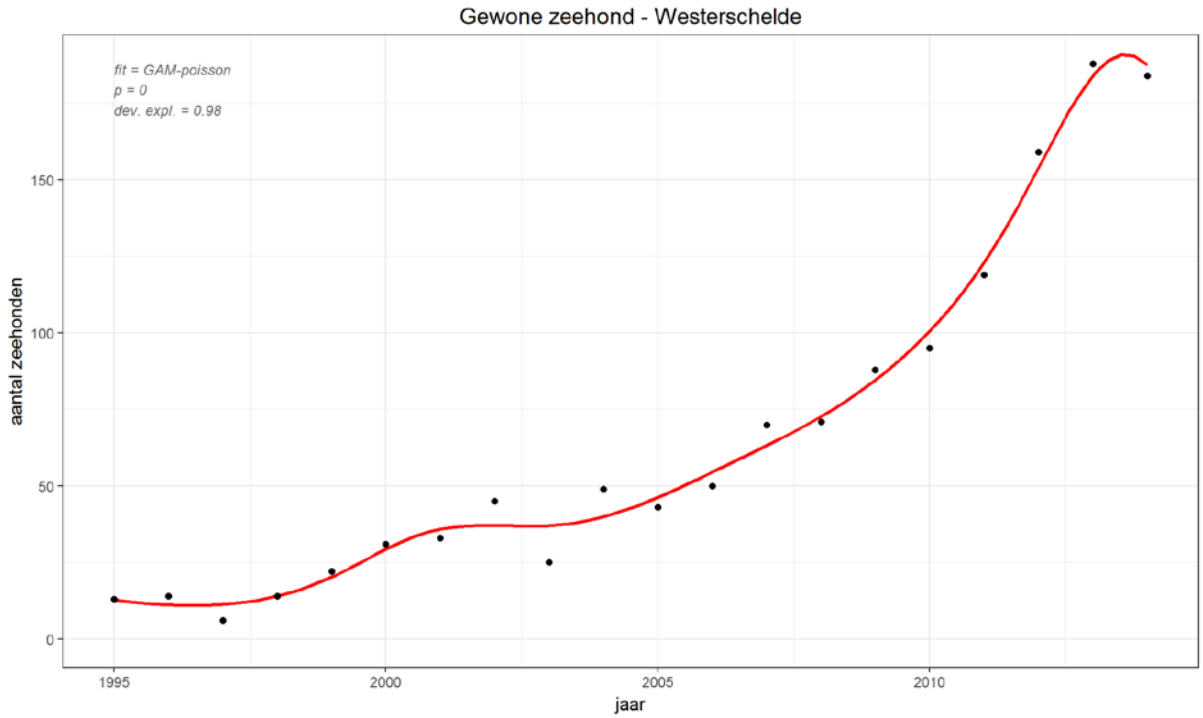
#### Data

Voor de augustus gegevens is gebruik gemaakt van de gegevens afkomstig van de MWTL-tellingen. Voor de populatieschattingen van de gewone zeehond in de Waddenzee is gebruikt gemaakt van Brasseur et al. (2013) met aanvullingen van de website: [www.clo.nl/indicatoren/123111-gewone-en-grijze-zeehond -in-waddenzee-en-deltagebied?i=19-135](http://www.clo.nl/indicatoren/123111-gewone-en-grijze-zeehond-in-waddenzee-en-deltagebied?i=19-135).

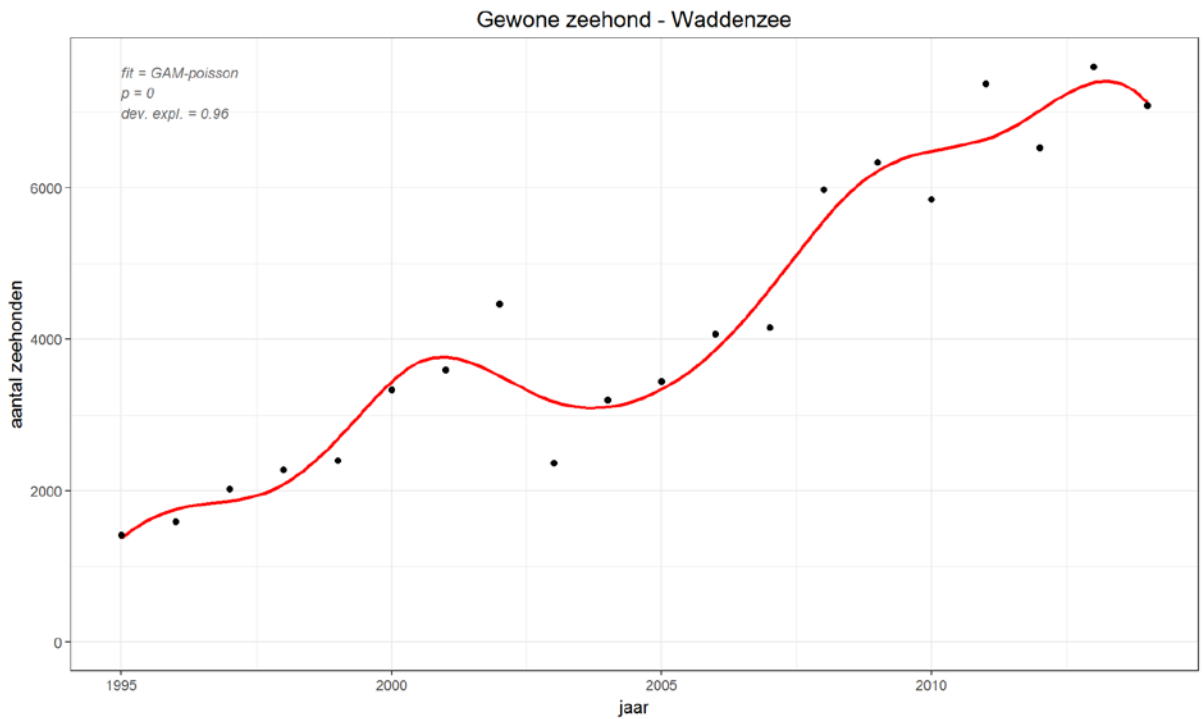
#### Analyse

Figuur 8-8 Laat zien dat het aantal gewone zeehonden in de Westerschelde sinds de start van de tellingen over het algemeen een stijgende trend laat zien met uitzondering van de periode 2000-2005. In 2003 is er een kleine dip in de aantalsontwikkeling, die echter minder uitgesproken is dan die in de Waddenzee. Het aantal gewone zeehonden ligt in augustus 2015 iets lager dan de waarde in 2014, maar het is te vroeg om te concluderen dat het aantal stabiliseert.

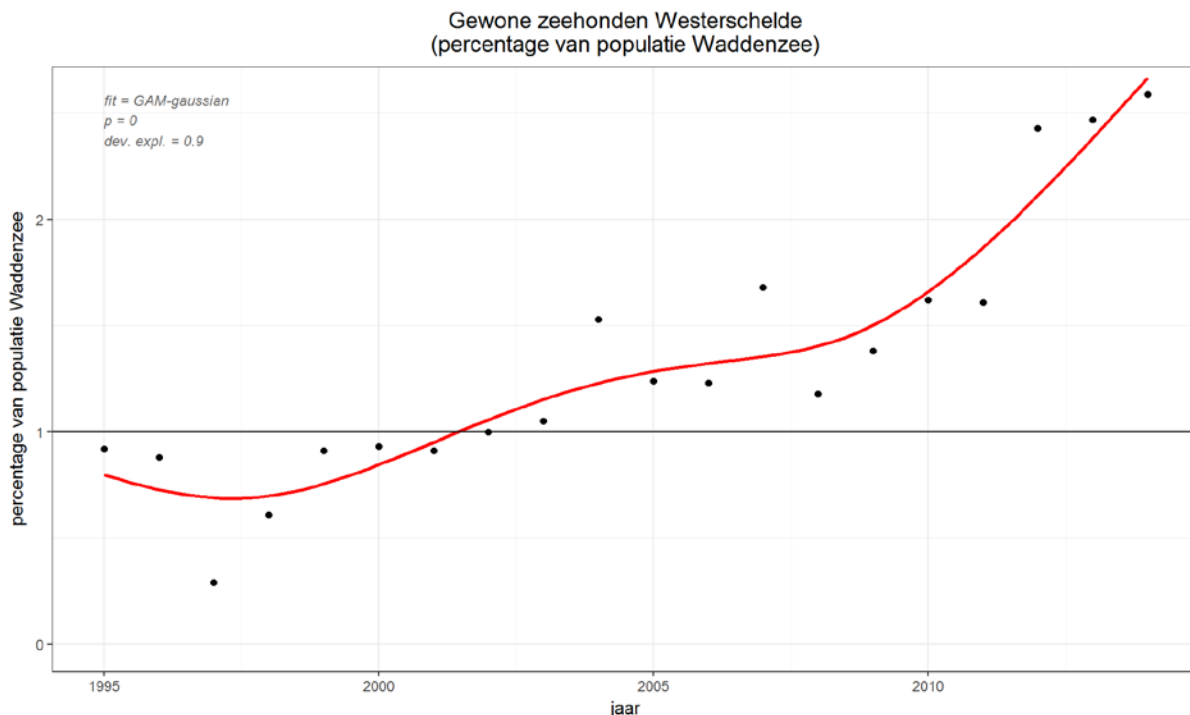
Ook de Waddenzee laat een toenemend aantal gewone zeehonden in augustus zien (Figuur 8-9). Wel is er een duidelijke afname te zien in 2003 en pas vanaf 2008 zijn de aantallen weer hoger dan in 2004.



Figuur 8-8: De ontwikkeling van het aantal gewone zeehonden in de Westerschelde tijdens de laagwatertelling in augustus.



Figuur 8-9: Aantal gewone zeehonden geteld in augustus in de Waddenzee.



*Figuur 8-10: Verhouding tussen het aantal gewone zeehonden geteld in augustus in de Westerschelde en het aantal geteld in de Waddenzee. De zwarte lijn is de 1% lijn.*

Aanvankelijk zijn de aantallen gewone zeehonden in de Westerschelde minder dan 1% van de populatie in de Waddenzee, maar vanaf 2004 is de populatie in de Westerschelde meer dan 1% van de populatie in de Waddenzee (Figuur 8-10).

### Interpretatie

De gewone zeehond werd tot begin jaren zestig (1961 in de Delta, 1962 in de Waddenzee) bejaagd. Begin 20<sup>e</sup> eeuw werd de populatie geschat op 11.500 dieren in het Deltagebied, waarbij de aantallen in de Oosterschelde en de Grevelingen beduidend hoger waren dan in de Westerschelde (Geelhoed & van Polanen Petel 2011). In 1959 was het aantal teruggelopen tot 350. De soort werd in de jaren zeventig als bijna verdwenen beschouwd en in de jaren tachtig zelfs als uitgestorven (Meininger et al. 2003). De uitvoering van de Deltawerken heeft ook een negatief effect op de gewone zeehond gehad, maar door de afsluiting van de zeearmen ontstonden nieuwe ligplaatsen in de Voordelta. Sinds eind jaren negentig is een voorzichtig herstel waarneembaar, dat vooral te danken is aan immigratie vanuit de snel groeiende populatie in de Waddenzee (Geelhoed & van Polanen Petel 2011).

De gewone zeehond is landelijk in een gunstige staat van instandhouding. Het streven voor de Delta is een regionale populatie van tenminste 200 exemplaren, waaraan de Voordelta de grootste bijdrage levert.

Voor de Westerschelde geldt als criterium dat de Westerscheldepopulatie minstens 1% van de Waddenzeepopulatie bedraagt. Figuur 8-10 laat zien dat hier in de Westerschelde na 2003 altijd jaarlijks aan wordt voldaan en dat de laatste jaren de Westerscheldepopulatie zelfs 2,5% van de Waddenzeepopulatie bedraagt. Hiermee wordt dus ruimschoots aan het criterium voldaan. Hiermee is dus sprake van een positieve evaluatie.

### 8.3.2 Verklarende parameter aantal pups geboren in de Schelde

#### Definitie

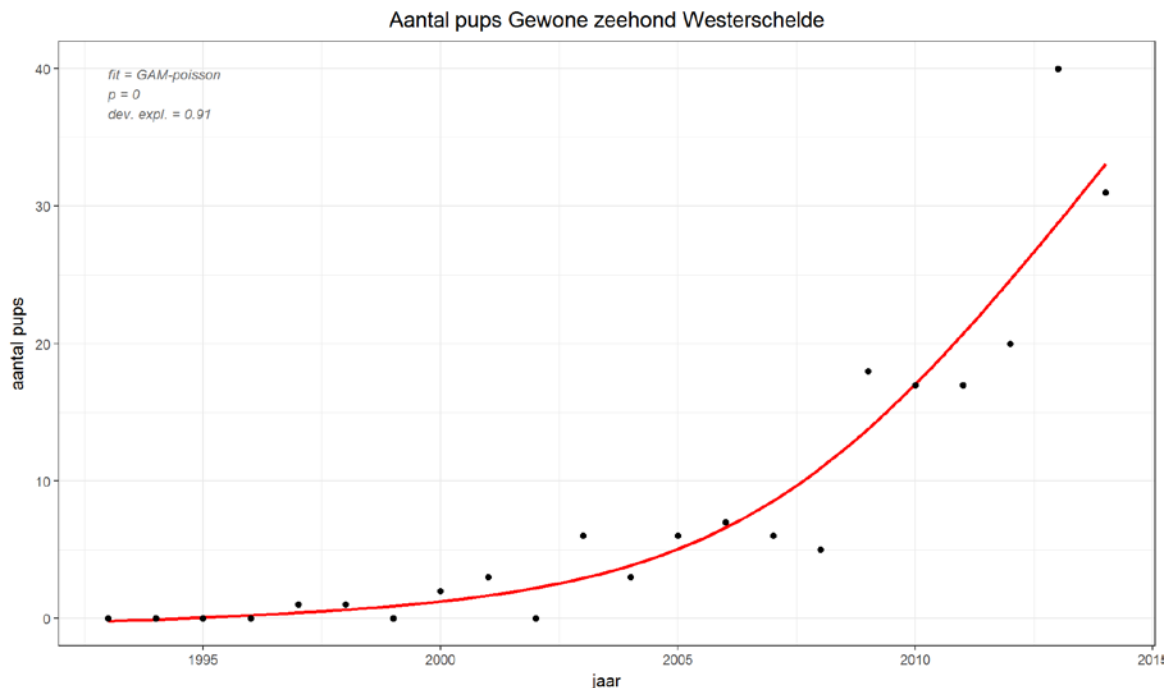
Het aantal pups geboren in de Westerschelde is mede bepalend voor de ontwikkeling van de populatie van de gewone zeehond in de Oosterschelde.

#### Data

Bij de jaarlijkse MWTL-monitoring van de aantallen pups geboren in de Westerschelde van de gewone zeehond wordt de juli-telling gehanteerd als maat voor het aantal geboren pups (zie Arts et al. 2016). Hier is bij aangesloten. Er is gebruik gemaakt van de aantallen pups gepresenteerd in deze rapportage.

#### Analyse

Figuur 8-11 geeft het aantal pups van de gewone zeehond, dat in juli in het desbetreffende jaar in de Westerschelde is waargenomen. Geleidelijk is na de eerste waarneming in 1997 van één pup het aantal waargenomen pups in de Westerschelde toegenomen. In 2008 bedroeg het aantal pups 18 tegenover maximaal 7 in de voorgaande jaren. In 2013 was er opnieuw een sprong; van maximaal 20 pups in voorgaande jaren naar 40 pups in 2013.



Figuur 8-11: Jaarlijkse productie van pupsmaximaal aantal waargenomen pups van de gewone zeehond in de Westerschelde.

#### Interpretatie

In 1994 werden voor het eerst weer jonge zeehonden in de Westerschelde gevonden (Meininger et al. 2003). Sindsdien worden jaarlijks jongen geboren, maar dit was onvoldoende om de groei van de populatie in de Westerschelde te verklaren (Geelhoed & van Polanen Petel 2011). Fijn et al. (2013) geven aan dat in een stabiele populatie jaarlijks circa 9% van de populatie uit pups moet bestaan. Als maat voor de populatie in de Westerschelde wordt het augustus aantal aangehouden. Sinds 2003 ligt het aandeel pups in de orde van grootte van 10% en de laatste jaren zelfs tussen de 15-20% (Figuur 8-11). Dit betekent dat de jongenproductie de laatste jaren voldoende groot is om de populatie in de Westerschelde te ondersteunen.

**Evaluatie**

| parameter                                  | specificatie          | Westerschelde |
|--|-----------------------|---------------|
| verhouding aantal Westerschelde: Waddenzee | rekenparameter        |               |
| aantal pups geboren                        | verklarende parameter |               |

Tabel 8-16: Samenvatting van de evaluatie van de verschillende rekenparameters voor zeezoogdieren.  
Groen: evaluatie positief, rood = negatief.

## 8.4 Toetsparameter Vissen

### Algemeen

De datasets van vissen bestaan uit data van verschillende monitoringstechnieken: dubbele schietfuisen, ankerkuil en koelwaterinlaat voor Vlaanderen en boomkor en ankerkuil voor Nederland. Deze datasets worden gekenmerkt door verschillen in vangstefficiëntie per soort en gebruik van verschillende eenheden.

Voor Nederland is de ankerkuil data buiten beschouwing gelaten. De monitoringsperiode is vrij kort (vanaf 2007) en de inspanning tussen de jaren (visuren per jaar) verschilt sterk en is niet voor alle jaren te bepalen. Daardoor kan er geen goede trend bepaald worden op basis van deze gegevens.

De dataset van boomkor data van Nederland (1970 tot 2015 uit het MONEOS monitoringsprogramma) is gegeven in kg per hectare en aantal vissen per hectare, per sample, per taxon. Per sample is in GIS bepaald tot welke Scheldezone deze behoort.

Van de dataset voor Vlaanderen (1995 tot 2016) zijn verschillende eenheden (biomassa per fuikdag, aantal vissen per fuikdag, aantal vissen per m<sup>3</sup>, biomassa per m<sup>3</sup>) gecombineerd binnen één bestand. Voor de berekening van de verschillende toetsparameters is gebruik gemaakt van de meest voorkomende eenheid: aantal vissen per fuikdag. Voor de vergelijkbaarheid tussen de verschillende Scheldezones en jaren zijn de data in andere eenheden niet gebruikt. Van de data is per meetstation in GIS bepaald tot welke Scheldezone deze behoort. De overige gegevensbronnen zijn voor de Zeeschelde niet gebruikt, omdat hiervoor geen referentiewaarden zijn opgesteld. De projectgroep zal in een vervolgstap deze referentiewaarden laten opstellen.

### 8.4.1 Rekenparameter Intactness-Index

#### Definitie

De rekenparameter Intactness Index, is gebaseerd op de aan- of afwezigheid van soorten uitgaande van referentiematrixen voor vissen in de Evaluatiemethodiek Schelde-estuarium zesjaarlijks bepaald op niveau 3 (Scheldezones). Voor een positieve beoordeling mag de trend niet afnemen.

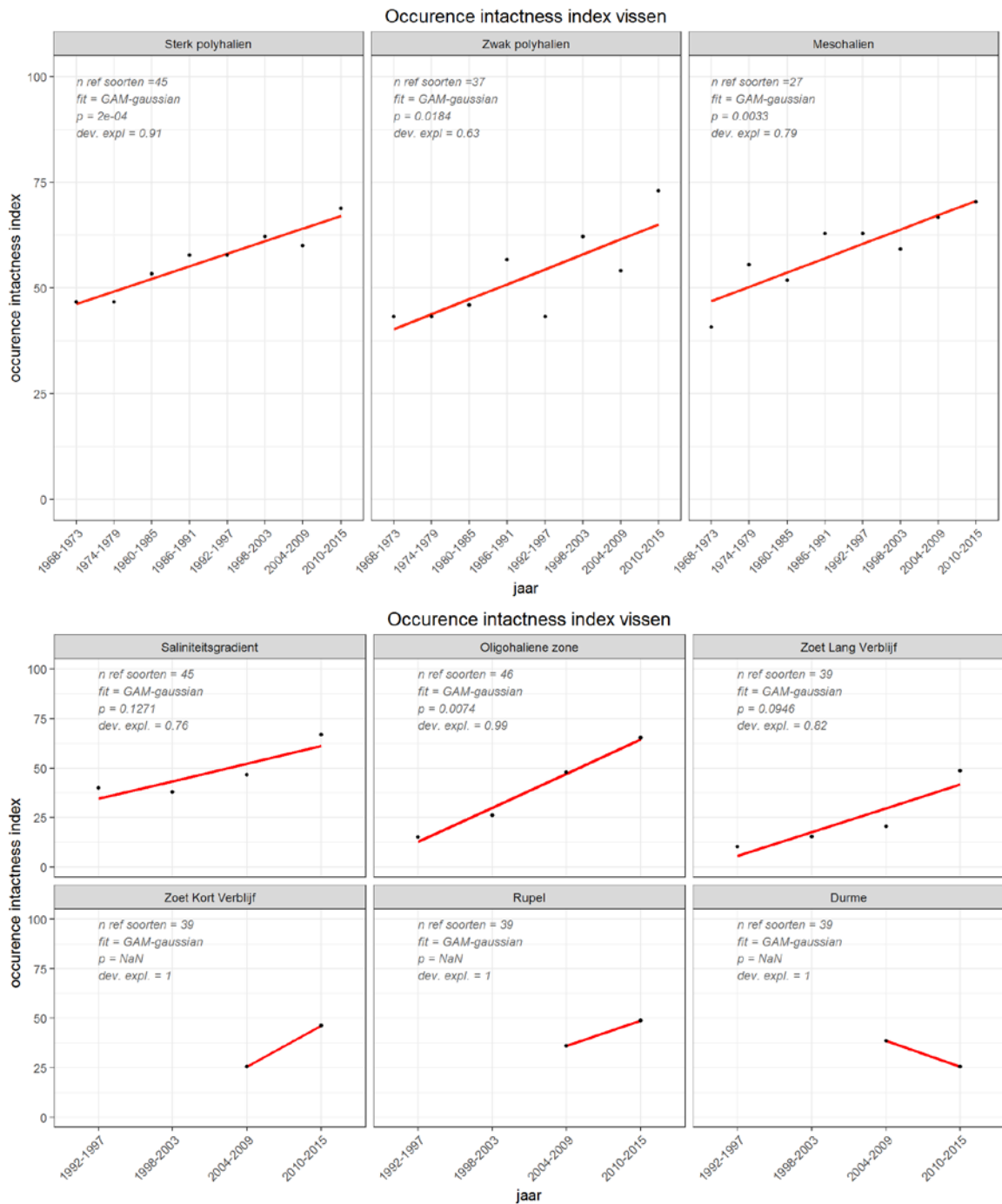
#### Data

Voor de datasets van Vlaanderen (schietfuisendata van 1995 tot 2016) en voor Nederland (boomkordata van 1970 tot 2015) is de Occurrence Intactness Index berekend op basis van de aan- /afwezigheid per referentiesoort per Scheldezone per periode van 6 jaar.

Voor Nederland is geen onderscheid gemaakt tussen grote en kleine zeenaald. In de referentiematrix is dit wel gedaan. Aangezien de soorten voor de verschillende Scheldezones identieke referentiewaarden hebben zijn deze in de referentie matrix samengevoegd tot 1 soort: Zeenaalden indet – *Syngnathidae*

### Analyse

Figuur 8-12 geeft de ontwikkeling van de Occurrence Intactness Index weer per periode van zes jaren voor de verschillende zones van zowel Westerschelde als Zeeschelde.



Figuur 8-12: Vissen: Trends in Occurrence Intactness Index op basis van aan- en afwezigheid van referentiesoorten (zesjaarlijks gemiddelde) voor de Westerschelde (boven) en de Zeeschelde (beneden).

#### Westerschelde

In de periode 2010-2015 zijn in de Westerschelde per zone 20 tot 32 soorten uit de referentiematrix aangetroffen. Voor alle drie de zones geldt dat de Occurrence Intactness Index

een stabiele toenemende trend laat zien over een langjarige periode van 1968 tot 2015 (Figuur 8-12).

#### Zeeschelde

In de periode 2010-2015 zijn in de Zeeschelde per zone 10 tot 30 soorten uit de referentiematrix aangetroffen. Voor zone 5 Oligohaline zone is een stabiele toenemende trend zichtbaar voor de Occurrence Intactness Index. Voor de overige zones geldt dat er geen significante trends aangetoond zijn, maar deze wel significantie benaderden (Zone 4 Saliniteitsgradiënt en zone 7 Zoet lang verblijf). In beide gebieden is sprake een toenemende trend zichtbaar (Figuur 8-12).

#### Interpretatie

De evaluatie voor de zones in de Westerschelde is positief, er is een toenemende trend van de Occurrence Intactness Index voor de drie zones. De evaluatie voor diverse zones in de Zeeschelde is met uitzondering van zone 5 Oligohaline zone onbekend, door het ontbreken van significante trends. Trends lijken overwegend toe te nemen maar kunnen alleen voor zone 5 Oligohaliene zone statistisch onderbouwd worden.

### 8.4.2 Rekenparameter sleutelsoorten: trends in aantallen/biomassa

#### Definitie

De rekenparameter sleutelsoorten, is gebaseerd op het overzicht aan sleutelsoorten (zie Evaluatiemethodiek Schelde-estuarium), waarvan de kwantiteit (trend) niet mag afnemen voor een positieve beoordeling. De trends zijn bepaald op niveau 3 (Scheldezones). De soorten zijn als sleutelsoort opgenomen omdat zij een bepaalde status hebben (doelsoorten, rode lijst soorten, bedreigde soorten en typische soorten voor specifieke habitats met een bijzondere status (Natura 2000)). Eveneens zijn soorten opgenomen waarvan het voorkomen indicatief is voor de toestand van het systeem (bijvoorbeeld voor habitatfragmentatie, habitat aanwezigheid en/of verontreinigingen).

#### Data

Van de dataset van de Westerschelde (boomkordata van 1970 tot 2015) is de trend van sleutelsoorten gebaseerd op het gemiddelde aantal vissen per hectare per Scheldezone per jaar. Van de dataset van de Zeeschelde (schietfuikendata van 1995 tot 2016) is de trend van sleutelsoorten gebaseerd op het gemiddeld aantal vissen per fuikdag per Scheldezone per jaar.

#### Analyse

##### Westerschelde

De resultaten van de trend analyses staan in Tabel 8-17; alleen soorten waarvoor een significante trend en een toereikende fit is gevonden zijn hieronder toegelicht.

##### Zone 1 Sterk polyhalien:

- Bot: toename sinds 2000.
- Dikkopje: hogere aantallen in 2012 en 2013; geen duidelijke trend.
- Grote koornaarvis: eerder geen duidelijke trend van toe- of afname, laatste 3 jaar trend richting toename.
- Haring: Langjarige trend van toename, periode 2010-2015 jaar afname.
- Puitaal: toename sinds 2003.
- Slakdolf: langjarige afname, toename in de periode 2010-2015.
- Schol: matige doch langjarig stabiele toename sinds 1990.



- Spiering: toename sinds 2010.
- Tong: afname sinds 2005.
- Zeedonderpad: sinds 2010 hogere aantallen dan daarvoor.
- Zeenaald: sinds 2010 jaren met hogere aantallen dan daarvoor, maar in 2011 en 2015 vergelijkbaar laag, onduidelijke trend.

| Soort                    | Sterk polyhalien |             |          | Zwak polyhalien |             |          | Mesohalien  |             |          |
|--------------------------|------------------|-------------|----------|-----------------|-------------|----------|-------------|-------------|----------|
|                          | P                | dev ex      | trend    | P               | dev ex      | trend    | P           | dev ex      | trend    |
| Ansjovis                 | NS               | 0,12        |          | NS              | 0,65        |          | NS          | 0,15        |          |
| Bot                      | <b>0</b>         | <b>0,83</b> | <b>+</b> | <b>0</b>        | <b>0,51</b> | <b>-</b> | <b>0</b>    | <b>0,76</b> | <b>+</b> |
| Botervis                 | NS               | 0,15        |          | NS              | 0,5         |          |             |             |          |
| Brakwatergrondel         | NS               | -           |          | NS              | 1           |          | NS          | -           |          |
| Dikkopje                 | <b>0</b>         | <b>1</b>    | ~        | NS              | 1           |          | <b>0</b>    | <b>1</b>    | ~        |
| Driedoornige stekelbaars | NS               | 0,1         |          | NS              | 0,02        |          | NS          | 0           |          |
| Fint                     | NS               | 1           |          | NS              | 0,25        |          | NS          | 0,1         |          |
| Grote koornaarvis        | <b>0,00</b>      | <b>0,53</b> | ~        | NS              | 0,24        |          | NS          | 0,61        |          |
| Haring                   | <b>0</b>         | <b>0,5</b>  | <b>-</b> | <b>0</b>        | <b>0,56</b> | ~        | <b>0</b>    | <b>0,33</b> | <b>+</b> |
| Harnasmannetje           | <b>0</b>         | <b>0,36</b> | ~        | <b>0</b>        | <b>0,53</b> | ~        | <b>0</b>    | <b>0,36</b> | ~        |
| Kabeljauw                | NS               | 0,22        |          |                 |             |          | <b>0</b>    | <b>0,57</b> | ~        |
| Kleine pieterman         | NS               | 0,1         |          | 0               | 0,33        |          |             |             |          |
| Paling                   | 0,015            | 0,19        |          | <b>0,02</b>     | <b>0,34</b> | <b>-</b> | <b>0</b>    | <b>0,53</b> | <b>-</b> |
| Puitaal                  | <b>0,04</b>      | <b>0,58</b> | <b>+</b> | <b>0,06</b>     | <b>0,74</b> | <b>+</b> | <b>0,01</b> | <b>0,57</b> | <b>+</b> |
| Rivierprik               | NS               | -           |          | NS              | 0,9         |          | NS          | -           |          |
| Rode poon                | NS               | 0           |          | NS              | 0,58        |          | NS          | 0           |          |
| Schol                    | <b>0</b>         | <b>0,36</b> | <b>+</b> | <b>0</b>        | <b>0,56</b> | <b>+</b> | <b>0</b>    | <b>0,33</b> | <b>-</b> |
| Slakdolf                 | <b>0</b>         | <b>0,62</b> | <b>+</b> | <b>0</b>        | <b>0,75</b> | ~        | <b>0</b>    | <b>0,55</b> | ~        |
| Spiering                 | <b>0</b>         | <b>0,95</b> | <b>+</b> | <b>0</b>        | <b>0,91</b> | <b>+</b> | <b>0</b>    | <b>0,97</b> | <b>+</b> |
| Stekelrog                | NS               | -           |          | 1               | -           |          | NS          | -           |          |
| Tong                     | <b>0</b>         | <b>0,39</b> | <b>-</b> | 0               | 0,29        |          | <b>0</b>    | <b>0,62</b> | <b>-</b> |
| Vijfdradige meun         | 0,012            | 0,23        |          | <b>0,00</b>     | <b>0,32</b> | ~        | <b>0</b>    | <b>0,46</b> | ~        |
| Wijting                  | 0                | 0,3         |          | 0               | 0,24        |          | <b>0</b>    | <b>0,51</b> | ~        |
| Zeedonderpad             | <b>0</b>         | <b>0,58</b> | <b>+</b> | 0,006           | 0,24        |          | <b>0,00</b> | <b>0,54</b> | <b>-</b> |
| Zeenaald (indet)         | <b>0</b>         | <b>0,7</b>  | ~        | <b>0</b>        | <b>0,74</b> | ~        | <b>0,00</b> | <b>0,38</b> | ~        |
| Zeeprik                  | NS               | 0           |          | NS              | -           |          | NS          | 0,9         |          |

Tabel 8-17: Vissen - sleutelsoorten: Trends voor sleutelsoorten (aantallen) Westerschelde: groen = significant positieve trend, rood – significant negatieve trend. P: P waarde / probabilliteit van statistisch model, dev ex: welke mate de variatie te verklaren is door de trend, trend: richting van de trend in de periode 2010-2015.

#### Zone 2 Zwak Polyhalien:

- Bot: vanaf 2000 een toename, maar na een piek in 2008 en 2009 een afname. Paling: afname naar 0 sinds 1995.
- Puitaal: toename sinds 2010 (net niet significant).
- Schol: toename sinds 2000.
- Slakdolf: langjarige afname naar stabiele 0 lijn.
- Spiering: sinds 2010 meer vangsten dan daarvoor.
- Haring, harnasmannetje, vijfdradige meun, zeenaald: geen duidelijke toe- of afname.

#### Zone 3 Mesohalien:

- Bot: sinds 2005 hogere aantallen dan daarvoor. Haring: toename sinds 2010.
- Harnasmannetje: stabiel rond 0.
- Kabeljauw: stabiel rond 0.
- Paling: afname, laatste jaren stabiel rond 0.
- Puitaal: sinds 2010 meer vangsten dan daarvoor.

- Schol: afname sinds 2010.
- Slakdolf: afname, laatste jaren stabiel rond 0.
- Spiering: toename sinds 2008.
- Tong: afname sinds 2010.
- Vijfdradige meun: geen duidelijke trend van toe- of afname.
- Wijting: afname, laatste jaren stabiel rond 0.
- Zeedonderpad: toename voor 2010, afname na 2010.
- Dikkopje, vijfdradige meun, zeenaald: geen duidelijke trend van toe –of afname.

## Zeeschelde

De resultaten van de trendanalyses staan in Tabel 8-18, alleen soorten waarvoor een significante trend en een toereikende fit is gevonden zijn hieronder toegelicht.

| Soort                    | Saliniteitsgradiënt |             |          | Oligohaliene zone |             |          | Zoet Lang Verblijf |             |          | Zoet Kort Verblijf |             |          | Rupel         |             |          | Durme         |             |          |
|--------------------------|---------------------|-------------|----------|-------------------|-------------|----------|--------------------|-------------|----------|--------------------|-------------|----------|---------------|-------------|----------|---------------|-------------|----------|
|                          | P                   | dev         | ex trend | P                 | dev         | ex trend | P                  | dev         | ex trend | P                  | dev         | ex trend | P             | dev         | ex trend | P             | dev         | ex trend |
| Ansjovis                 | 0,7836              | 0,35        |          |                   |             |          |                    |             |          |                    |             |          |               |             |          |               |             |          |
| Atlantische steur        | 1                   | 0           |          | 1                 | 0           |          | 1                  | 0           |          | 1                  | 0           |          | 1             | 0           |          | 1             | 0           |          |
| Barbeel                  |                     |             |          | 1                 | 0           |          | 1                  | 0           |          | 1                  | 0           |          | 1             | 0           |          | 1             | 0           |          |
| Beekprik                 |                     |             |          |                   |             |          | 1                  | 0           |          | 1                  | 0           |          | 1             | 0           |          | 1             | 0           |          |
| Bittervoorn              |                     |             |          | 0,1791            | 0,57        |          | 0,4753             | 0,08        |          | 0,6271             | 0,52        |          | 0,1406        | 0,41        |          | <b>0,0021</b> | <b>0,83</b> | -        |
| Bot                      | <b>0</b>            | <b>0,57</b> | ~        | <b>0</b>          | <b>0,81</b> | ~        | 0,0819             | 0,65        |          | 0,0763             | 0,23        |          | 1             | 0           |          | <b>0,0303</b> | <b>0,22</b> | +        |
| Brakwatergrondel         | 0,9951              | 1           |          | 0,2646            | 0,95        |          |                    |             |          |                    |             |          |               |             |          |               |             |          |
| Dikkopje                 | <b>0</b>            | <b>0,78</b> | +        | <b>0,0011</b>     | <b>0,79</b> | ~        |                    |             |          |                    |             |          |               |             |          |               |             |          |
| Driedoornige stekelbaars | <b>0</b>            | <b>0,89</b> | +        | <b>0,0008</b>     | <b>0,72</b> | +        | <b>0</b>           | <b>0,83</b> | ~        | 0,228              | 0,38        |          | <b>0,0034</b> | <b>0,42</b> | +        | 0,8148        | 0           |          |
| Dunlipharder             | 0,1414              | 0,68        |          | 1                 | 0           |          | 1                  | 0           |          | 1                  | 0           |          | 1             | 0           |          | 1             | 0           |          |
| Eilt                     | 1                   | 0           |          | 1                 | 0           |          | 1                  | 0           |          | 1                  | 0           |          | 1             | 0           |          | 1             | 0           |          |
| Elrits                   |                     |             |          |                   |             |          | 1                  | 0           |          | 1                  | 0           |          | 1             | 0           |          | 1             | 0           |          |
| Europese meerval         | 1                   | 0           |          | 0,4956            | 0,66        |          | 0,8176             | 0,18        |          | 0,6159             | 0,29        |          | 0,4705        | 0,46        |          | 1             | 0           |          |
| Fint                     | 0,6831              | 0,12        |          | 0,6171            | 0,56        |          | 0,5536             | 0,58        |          | 0,4503             | 0,75        |          | 0,9993        | 1           |          | 1             | 0           |          |
| Glasgrondel              | 1                   | 0           |          |                   |             |          |                    |             |          |                    |             |          |               |             |          |               |             |          |
| Grote koornaarvis        | 0,6735              | 0,47        |          |                   |             |          |                    |             |          |                    |             |          |               |             |          |               |             |          |
| Grote modderkruiper      |                     |             |          |                   |             |          | 1                  | 0           |          | 1                  | 0           |          | 1             | 0           |          | 1             | 0           |          |
| Haring                   | <b>0</b>            | <b>0,41</b> | ~        | <b>0</b>          | <b>0,97</b> | ~        |                    |             |          |                    |             |          |               |             |          |               |             |          |
| Harnasmantetje           | 0,96                | 0           |          |                   |             |          |                    |             |          |                    |             |          |               |             |          |               |             |          |
| Houting                  | 1                   | 0           |          | 1                 | 0           |          | 1                  | 0           |          | 1                  | 0           |          | 1             | 0           |          | 1             | 0           |          |
| Kleine modderkruiper     |                     |             |          | 1                 | 0           |          | 1                  | 0           |          | 1                  | 0           |          | 1             | 0           |          | 1             | 0           |          |
| Kopvoorn                 |                     |             |          |                   |             |          | 1                  | 0           |          | 1                  | 0           |          | 1             | 0           |          | 0,7031        | 0,03        |          |
| Kroeskarper              |                     |             |          | 0,9412            | 0,97        |          | 1                  | 0           |          | 1                  | 0           |          | 1             | 0           |          | 0,104         | 0,37        |          |
| Kwabbaal                 |                     |             |          | 1                 | 0           |          | 1                  | 0           |          | 1                  | 0           |          | 1             | 0           |          | 1             | 0           |          |
| Paling                   | 0,2846              | 0,33        |          | 0                 | 0,89        |          | <b>0</b>           | <b>0,72</b> | +        | <b>0</b>           | <b>0,58</b> | +        | <b>0</b>      | <b>0,22</b> | +        | <b>0,001</b>  | <b>0,24</b> | ~        |
| Pos                      | <b>0</b>            | <b>0,95</b> | ~        | 0,1546            | 0,39        |          | 0,9372             | 0           |          | 0,637              | 0,11        |          | 0,3421        | 0,17        |          | 0,7495        | 0           |          |
| Puitaal                  | 0,5252              | 0,31        |          | 1                 | 0           |          |                    |             |          |                    |             |          |               |             |          |               |             |          |
| Rivierdonderpad          |                     |             |          | 1                 | 0           |          | 1                  | 0           |          | 0,9994             | 1           |          | 1             | 0           |          | 1             | 0           |          |
| Rivierprik               | 0,9025              | 0,07        |          | 0,8047            | 0,21        |          | 1                  | 0           |          | 0,7966             | 0,34        |          | 0,7209        | 0,14        |          | 1             | 0           |          |
| Rode poot                | 0,9331              | 0,01        |          |                   |             |          |                    |             |          |                    |             |          |               |             |          |               |             |          |
| Ruisvoorn                |                     |             |          | 0,3455            | 0,79        |          | 1                  | 0           |          | 0,6062             | 0,5         |          | 0,3136        | 0,53        |          | 1             | 0           |          |
| Schol                    | <b>0,0002</b>       | <b>1</b>    | ~        | 0,9589            | 0,93        |          |                    |             |          |                    |             |          |               |             |          |               |             |          |
| Serpeling                |                     |             |          |                   |             |          | 1                  | 0           |          | 1                  | 0           |          | 1             | 0           |          | 1             | 0           |          |
| Slakdolf                 | 0,6952              | 0,53        |          |                   |             |          |                    |             |          |                    |             |          |               |             |          |               |             |          |
| Sneep                    | 1                   | 0           |          | 1                 | 0           |          | 1                  | 0           |          | 1                  | 0           |          | 1             | 0           |          | 1             | 0           |          |
| Snoek                    |                     |             |          | 0,9363            | 0,9         |          | 1                  | 0           |          | 0,7133             | 0,2         |          | 1             | 0           |          | 1             | 0           |          |
| Spiering                 | <b>0</b>            | <b>0,87</b> | +        | <b>0</b>          | <b>0,94</b> | +        | <b>0</b>           | <b>1</b>    | +        | <b>0</b>           | <b>0,99</b> | ~        | <b>0</b>      | <b>0,94</b> | +        | 0,3636        | 0,15        |          |
| Tiendoornige stekelbaars | 0,9577              | 0,87        |          | 0,3097            | 0,61        |          | 0,8176             | 0,18        |          | 0,5925             | 0,57        |          | 0,6806        | 0,23        |          | <b>0,0013</b> | <b>0,72</b> | -        |
| Tong                     | <b>0</b>            | <b>0,93</b> | +        | 0,0536            | 0,96        |          |                    |             |          |                    |             |          |               |             |          |               |             |          |
| Vetje                    |                     |             |          | 0,452             | 0,53        |          | 1                  | 0           |          | 1                  | 0           |          | 0,6806        | 0,23        |          | 0,9994        | 1           |          |
| Winde                    | 0,4299              | 0,3         |          | 0,5126            | 0,49        |          | 0,8963             | 0,04        |          | 0,476              | 0,27        |          | 0,596         | 0,22        |          | 0,8234        | 0,01        |          |
| Zeedonderpad             | 0,8644              | 0,01        |          | 1                 | 0           |          |                    |             |          |                    |             |          |               |             |          |               |             |          |
| Zeeforel                 | 1                   | 0           |          | 1                 | 0           |          | 1                  | 0           |          | 1                  | 0           |          | 1             | 0           |          | 1             | 0           |          |
| Zeenaald (indet)         |                     |             |          |                   |             |          |                    |             |          |                    |             |          |               |             |          |               |             |          |
| Zeeprik                  | 1                   | 0           |          | 1                 | 0           |          | 1                  | 0           |          | 1                  | 0           |          | 1             | 0           |          | 1             | 0           |          |
| Zeestekelbaars           | 1                   | 0           |          |                   |             |          |                    |             |          |                    |             |          |               |             |          |               |             |          |

Tabel 8-18: Vissen - sleutelsoorten: Trends voor sleutelsoorten (aantallen) Zeeschelde: groen = significant positieve trend, rood – significant negatieve trend. P: P waarde / probabilliteit van statistisch model, dev ex: welke mate de variatie te verklaren is door de trend, trend: richting van de trend in de periode 2010-2015.

## Zone 4 Saliniteitsgradiënt:

- Dikkopje: toename sinds 2009.
- Driedoornige stekelbaars: toename sinds 2009.
- Pos: stabiel rond 0.
- Schol: stabiel rond 0.
- Spiering: toename na 2009.
- Tong: toename vanaf 2012.

Zone 5 Oligohaliene zone:

- Bot, dikkopje: geen duidelijke trend van toe- of afname.
- Driedoornige stekelbaars: toename sinds 2005.
- Haring: stabiel rond 0.
- Spiering: sterke toename sinds 2010.

Zone 6 Zoet, lange verblijftijd:

- Driedoornige stekelbaars: stabiel rond 0 met enkele uitschieters.
- Paling: toenemende trend.
- Spiering: toename in laatste 3 metingen.

Zone 7 Zoet, korte verblijftijd:

- Paling: toenemende trend.
- Spiering: toename in laatste 3 metingen.

Zone 8 Ruppel:

- Driedoornige stekelbaars: toename sinds 2009
- Paling: toename sinds 2008.
- Spiering: duidelijke toename sinds 2009.

Zone 9 Durme:

- Bittervoorn: afname in eerdere jaren, 0 sinds 2008.
- Bot: toename sinds 2008.
- Paling: afname sinds 2004.
- Tiendoornige stekelbaars: afname, rond 0 sinds 2006.

## Interpretatie

Westerschelde

Voor een groot aantal soorten in verschillende zones geldt dat er sprake is van geen trend of een positieve trend. Vooral vanaf het jaar 2010 komt vaak een toename in aantallen voor. Echter, voor een beperkt aantal sleutelsoorten geldt dat ze in 1 of meerdere zoutzones een negatieve trend vertonen. Dit betreft: haring, tong, bot, paling, schol en zeedonderpad. De evaluatie van sleutelsoorten vis als geheel is daarmee negatief.

Zeeschelde

Voor vijf van de zes zoutzones geldt dat de evaluatie positief is. Voor deze zones geldt dat wanneer een significante trend is vastgesteld bij sleutelsoorten, er sprake is van een positieve trend.

Voor de zone Durme geldt dit niet. Bittervoorn, paling en tiendoornige stekelbaars vertonen hier een neerwaartse trend. Voor de zone Durme is de evaluatie negatief.

### 8.4.3 Rekenparameter trends in exoten

#### Definitie

De rekenparameter trend in het aantal soorten exoten is bepaald op jaarlijkse gegevens op niveau 3 (Scheldezones). Daarnaast is de trend in het aantal aangetroffen individuen van exoten berekend. Voor beide parameters geldt dat elke toename als negatief is beoordeeld.

## Data

Van de dataset van Nederland (boomkordata van 1970 tot 2015) is de trend in exoten gebaseerd op het gemiddeld aantal vissen per hectare per Scheldezone per jaar.

Van de dataset van Vlaanderen (schietfuikendata van 1995 tot 2016) is de trend in exoten gebaseerd op het gemiddeld aantal vissen per fuikdag per Scheldezone per jaar.

Hieronder staan de waargenomen exoten in Westerschelde en Zeeschelde weergegeven:

Westerschelde: kleine koornaarvis

snoekbaars

zwartbekgrondel

Zeeschelde: blauwband                      regenboogforel

bruine dwergmeerval      *Rutilus aula*

giebel                                      snoekbaars

karper                                      zonnebaars

kleine koornaarvis              zwartbekgrondel

## Analyse

Aantal soorten

Westerschelde

In de zones van de Westerschelde (1 tot en met 3) geldt dat er in het verleden geen exoten werden aangetroffen. In recente jaren zijn maximaal per jaar 2 soorten in zone 3 Mesohalien vastgesteld. Het gaat in totaal om drie soorten exoten: kleine koornaarvis, snoekbaars en zwartbekgrondel.

Zeeschelde

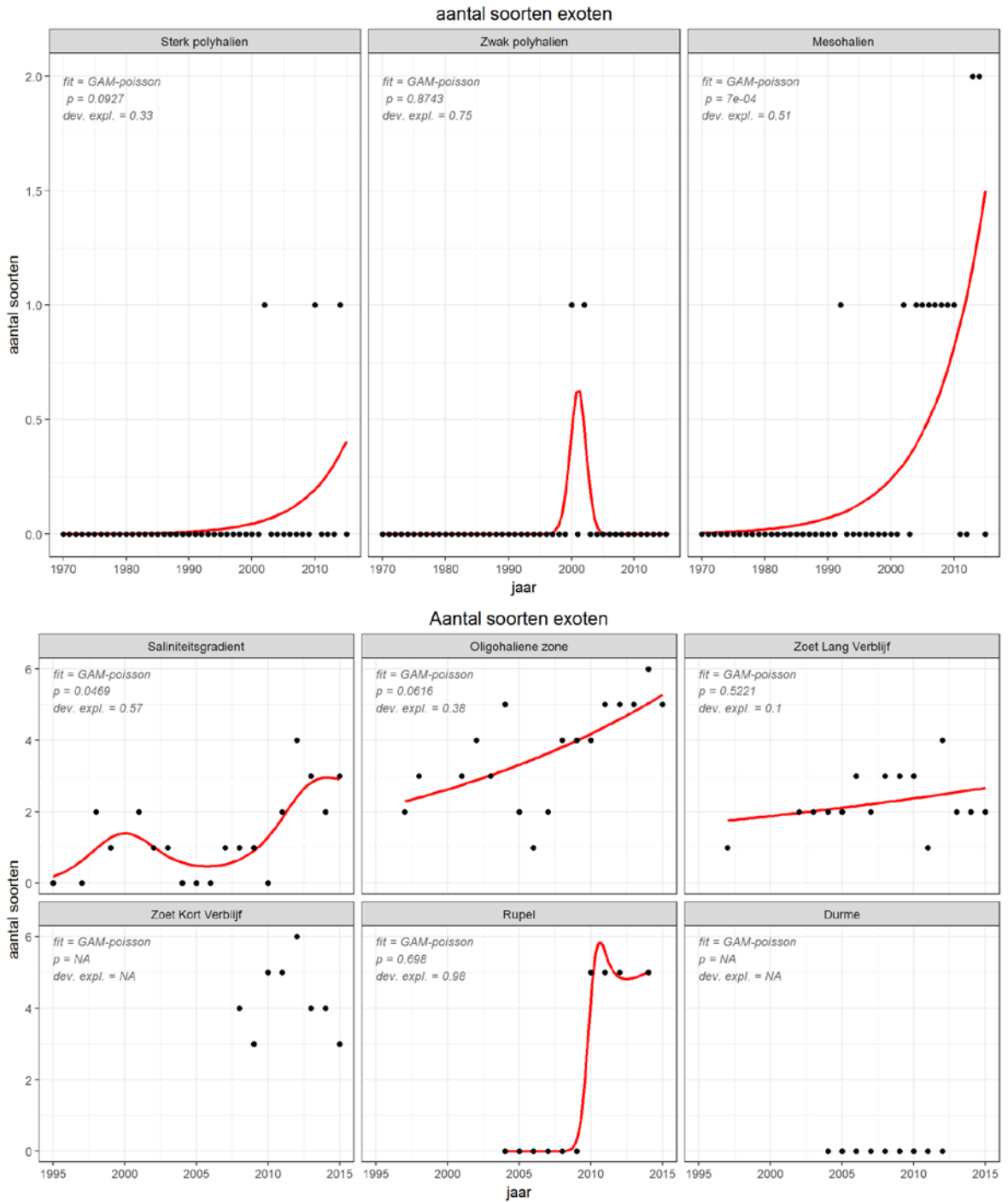
In de zones van de Zeeschelde zijn tot 6 soorten exoten aangetroffen per bemonstering (11 soorten in totaal), en in recente jaren meer dan in het verleden behalve in de Durme. Het betreft de soorten: blauwband, bruine dwergmeerval, giebel, karper, kleine koornaarvis, regenboogforel, snoekbaars, zonnebaars, zwartbekgrondel en *Rutilus aula*.

Aantal soorten:

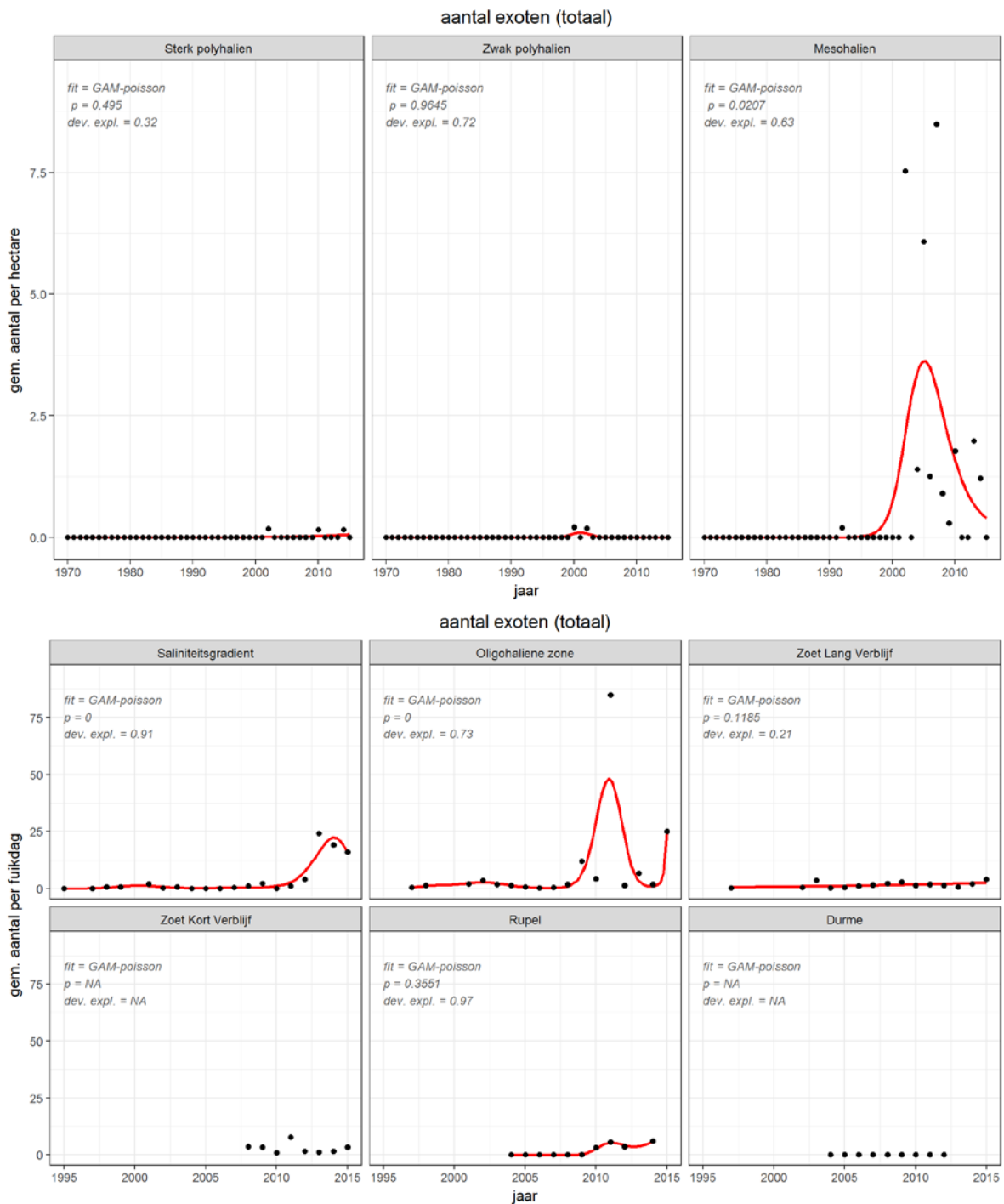
Voor de zones 3 Mesohalien (WS) en zone 4 Saliniteitsgradiënt (ZS) geldt dat er een significante toename is van het aantal soorten exoten. Voor de overige zones geldt dat er geen significante trends aangetoond zijn, maar waar deze trends significantie benaderden ( $P < 0,1$ ) (zone 1 Sterk polyhalien WS en zone 5 Oligohalien ZS) is tevens een toenemende trend zichtbaar (Tabel 8-14 en Tabel 8-15).

Aantal individuen:

Voor zone 3 Mesohalien geldt dat er in recente jaren (sinds 2005, inclusief 2010-2015) sprake is van een afname van het aantal gevangen individuen (Figuur 8-14). Voor de zones 4 Saliniteitsgradiënt en 5 Oligohalien is een toenemende trend zichtbaar (Figuur 8-14). Voor de overige zones is geen significante trend aangetoond.



Figuur 8-13: Vissen – exoten aantallen: trends in aantal soorten exoten per jaar: boven Westerschelde en onder Zeeschelde.



Figuur 8-14: Aantallen individuen van exoten in de Westerschelde (boven) en Zeeschelde (onder).

## Interpretatie

Er is sprake van een negatieve evaluatie: er is een ongewenste toename van het aantal soorten exoten in zone 3 en 4 van resp. Westerschelde en Zeeschelde en van het aantal individuen van exoten in de zones Saliniteitsgradient en Oligohaliene zone in de Zeeschelde. In de Westerschelde neemt in het Mesohalien het aantal individuen van exoten de laatste jaren significant af.

## Evaluatie vissen

| Parameter | specificatie | Westerschelde    |                 |            | Zeeschelde    |             |           |           |       |       |
|-----------|--------------|------------------|-----------------|------------|---------------|-------------|-----------|-----------|-------|-------|
|           |              | sterk polyhalien | zwak polyhalien | mesohalien | sal. gradiënt | oligohalien | zoet lang | zoet kort | Rupel | Durme |
| Oc. Index |              |                  |                 |            |               |             |           |           |       |       |
| Sleutel   |              |                  |                 |            |               |             |           |           |       |       |
| Exoot     | soort        |                  |                 |            |               |             |           |           |       |       |
|           | aantal       |                  |                 |            |               |             |           |           |       |       |

Tabel 8-19: Samenvatting van de evaluatie van de verschillende rekenparameters voor vissen. Groen: evaluatie positief, rood = negatief, wit = geen significante trend.

## 8.5 Toetsparameter Benthos

### 8.5.1 Algemeen

De datasets van benthos bestaan uit data van verschillende monitoringstechnieken: boxcore en steekbuis voor Nederland en boxcore, steekbuis en Van Veen grijper voor Vlaanderen (jaren 1999-2014). Deze datasets worden gekenmerkt door verschillen in vangstefficiëntie per soort en gebruik van diverse eenheden. Voor Nederland zijn twee datasets beschikbaar: data uit het MWTL monitoringsprogramma (1992-2014) en data uit de schelpdierensurvey Wettelijke OnderzoeksTaken (WOT) (1992-2015), die in opdracht van het Ministerie van EZ door Wageningen Marine Research wordt uitgevoerd. De biomassa in de MWTL-data is per monster, per taxon gegeven in Asvrij DroogGewicht (ADG) en ADG per m<sup>2</sup>. Voor de WOT-data zijn de aantallen en biomassa per m<sup>2</sup> gegeven. De MWTL-data uit 2015 was eind 2016 nog niet beschikbaar.

Per monster is in GIS bepaald tot welke Scheldezone het monster behoort.

In Vlaanderen wordt voor alle soorten de dichtheid en het ADG bepaald waarbij alle Oligochaeten per monster tezamen worden gewogen. Aanvullend wordt eens per drie jaar op dezelfde locatie een monster genomen ter identificatie van de soortensamenstelling van de Oligochaeten.

De data van Vlaanderen is per monster, per taxon gegeven in dichtheid (aantal per m<sup>2</sup>) en voor een deel van de data in ADG per m<sup>2</sup>.

### 8.5.2 Rekenparameter Intactness-Index

#### Definitie

De rekenparameter Intactness Index is gebaseerd op de aan- of afwezigheid van soorten uitgaande van referentiematrix, zoals ook uitgevoerd is tijdens de T2009, bepaald op niveau 3 (Scheldezones). Voor een positieve beoordeling mag de trend niet afnemen.

#### Data

Voor de Intactness-Index zijn de aangetroffen taxa binnen de benthos bemonsteringsdata gekoppeld aan de vastgestelde sleutelsoorten (Referentiematrix, T2009). Per aangetroffen soort is een koppeling gemaakt op het laagst mogelijke taxonomische niveau (in de referentiematrix zijn taxa opgenomen op verschillende taxonomische niveaus, van soort tot phylum).

Per sleutelsoort is de aan-/afwezigheid bepaald per Scheldezone per jaar.

Evalueren op basis van de Abundance Intactness Index per ecotoop geniet de voorkeur, waarbij de gemiddelde abundance over een periode van zes jaar wordt beoordeeld. Deze is echter nog niet uitgewerkt voor de periode T2015 (2010-2015). Met betrekking tot de benthos hebben we immers een dataset gebaseerd op verschillende monitoringstechnieken, ontbreekt voor een deel van de data de ecotoop aanduiding per monster en is de dekking per ecotoop per Scheldezone ontoereikend. Bovendien is de bemonsteringsinspanning drastisch afgenomen (Tabel 8-20) in vergelijking met de referentie inspanning die wordt gegeven in de evaluatiemethodiek (Maris et al. 2014). Bovendien heeft de evaluatie per zes jaar en per ecotoop de beperking dat slechts de data meegenomen kunnen worden die een ecotoopaanduiding hebben. Dit betekent dat de trend bepaald zou moeten worden op basis van 2 punten: een voor het zesjaarlijks gemiddelde van T2009 en een voor de periode 2010-2015. Dit is niet mogelijk met enige statistische betrouwbaarheid.

| Sterk polyhalien | Zwak polyhalien | Mesohalien | Ecotoop |
|------------------|-----------------|------------|---------|
| 90               | 54              | 120        | HDsub   |
| 36               | 36              | 0          | HDlit   |
| 78               | 42              | 120        | LDlit   |
| 78               | 72              | 240        | LDmlit  |
| 30               | 30              | 60         | LDhlit  |
| 30               | 36              | 60         | LDsub   |

| Sterk polyhalien | Zwak polyhalien | Mesohalien | Ecotoop         |
|------------------|-----------------|------------|-----------------|
| 37               | 5               | 38         | Niet indeelbaar |
| 29               | 3               | 41         | HDsub           |
| 29               | 12              | 65         | HDlit           |
| 56               | 16              | 66         | LDlit           |
| 62               | 35              | 145        | LDmlit          |
| 26               | 1               | 28         | LDhlit          |
| 22               | 24              | 41         | LDsub           |

Tabel 8-20: Voorzien (boven) en gerealiseerd (onder) aantal monsters (2009-2014) (zie pag. 265 Evaluatiemethodiek (Maris et al. 2014)).

## Analyse

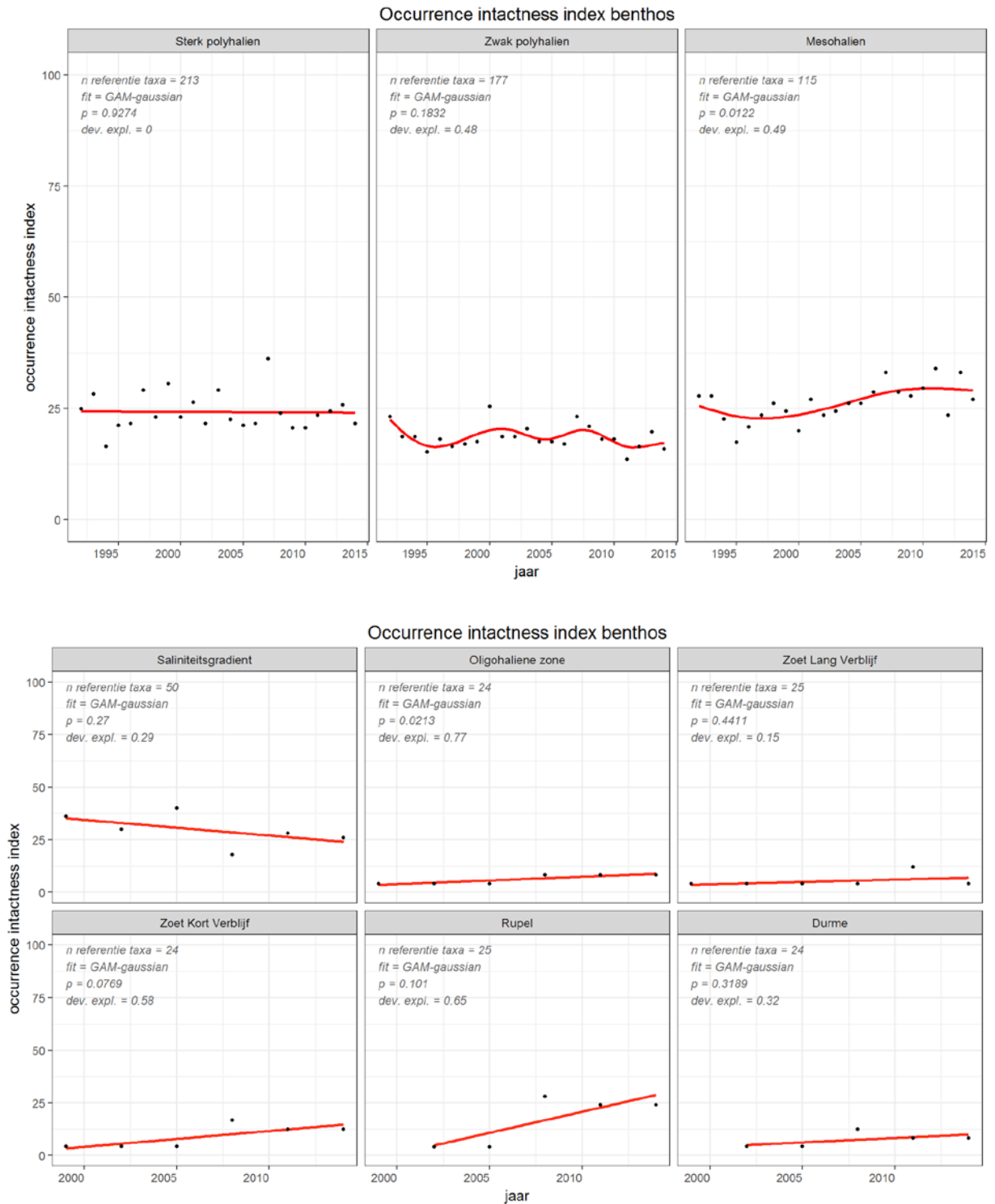
### Westerschelde

Overall, en voor de periode 2010-2014 laat de Occurrence Intactness Index op basis van aan- en afwezigheid van soorten een significante, stabiele trend zien voor zone 3 Mesohalien en geen significante trend voor zone 1 Sterk polyhalien en 2 Zwak polyhalien (Figuur 8-15). In alle drie de zones is maximaal 35% van de referentiesoorten aangetroffen.

### Zeeschelde

Voor de zones van de Zeeschelde geldt dat er een positieve trend is voor zone 5 Oligohalien. De helling van de trend is zodanig klein dat de verandering gering. Er is een bijna significante trend ( $P=0,077$ ) voor zone 7 Zoet korte verblijftijd (Figuur 8-15). Voor de zones 4 Saliniteitsgradiënt, 6 Zoet lange verblijftijd, 8 Rupel en 9 Durme zijn de trends niet significant. De Occurrence Intactness Index is voor zone 4 Saliniteitsgradiëntlager, zone 6 Zoet lange verblijftijd hoger, en zone 8 Rupel en 9 Durme stabiel in de periode 2010-2015 ten opzichte van de periode daarvoor. In alle zes de zones is maximaal 40% van de referentiesoorten aangetroffen.





Figuur 8-15: Benthos – intactnes index: Trends in Occurrence Intactness Index op basis van aan- en afwezigheid van referentiesoorten; boven Westerschelde (jaarlijks gemiddelde), onder Zeeschelde (driejaarlijks gemiddelde).

### Interpretatie

De evaluatie voor de Westerschelde en Zeeschelde is onbekend. Door het geringe aantal meetpunten en de jaar tot jaar variatie zijn voor 7 zones geen significante trends aangetoond. De enige duidelijke trends zijn stabiel of positief voor twee (Mesohalieu en Oligohalieu) van de 9 zones, voor de periode 2010-2015.

### 8.5.3 Rekenparameter sleutelsoorten

#### Definitie

De drie rekenparameters voor sleutelsoorten zijn bepaald op niveau 2 (kokkels, mosselen) en de verhouding Annelida/Mollusca op niveau 3 (Scheldezones) met de volgende criteria (conform Maris et al. 2014):

1. Kokkels: er moet minimaal 4 miljoen kg versgewicht aan kokkels in de Westerschelde aanwezig zijn (zie Ecologisch functioneren).
2. Mosselen: de trend moet worden geëvalueerd. Een status quo of positieve trend wordt gunstig geëvalueerd, een significante daling wordt negatief beoordeeld.
3. Annelida/ Mollusca: voor een positieve beoordeling mag de trend in de op biomassa (asvrij drooggewicht) gebaseerde verhouding Annelida/Mollusca in alle zones van het Schelde estuarium niet toenemen.

#### Data

Voor de sleutelsoorten kokkel en mossel is gebruik gemaakt van de WOT data (1992-2015). De biomassa versgewicht en de aantallen in het stratumoppervlak zijn per jaar gesommeerd om tot totaalschattingen te komen voor de gehele Westerschelde (voor Methode zie evaluatiemethodiek en Brummelhuis et al. 2013).

Voor de verhouding Annelida/Mollusca zijn voor Nederland de aangetroffen taxa binnen de MWTL data (1992-2014) naar Phylum ingedeeld door middel van de taxonomische indeling in het World Register of Marine Species (WoRMS Editorial Board (2017)). Vervolgens is per monster de verhouding Annelida/Mollusca berekend op basis van het ADG (asvrij drooggewicht) per m<sup>2</sup>.

Voor Vlaanderen zijn in de meeste monsters geen Mollusca aangetroffen en is de verhouding Annelida/ Mollusca niet berekend. Dit betekent dat er voor de Zeeschelde geen rekenparameter sleutelsoorten benthos is.

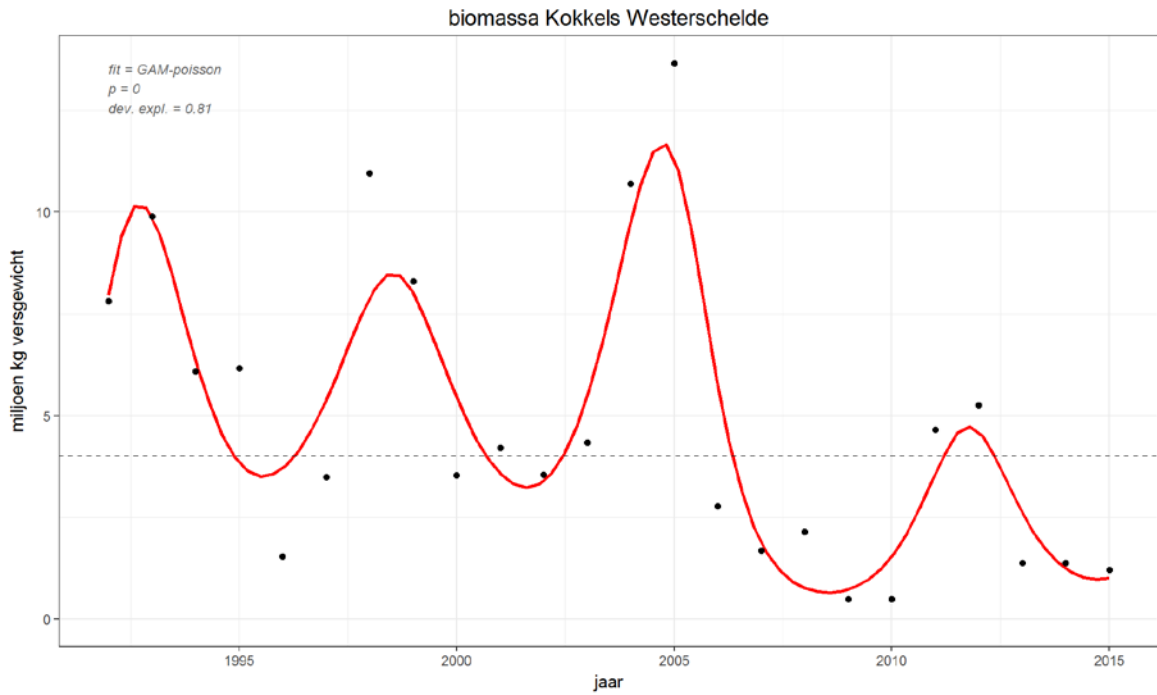
#### Analyse

##### Kokkels

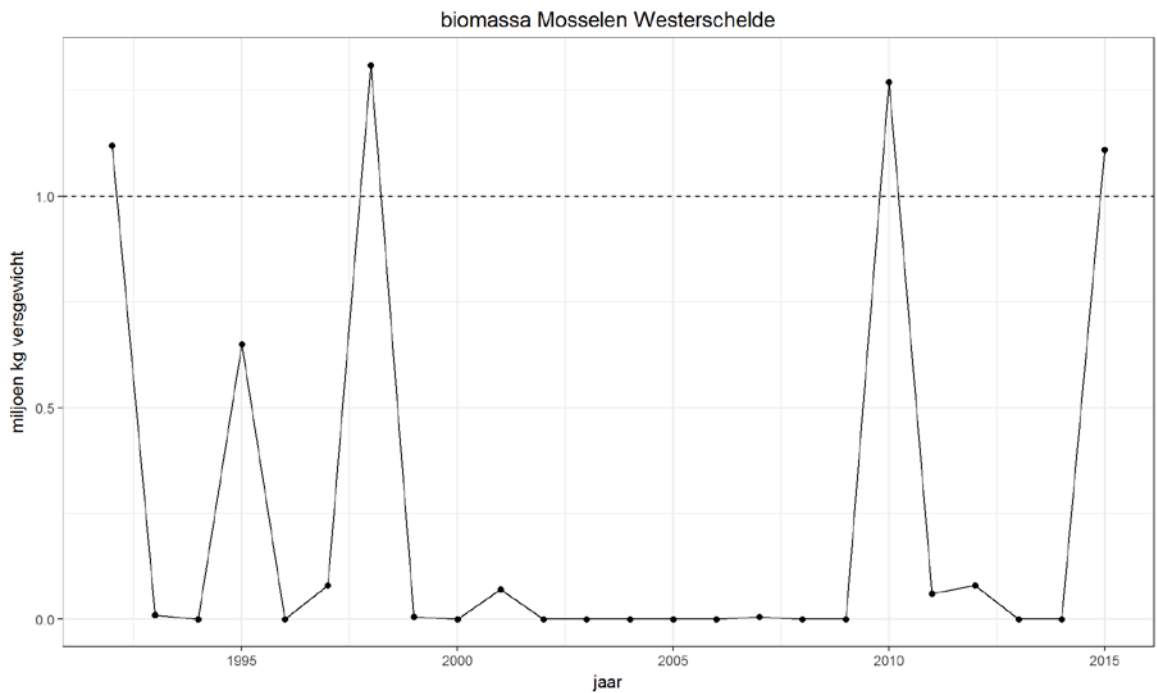
De kokkelbiomassa in de Westerschelde vertoont sterke fluctuaties. Na een sterke daling in de jaren 2006-2010 is de streefnorm van 4 miljoen kilogram in 2011 en 2012 gehaald, waarna de biomassa wederom is gedaald naar rond de 1 miljoen kilogram voor de jaren 2013-2015. Met uitzondering van de jaren 2011 en 2012, wordt de streefnorm van 4 miljoen kg (versgewicht) kokkels voor de Westerschelde zodoende niet gehaald (Figuur 8-16).

##### Mosselen

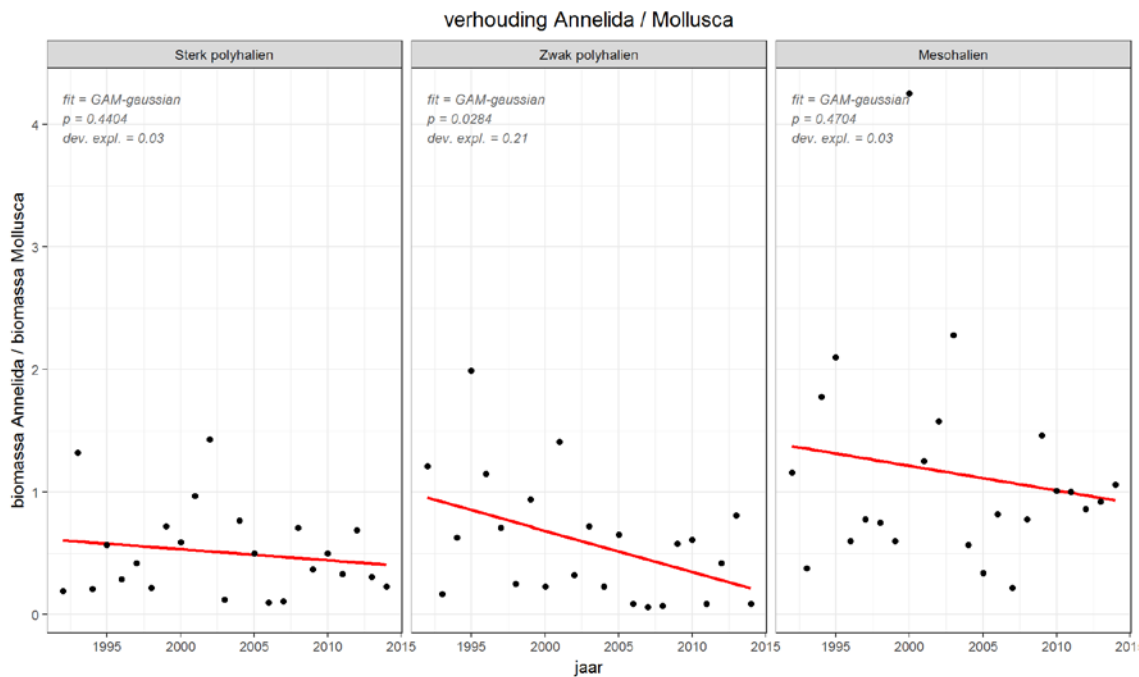
De mosselen in de Westerschelde laten een grillig patroon zien, waarbij in diverse jaren 0 exemplaren en kilogram zijn aangetroffen en in andere jaren meer dan een miljoen kilogram (versgewicht) aan mosselen, zoals in de jaren 2010 en 2015. Er is geen duidelijke trend zichtbaar. Hetzelfde grillige patroon is waargenomen voor de aantallen mosselen in de Westerschelde.



Figuur 8-16: Benthos – sleutelsoorten – kokkels. Trend in versgewicht (miljoen kg) kokkels voor de gehele Westerschelde. Het gewenste versgewicht 4 miljoen kg is met een stippellijn aangegeven.



Figuur 8-17: Benthos – sleutelsoorten – mosselen. Versgewicht (miljoen kilogram) mosselen voor de gehele Westerschelde. Het gewenste versgewicht 1 miljoen kg is met een stippellijn aangegeven.



Figuur 8-18: Benthos – sleutelsoorten – verhouding Annelida / Mollusca in de 3 zones van de Westerschelde.

#### Annelida/ Mollusca

Voor de Westerschelde geldt dat de verhouding Annelida / Mollusca in alle drie de zones afneemt (Figuur 8-18). Echter de trends zijn niet significant voor twee zones (1 Sterk polyhalien en 3 Mesohalien) en de verklaarde variatie is matig voor zone 2 Zwak polyhalien (deviation explained = 0,21), onder andere door de grote jaar tot jaar variatie. Opmerkelijk is dat de jaren met een hoge kokkelbiomassa niet terug te zien zijn in Figuur 8-18. De kokkelbiomassa vormt blijkbaar maar een beperkt deel van de totale biomassa van mollusken in de Westerschelde.

#### Interpretatie

Er is sprake van een negatieve evaluatie voor de sleutelsoorten kokkel en mossel: de norm voor de sleutelsoorten kokkel en mossel wordt niet gehaald. Geen evaluatie voor de verhouding Annelida / Mollusca: deze neemt in alle zones van de Westerschelde af, maar door de grote jaar tot jaar variatie is deze afnemende trend niet significant (zone 1 en 3) of wordt maar een klein deel van de variatie verklaard.

### 8.5.4 Rekenparameter trends in exoten

#### Definitie

De trend in het aantal soorten exoten is jaarlijks bepaald op niveau 3 (Omeszones) en elke toename is ongewenst. Daarnaast is de trend in biomassa (Westerschelde) en dichtheid (Zeeschelde, aantal per m<sup>2</sup>) aan exoten berekend en elke toename is als negatief beoordeeld.

#### Data

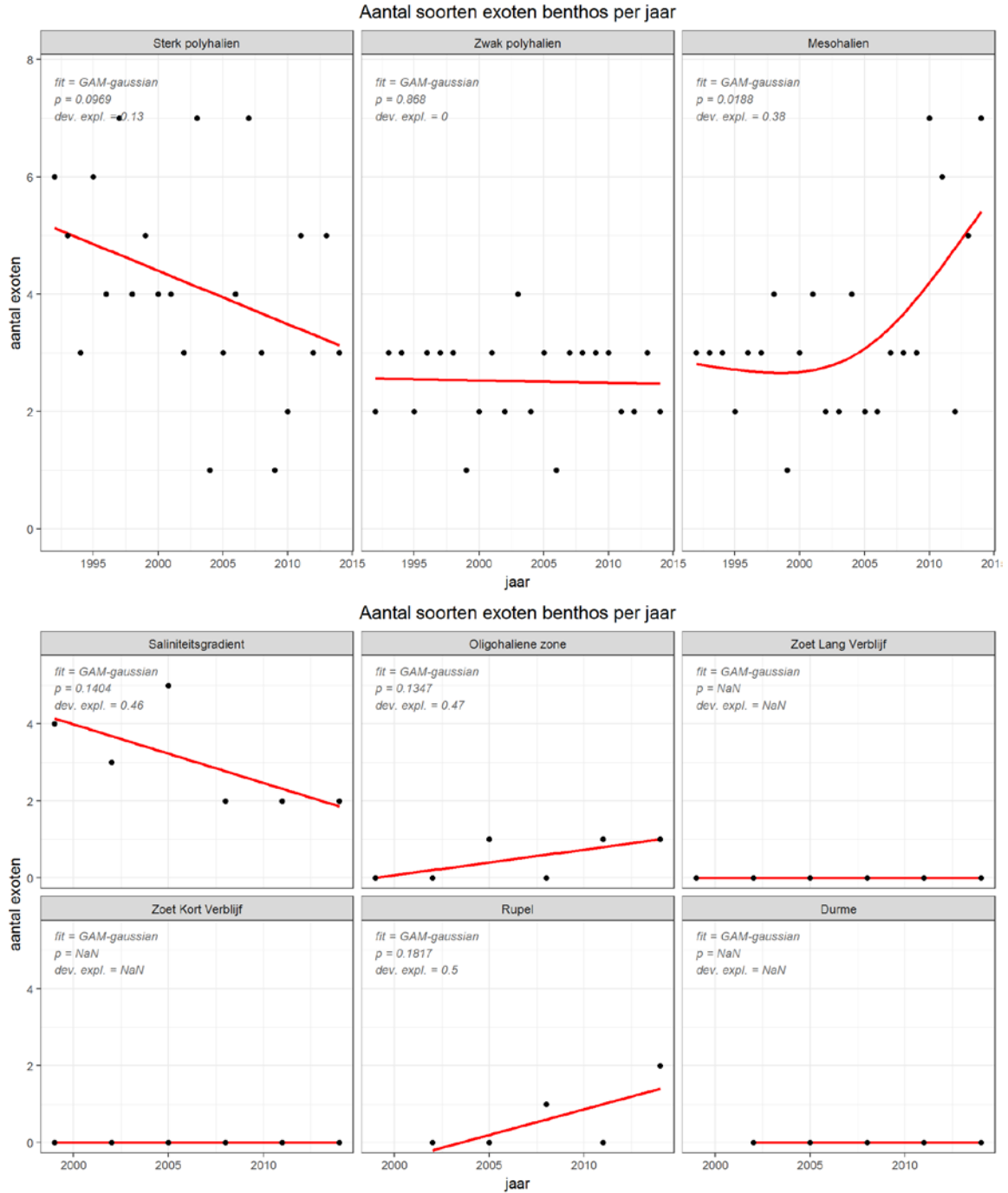
Voor de trend in exoten zijn de aangetroffen taxa binnen de benthos bemonsteringsdata gekoppeld aan de vastgestelde sleutelsoorten (Referentiematrix\_v3.xls). De lijst van niet matchende taxa is handmatig nagelopen op aanwezigheid van exoten.

Van de aangetroffen exoten zijn de trends bepaald op basis van gemiddelde biomassa (ADG per m<sup>2</sup>, Nederland) en gemiddelde dichtheid (aantal per m<sup>2</sup>, Vlaanderen), per Scheldezone, per jaar. Daarnaast is het aantal soorten exoten per jaar berekend.

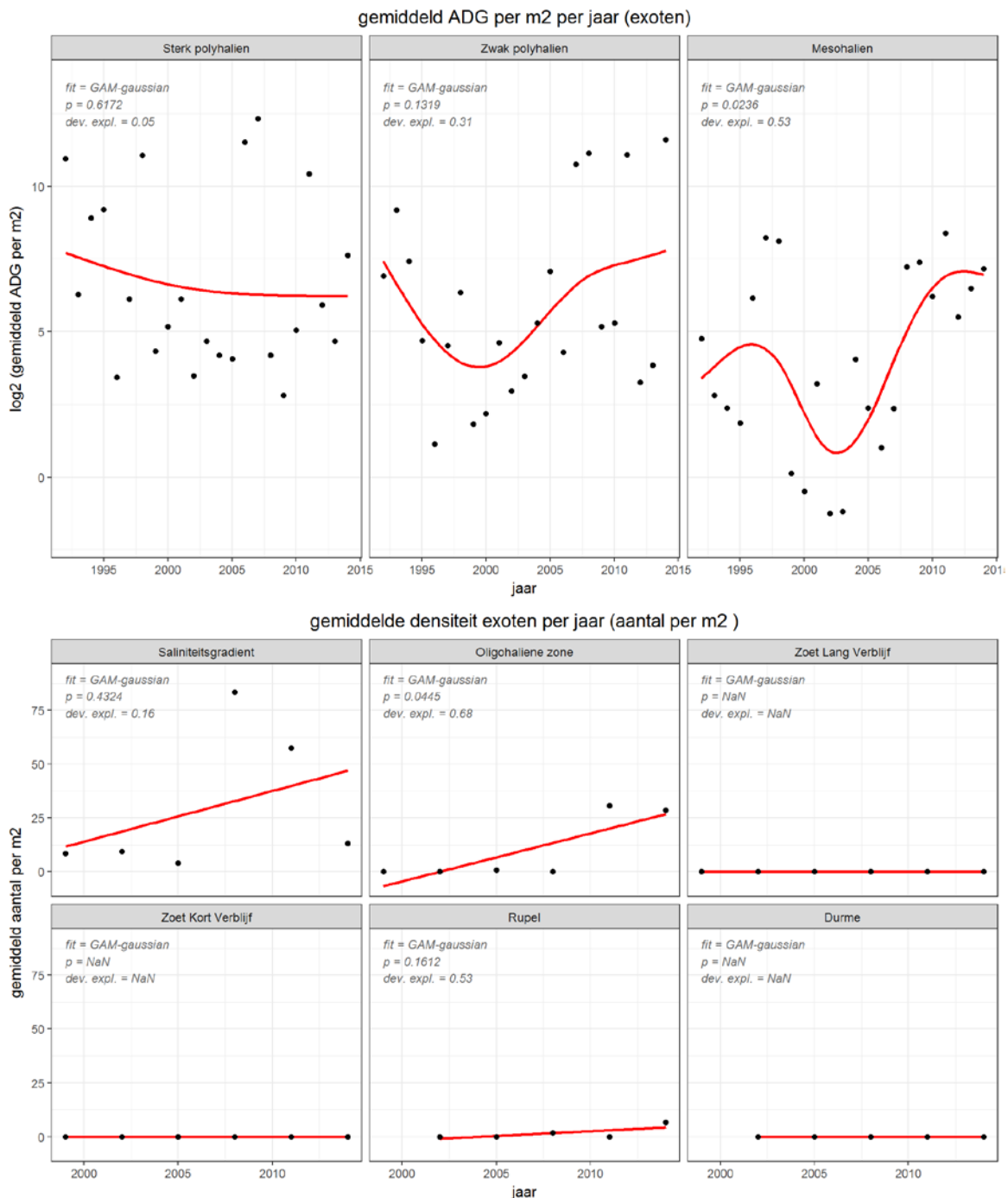
### Analyse

#### Westerschelde

In de zones van de Westerschelde (1 tot en met 3) geldt dat het aantal soorten exoten varieert van 1 tot 7 soorten per jaar, waarbij recent maximaal 7 soorten werden aangetroffen in zone 3 Mesohalinen (Figuur 8-19). In totaal zijn 13 taxa aangetroffen: *Alitta virens*, *Crassostrea gigas*, *Crepidula fornicata*, *Ensis directus*, *Hemigrapsus*, *Marenzelleria viridis*, *Melita nitida*, *Microphthalmus similis*, *Mya arenaria*, *Palaemon macrodactylus*, *Petricolaria pholadiformis*, *Rhithropanopeus harrisi* en *Syllidia armata*.



Figuur 8-19: Benthos – exoten. Aantal exoten per zone van de Westerschelde (boven) en Zeeschelde (beneden).



Figuur 8-20: Gemiddelde biomassa van exoten (benthos) in de Westerschelde (boven) en de gemiddelde dichtheid van exoten in de Zeeschelde (beneden).

### Zeeschelde

In de zones van de Zeeschelde zijn gemiddeld tot 9 soorten exoten aangetroffen: *Boccardiella ligERICA*, *Corbicula fluminea*, *Dreissena polymorpha*, *Marenzelleria neglecta*, *Marenzelleria viridis*, *Melita nitida*, *Mya arenaria*, *Rhithropanopeus harrisi* en *Synidotea laticauda*. In de zones 6 Zoet lange verblijftijd, 7 Zoet korte verblijftijd en 9 Durme ontbreken exoten.

### Aantal soorten

Voor zone 3 Mesohalieu geldt dat er een significante toename is van het aantal soorten exoten (Figuur 8-19). Voor de overige zones geldt dat er geen significante trends aangetoond zijn.

Biomassa (Westerschelde) en densiteit (Zeeschelde):

Voor zone 3 Mesohalieu geldt dat er in recente jaren (sinds 2005, inclusief 2010-2015) sprake is van een significante toename van de exoten biomassa (Figuur 8-20). Deze trend zwakt in de meest recente jaren af naar een stabiele trend. Voor de Zeeschelde is voor de exoten densiteit (aantal per m<sup>2</sup>) een significante trend aangetoond in de oligohaliene zone (Figuur 8-20). Voor de overige zones geldt dat waar exoten zijn aangetroffen (zone 4, 5 en 8) de densiteit in 2015 hoger is dan in het jaar 2000.

### Interpretatie

Er is sprake van een negatieve evaluatie voor exoten. In zone 3 Mesohalieu is sprake van een significante toename in zowel het aantal soorten als de biomassa van exoten. In zone 5 Oligohalieu is sprake van een significantie toename van de exoten densiteit. Voor de overige zones ontbreken significante trends. Er is sprake van een neutrale evaluatie voor de zones 6, 7 en 9: in deze zones ontbreken exoten.

### Evaluatie Benthos

| parameter | specificatie      | Westerschelde    |                 |            | Zeeschelde    |             |           |           |       |       |
|-----------|-------------------|------------------|-----------------|------------|---------------|-------------|-----------|-----------|-------|-------|
|           |                   | sterk polyhalieu | zwak polyhalieu | mesohalieu | sal. gradiënt | oligohalieu | zoet lang | zoet kort | Rupel | Durme |
| Oc. Index |                   |                  |                 |            |               |             |           |           |       |       |
| Sleutel   | kokkels           |                  |                 |            |               |             |           |           |       |       |
|           | mosselen          |                  |                 |            |               |             |           |           |       |       |
|           | Annelida/Mollusca |                  |                 |            |               |             |           |           |       |       |
| Exoot     | aantal soorten    |                  |                 |            |               |             |           |           |       |       |
|           | biomassa /aantal  |                  |                 |            |               |             |           |           |       |       |

Tabel 8-21: Samenvatting van de evaluatie van de verschillende rekenparameters voor benthos. Groen: evaluatie positief, rood = negatief.

## 8.6 Toetsparameter Fytoplankton

### 8.6.1 Algemeen

#### Data

Het aangeleverde bestand met fytoplanktondata van Vlaanderen bevat de gegevens per taxon (in µg C/l) voor 25 stations in het Vlaamse deel van het Schelde estuarium. De meeste taxa zijn tot op het taxonomisch niveau genus gedetermineerd. De gegevens zijn voor analyse samengevoegd per Scheldezone, hetgeen datasets oplevert die over het algemeen maandelijkse gegevens bevatten voor de jaren 1996 en 2002 tot en met 2009 en metingen per maand in het zomerhalfjaar voor de periode 2010 tot en met 2015. Voor de zijrivieren ontbreken de data van 1996 en voor de Durme ontbreken daarnaast de gegevens van 2003-2005.

Het aangeleverde databestand voor de Westerschelde bevat celdichtheden (in aantal cellen per liter) voor 5 stations waarvan 3 in de Westerschelde. Hierbij gaat het meestal om maandelijkse metingen en voor de zomermaanden geregeld om 2 metingen per maand voor de periode 1990-2015. Daarbij zijn voor Nederland enkel de data van na 1999 in de evaluatie betrokken, zoals voorgeschreven is in de evaluatiemethode (Evaluatiemethode T2015: §6.2.1).

## 8.6.2 Rekenparameter Intactness index

### Definitie

De rekenparameter Occurrence Intactness Index, is gebaseerd op de aan- of afwezigheid van soorten uitgaande van referentiematrices, zoals ook uitgevoerd is tijdens de T2009, bepaald op niveau 3 (Scheldezones). Voor een positieve beoordeling mag de trend niet afnemen.

### Data

Voor de Occurrence Intactness Index zijn voor de Nederlandse en Vlaamse data de aangetroffen taxa gekoppeld aan de referentiematrix voor fytoplankton. Koppeling is waar mogelijk gemaakt op basis van de Accepted Scientific Name uit WoRMS. Voor aangetroffen taxa die niet in WoRMS voorkomen is de oorspronkelijk ingevoerde taxon naam gebruikt.

Per referentiesoort is de aan-/afwezigheid per Scheldezone per jaar bepaald.

In het verleden is gebleken dat een beoordeling van de diversiteit van het fytoplankton op basis van een Occurrence Intactness Index lastig is, omdat het effect van het analyserend lab (niveau waarop determinaties plaatsvinden) groot is en te veel impact heeft op de uitkomst (Maris et al. 2014).

### Analyse

Figuur 8.22 geeft een overzicht van de ontwikkeling van Occurrence Intactness Index in de verschillende zones van Westerschelde en Zeeschelde.

#### Westerschelde

Voor Zone 1 Sterk polyhalien geldt dat de Occurrence Intactness Index een licht schommelend patroon laat zien over de jaren, zonder significante trend. Voor Zone 2 Zwak polyhalien geldt dat de index sinds 2010 lager is dan daarvoor. Voor Zone 3 Mesohalien geldt dat er een gestage afname is sinds 2000 maar de trend lijkt stabiel sinds 2010. In alle drie zones is maximaal 35% van de referentiesoorten aangetroffen.

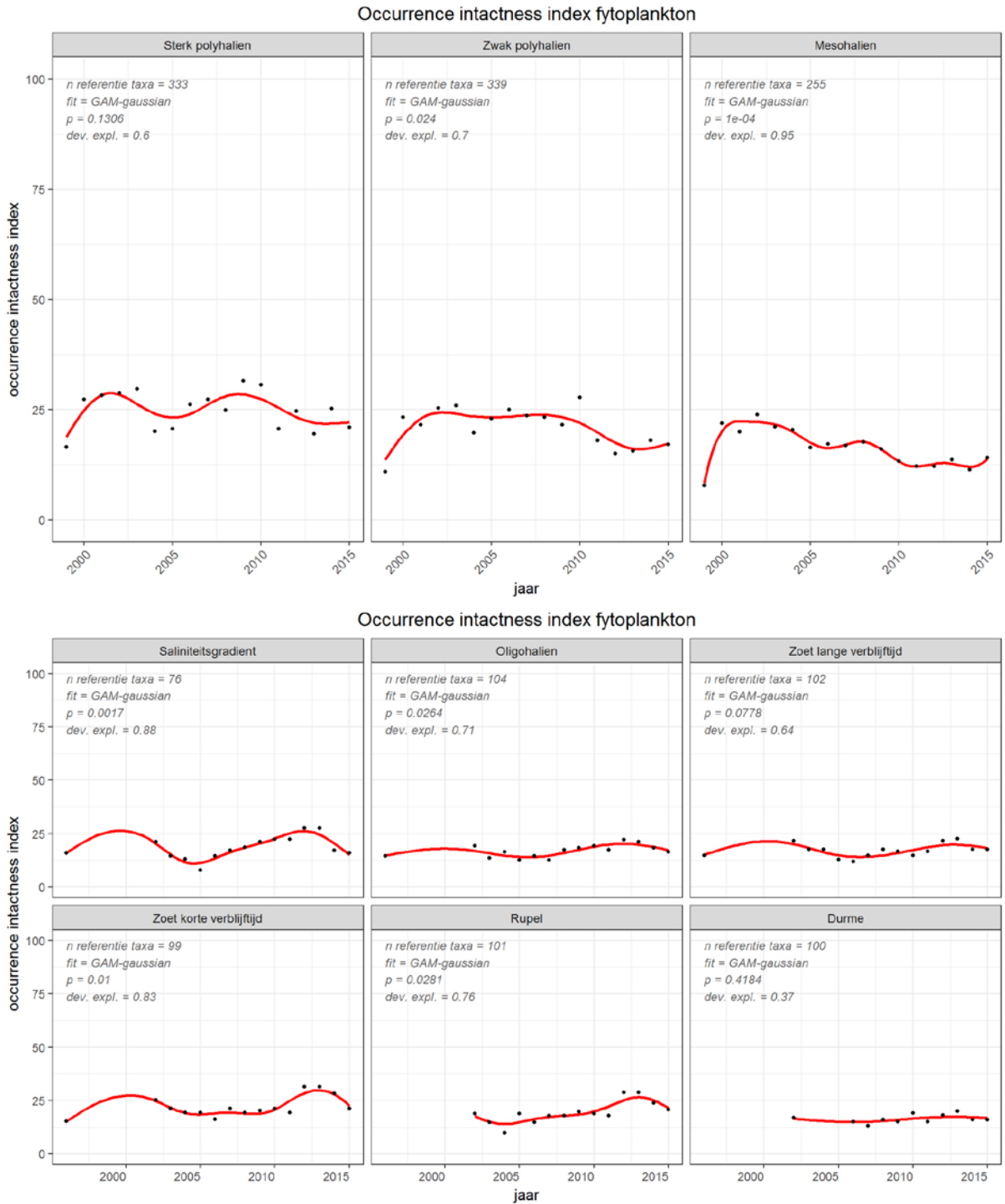
#### Zeeschelde

Voor alle zes de zones geldt dat er over de langjarige meetreeks van 2000 tot nu geen duidelijke trend van toe- of afname is. Voor zones 4, 5, 7 en 8 is sprake van een lichte toename van 2005 tot en met 2013, met in de laatste twee meetjaren een lichte achteruitgang. Voor zones de 6 en 9 zijn er geen significante trends aangetoond. In alle zes de zones is maximaal 30% van de referentiesoorten aangetroffen.

### Interpretatie

De evaluatie van de Intactness index is negatief. Er is in minimaal 2 zones in de Westerschelde sprake van een significante afname die niet herstelt. Daarnaast is er in 4 zones in de Zeeschelde sprake van een afname in de laatste twee meetjaren.





Figuur 8-21: Fytoplankton – Occurrence Intactness Index: Trends in Occurrence Intactness Index op basis van aan- en afwezigheid van referentiesoorten (jaarlijks gemiddelde).

### 8.6.3 Rekenparameter Sleutelsoorten: trends aantallen/biomassa

#### Definitie

De rekenparameters voor sleutelsoorten en criteria zijn bepaald op niveau 3 (Scheldezone), met de volgende criteria:

1. Phaeocystis: vanaf een cellendichtheid van meer dan  $4 \times 10^6$  cellen per liter volgt een negatieve evaluatie. Maandelijks te bepalen.

2. Cyanobacteriën: vanaf een cellendichtheid van meer dan  $2 \times 10^7$  cellen per liter volgt een negatieve evaluatie. Maandelijks te bepalen.
3. De Algal genus pollution index (jaarlijks per Scheldezone) mag niet toenemen voor een positieve evaluatie. Dit is een index die met name een indicatie geeft van de mate van organische verrijking. Hierbij wordt het voorkomen van een twintigtal genera karakteristiek voor organische verrijking in de monsters gescoord.
4. Dominante soorten: aantallen of biomassa voor de 4 meest dominante soorten per Scheldezone (geen criterium voor evaluatie gegeven). Dit is een verklarende biomassa.

## Data

Voor de Westerschelde zijn de dichtheden met de eenheid 'Aantal cellen (fytoplankton) per volume per klasse in /l in oppervlaktewater' gebruikt voor de analyse. Voor de Vlaamse data zijn de waarden uitgedrukt in  $\mu\text{g C/liter}$  per taxon. Er is voor de overschrijding gekeken naar de periode 2010-2015.

Voor de trends in sleutelsoorten is voor de Nederlandse en Vlaamse taxa de taxonomische indeling volgens WoRMS gebruikt, inclusief de indeling in phyla en klassen. Voor aangetroffen taxa die niet in WoRMS voorkomen is handmatig het Phylum en de Klasse opgezocht ten behoeve van de verhouding Kiezelwieren / Groenwieren.

Voor de Algal genus pollution index is de aan-/afwezigheid van de vastgestelde genera bepaald per monster. Scores van aangetroffen genera zijn vervolgens per monster gesommeerd.

Voor de celdichtheid van Cyanobacteriën is de Vlaamse data omgerekend van biomassa naar celdichtheid waarbij is aangenomen dat het gemiddelde celgewicht  $45,8 \text{ pg C}$  is (conform evaluatie 2009).

Voor het bepalen van de trend in dominante soorten is per Scheldezone bepaald wat de dominante soorten zijn door de dichtheid per taxon te delen door de dichtheid van alle taxa. Per zone is voor de vier soorten met de hoogste relatieve dichtheid de trend beoordeeld. Alleen de trends met een goede fit, zijn hieronder beschreven.

## Analyse

### Pheaocystis

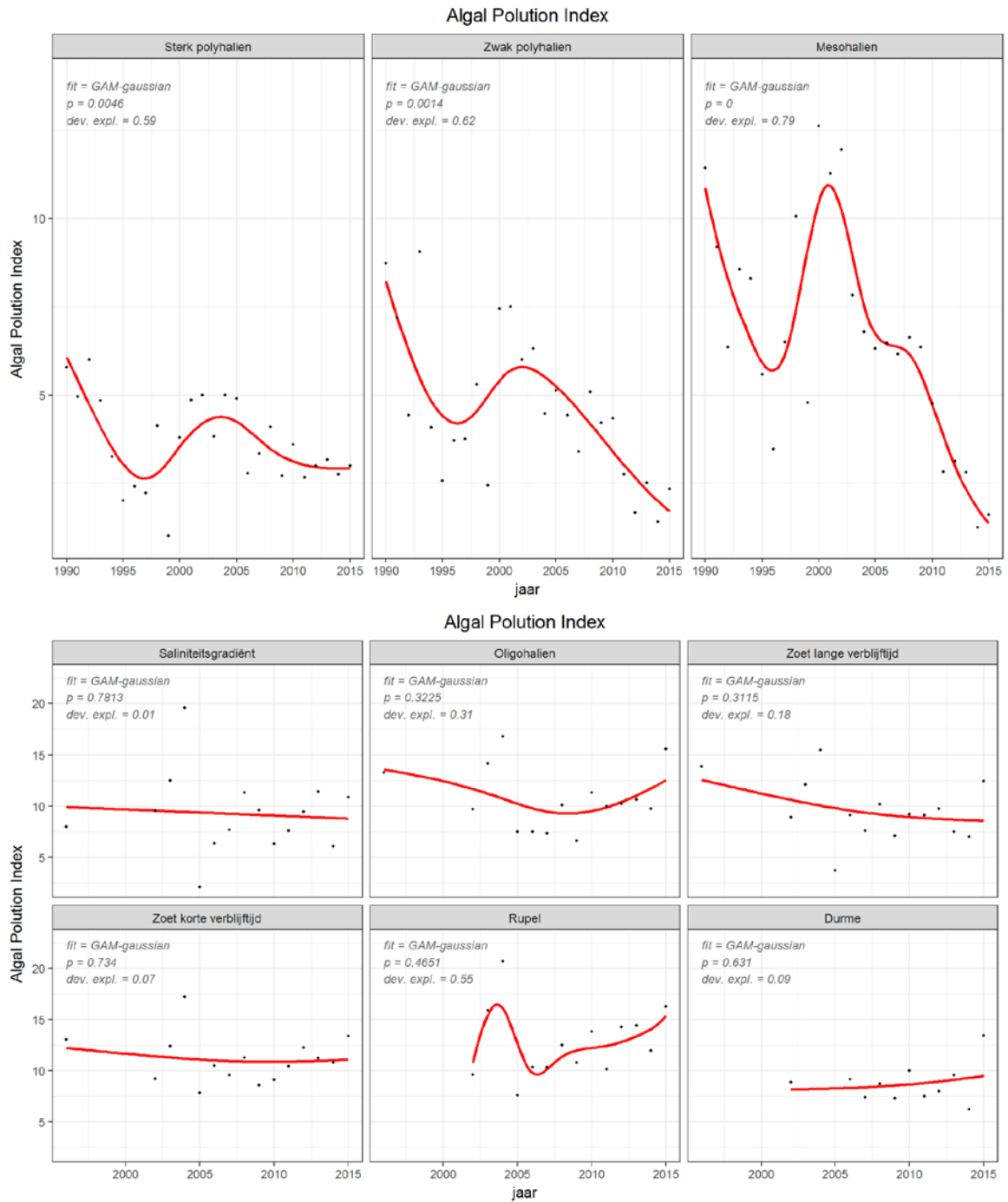
Voor Pheaocystis geldt dat de grenswaarde in de Westerschelde ( $4 \times 10^6$  cellen per liter) regelmatig wordt overschreden. In de periode 2010 – 2015 was er sprake van een overschrijding gedurende 2 maanden in 2013 en 2014 in Zone 1 Sterk Polyhalien en in 2013 gedurende 2 maanden in Zone 2 Zwak polyhalien. Er is in geen enkel jaar sprake van een overschrijding van de norm voor de Zeeschelde, hetgeen voor een mariene algensoort ook niet te verwachten is.

### Cyanobacteriën

Voor Cyanobacteriën geldt dat de grenswaarde in de Westerschelde ( $2 \times 10^7$  cellen per liter) is overschreden in Zone 3 Mesohalien in 2013. In de Zeeschelde is er recent geen sprake meer van overschrijdingen van de norm.

### Algal genus pollution index

De index neemt in de Westerschelde significant af voor de zones 2 Zwak polyhalien en 3 Mesohalien (Figuur 8-22). In zone 1 Sterk polyhalien is sprake van een significante afname die de laatste meetjaren stabiliseert. Voor de Zeeschelde geldt dat de index in 3 van de 6 zones toeneemt, maar nergens is sprake van een significante trend (Figuur 8-22).



Figuur 8-22: Fytoplankton - Sleutelsoorten – Algal Pollution Index. Westerschelde (boven) en Zeeschelde (onder).

|                                | Sterk polyhalien<br>1                              |              | Zwak polyhalien<br>2                       |              | Mesohalieren<br>3                |              |
|--------------------------------|--|--------------|--|--------------|----------------------------------|--------------|
| 1. <i>Phaeocystis</i>          | grenswaarde 2 maanden overschreden in 2013 en 2014 | voldoet niet | grenswaarde 2 maanden overschreden in 2013 | voldoet niet | grenswaarde niet overschreden    | voldoet      |
| 2. Cyanobacteriën              | grenswaarde niet overschreden                      | voldoet      | grenswaarde niet overschreden              | voldoet      | grenswaarde overschreden in 2013 | voldoet niet |
| 3. Algal genus pollution index | neemt af naar s                                    | voldoet      | neemt af                                   | voldoet      | neemt af                         | voldoet      |

Tabel 8-22: Fytoplankton - Sleutelsoorten Westerschelde (onder).

| Sleutelsoorten                 | Saliniteitsgradiënt<br>4      |             | Oligohaliene zone<br>5        |             | Zoet Lang Verblijf<br>6       |             | Zoet Kort Verblijf<br>7       |             | Rupel<br>8                    |             | Durme<br>9                    |             |
|--------------------------------|-------------------------------|-------------|-------------------------------|-------------|-------------------------------|-------------|-------------------------------|-------------|-------------------------------|-------------|-------------------------------|-------------|
| 1. <i>Phaeocystis</i>          | grenswaarde niet overschreden | voldoet     | grenswaarde niet overschreden | voldoet     | grenswaarde niet overschreden | voldoet     | grenswaarde niet overschreden | voldoet     | grenswaarde niet overschreden | voldoet     | grenswaarde niet overschreden | voldoet     |
| 2. Cyanobacteriën              | grenswaarde niet overschreden | voldoet     | grenswaarde niet overschreden | voldoet     | grenswaarde niet overschreden | voldoet     | grenswaarde niet overschreden | voldoet     | grenswaarde niet overschreden | voldoet     | grenswaarde niet overschreden | voldoet     |
| 3. Algal genus pollution index | Stabiel                       | slechte fit | neemt toe                     | slechte fit | stabiel                       | slechte fit | neemt toe                     | slechte fit | neemt toe                     | slechte fit | neemt toe                     | slechte fit |

Tabel 8-23: Fytoplankton- Sleutelsoorten Zeeschelde.

### Dominante soorten

In de Westerschelde verschillen de dominante soorten per zone en vertonen ze overwegend patronen zonder goede fit (Tabel 8-24). In zone 3 Mesohalieren neemt het kiezelwier *Melosira nummuloides* af, terwijl de cyanobacterie *Plankthothrix agardhii* toeneemt.

| Soort                          | Sterk polyhalien |      |          | Zwak polyhalien |      |          | Mesohalieren |             |          |
|--------------------------------|------------------|------|----------|-----------------|------|----------|--------------|-------------|----------|
|                                | P                | dev  | ex trend | P               | dev  | ex trend | P            | dev         | ex trend |
| <i>Asterionella glacialis</i>  | 0,002            | 0,08 |          | 0,051           | 0,03 |          |              |             |          |
| <i>Chaetoceros debilis</i>     | 0,016            | 0,17 |          | 0,014           | 0,13 |          |              |             |          |
| <i>Chaetoceros subtilis</i>    |                  |      |          |                 |      |          | 0,272        | 0,07        |          |
| <i>Chaetoceros socialis</i>    | 0,012            | 0,06 |          | NS              | 0,01 |          |              |             |          |
| <i>Melosira nummuloides</i>    |                  |      |          |                 |      |          | <b>0,01</b>  | <b>0,27</b> | -        |
| <i>Micromona pusilla</i>       |                  |      |          | NS              | 0,04 |          | NS           | 0,01        |          |
| <i>Plankthothrix agardhii</i>  |                  |      |          |                 |      |          | <b>0,01</b>  | <b>0,55</b> | +        |
| <i>Rhizosolenia delicatula</i> | 0,019            | 0,03 |          |                 |      |          |              |             |          |

Tabel 8-24: Fytoplankton - Dominante soorten in de Westerschelde.

### Interpretatie

Er is een negatieve evaluatie voor sleutelsoorten *Phaeocystis* en Cyanobacteriën in de Westerschelde door overschrijding van respectievelijk de grenswaarden voor *Phaeocystis* en Cyanobacteriën. De zones in de Zeeschelde voldoen voor deze sleutelsoorten. De evaluatie op basis van de Algal pollution index is voor de Westerschelde positief, met significante dalende trends. In de Zeeschelde zijn de trends onduidelijk.

## 8.6.4 Rekenparameter Trends in exoten

### Definitie

Voor de rekenparameter trends in exoten is het gemiddeld aantal exoten soorten per monster geëvalueerd, evenals de concentratie aan exoten, jaarlijks bepaald op niveau 3 (per Scheldezone) en elke toename is als negatief beoordeeld.

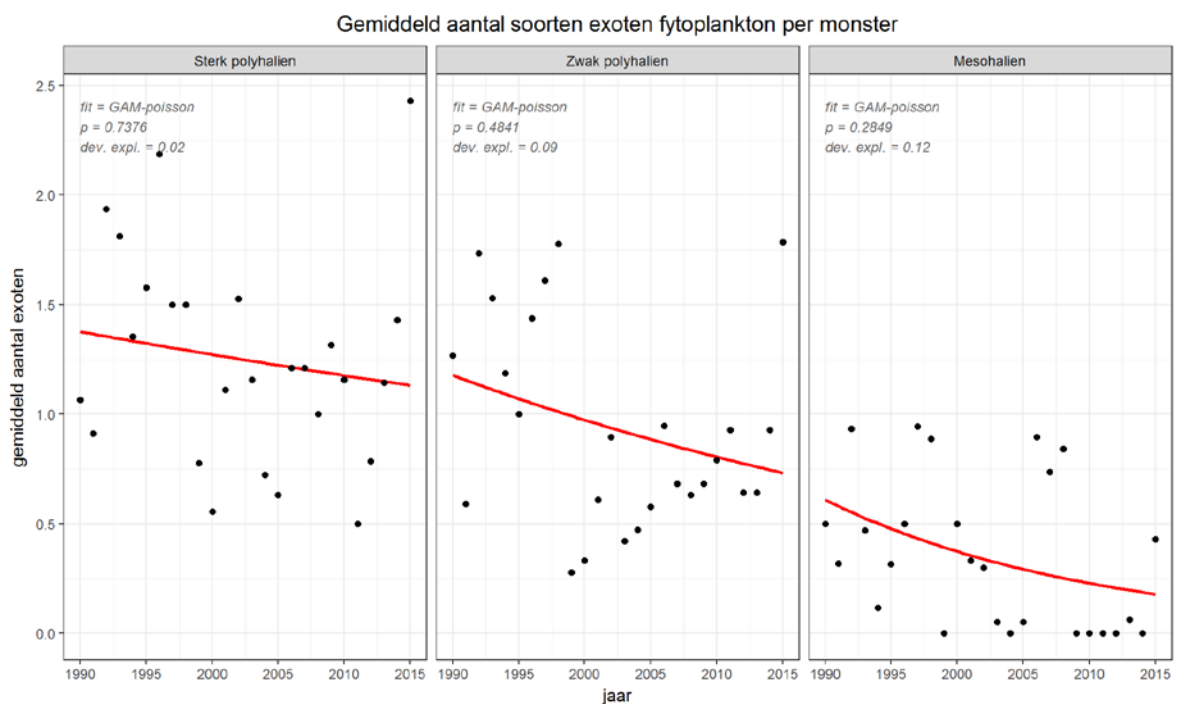
### Data

Voor de trend in exoten is de referentielijst via de Accepted Scientific Name uit WoRMS gekoppeld aan de aangetroffen taxa. De lijst met taxa die geen match hebben met de

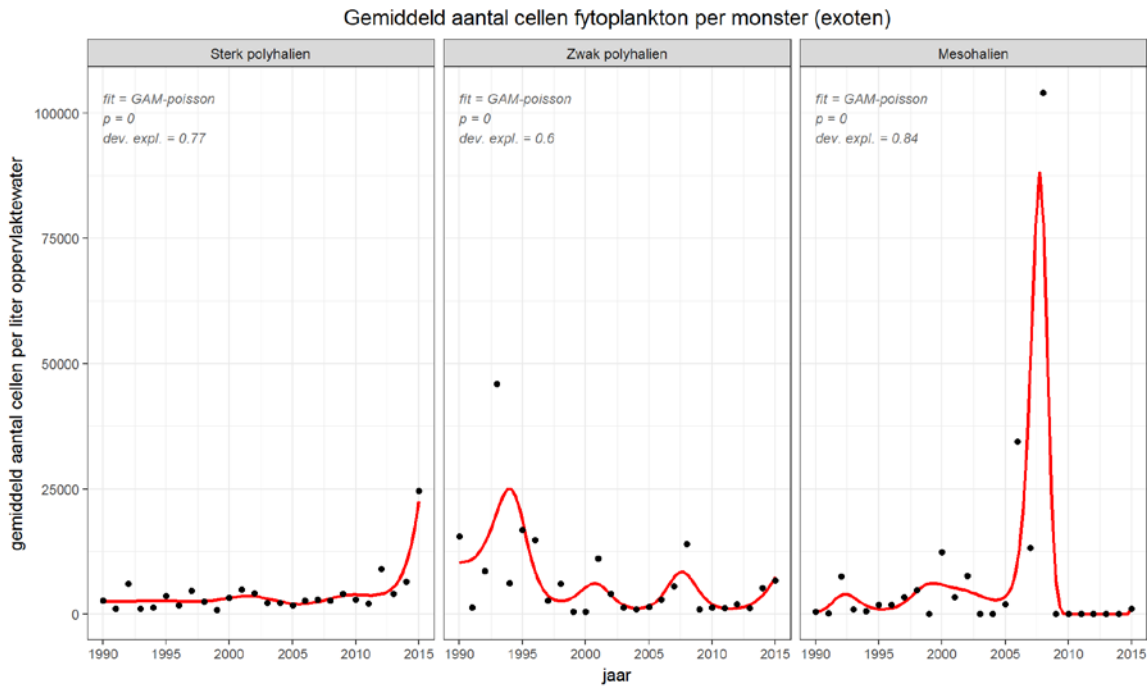
referentielijst zijn nagelopen op aanwezige exoten. Hierbij zijn voor de Nederlandse data *Mediopyxis helysia*, *Odontella longicruris* en *Thalassiosira sp 1* aangemerkt als exoot. Van de exoten is de trend bepaald op basis van de celdichtheid van exoten per monster. Daarnaast is de trend in aantal soorten exoten per Scheldezone per jaar bepaald. In het verleden is gebleken dat het aantal soorten exoten afhankelijk is van het aantal monsters, omdat het effect van bemonsteringsinspanning groot is en de uitkomst beïnvloedt (Maris et al. 2014). Er is zodoende gekozen om het gemiddeld aantal soorten per monster als parameter mee te nemen in de evaluatie. Voor de Westerschelde is gerekend met exoten dichtheden (cellen per liter).

## Analyse

Figuur 8-23 geeft de ontwikkeling van het gemiddeld aantal soorten exoten per zone in de Westerschelde en Figuur 8-24 geeft de ontwikkeling van het gemiddeld aantal cellen per monster per zone van de Westerschelde.



Figuur 8-23: Aantal soorten exoten (fytoplankton) in de Westerschelde.



Figuur 8-24: Fytoplankton – exoten - dichtheid. Gemiddeld aantal cellen exoten per liter oppervlaktewater per zone van de Westerschelde.

#### Westerschelde

Het gemiddelde aantal soorten exoten per monster in de Westerschelde varieert van 0 tot 2,5 en de concentratie van exoten van 0 tot 100.000 cellen per liter, waarbij in het merendeel van de jaren concentraties onder de 25.000 cellen per liter zijn waargenomen.

#### Aantal soorten exoten

Voor alle drie de Scheldezones in de Westerschelde ontbreekt een significante trend. Wel valt op dat in de mesohaliene zone in 4 van de 6 jaren in de periode 2010-2015 een gemiddeld aantal exoten van 0 is aangetroffen.

#### Dichtheid exoten

De concentratie (gemiddeld aantal cellen per liter oppervlaktewater) exoten laat wel significante trends zien voor alle zones, waarbij in Zone 1 Sterk polyhalien en Zone 2 Zwak polyhalien sprake is van een stijging van de concentratie en in de zone 3 Mesohalieu sprake is van stabilisatie rondom 0 in de periode 2010-2015.

#### Zeeschelde

Voor de Zeeschelde maakt het huidige determinatieniveau (meestal genusniveau) een onderscheid tussen exoten en autochtone soorten (voorlopig) niet mogelijk.

#### Interpretatie

De evaluatie voor het voorkomen van exoten in de Westerschelde is neutraal. Het aantal soorten exoten is gering. Er is in het Sterk en Zwak polyhalien sprake van een stijging van de dichtheid van exoten, maar in het Mesohalieu is juist sprake van een afname van de exoten. Voor de Zeeschelde is geen evaluatie mogelijk, omdat het fytoplankton niet tot op soortniveau is gedetermineerd.

## Evaluatie fytoplankton

| parameter | specificatie     | Westerschelde    |                 |            | Zeeschelde    |             |           |           |       |       |
|-----------|------------------|------------------|-----------------|------------|---------------|-------------|-----------|-----------|-------|-------|
|           |                  | sterk polyhalien | zwak polyhalien | mesohalien | sal. gradiënt | oligohalien | zoet lang | zoet kort | Rupel | Durme |
| Oc. Index |                  |                  |                 |            |               |             |           |           |       |       |
| Sleutel   | Phaeocystis      |                  |                 |            |               |             |           |           |       |       |
|           | Cyanobac.        |                  |                 |            |               |             |           |           |       |       |
|           | Algal Pol. Index |                  |                 |            |               |             |           |           |       |       |
| Exoten    | soort            |                  |                 |            |               |             |           |           |       |       |
|           | aantal           |                  |                 |            |               |             |           |           |       |       |

Tabel 8-25: Samenvatting van de evaluatie van de verschillende rekenparameters voor fytoplankton. Groen: evaluatie positief, rood = negatief.

## 8.7 Toetsparameter Zoöplankton

### Data

Voor de Westerschelde zijn er alleen data beschikbaar uit 2011-2013. Dit is te weinig voor een trendanalyse. Voor de zones in de Westerschelde zijn bovendien maar 5 genera beschikbaar, dit is te weinig om een Intactness index te berekenen.

Om deze reden is alleen een analyse uitgevoerd met de data van de Zeeschelde.

Voor de Zeeschelde + zijrivieren zijn zoöplanktondichtheden beschikbaar van december 1995 tot op heden, echter niet continu (maandelijks) voor alle te evalueren zones (data van onder andere de jaren 2000 en 2001 ontbreken grotendeels). Het bestand bestaat uit dichtheden van meso- en microzoöplanktonsoorten uitgedrukt in ind/m<sup>3</sup>. Het microzoöplankton (diverse Rotifera soorten) is enkel gemonitord in het jaar 2002. Deze groep is dan ook niet verder in de evaluatie meegenomen.

### 8.7.1 Rekenparameter Intactness index

#### Definitie

De rekenparameter Occurrence Intactness Index, is gebaseerd op de aan- of afwezigheid van soorten uitgaande van referentiematrices, zoals ook is uitgevoerd tijdens de T2009, bepaald op niveau 3 (Scheldezones). Voor een positieve beoordeling mag de trend niet afnemen.

Om effecten van het niveau waarop gedetermineerd wordt per uitvoerende organisatie uit te sluiten, heeft beoordeling van de Occurrence Intactness Index plaatsgevonden op basis van de aan- of afwezigheid van zoöplankton genera (niveau genus).

#### Data

De Occurrence Intactness Index is voor de Zeeschelde uitgerekend voor alle zones op basis van aan/afwezigheid van genera. Genus *Acartia* bevat zowel inheemse als exotische soorten. Inheemse *Acartia* soorten zijn echter niet op soortniveau aangetroffen in de data. Daarom is besloten om het genus *Acartia* niet mee te nemen bij de bepaling van de index.

De parameter is geëvalueerd op niveau 3 (Scheldezones).

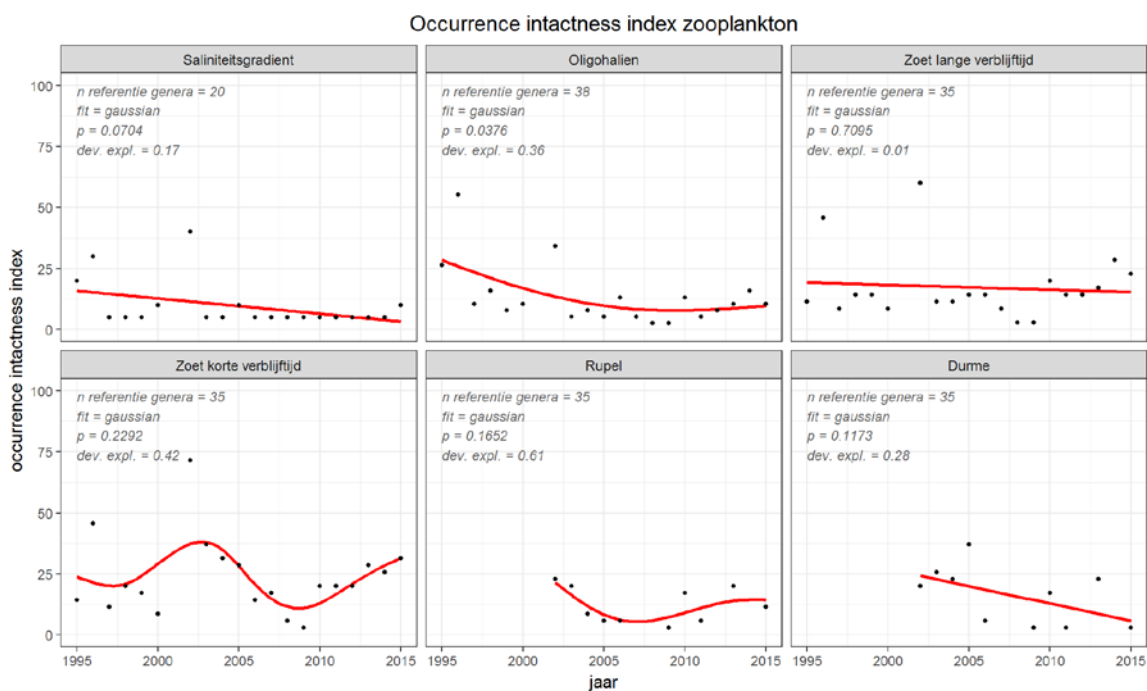
In het verleden is gebleken dat een beoordeling van de diversiteit van het zoöplankton op basis van een Occurrence Intactness Index lastig is, omdat het effect van het niveau waarop determinaties plaatsvinden (afhankelijk van analyserend laboratorium) groot is en te veel effect heeft op de uitkomst (Maris et al. 2014).

## Analyse

Figuur 8-26 geeft de ontwikkeling in de Occurrence Intactness Index van het zoöplankton in de verschillende zones van de Zeeschelde. De Occurrence Intactness Index van zoöplankton laat in diverse zones een lichte schommeling zien zonder duidelijke toe- of afname. Ook zijn er diverse trends die wel duidelijk een richting hebben, zoals de toenemende trend in recente jaren in zone 7 Zoet korte verblijftijd en de afnemende trend in zone 9 Durme, maar deze zijn niet significant. Voor zone 5 Oligohalien geldt dat er sprake was van een negatieve trend in eerdere jaren maar de ontwikkeling is stabiel in de periode 2010-2015. Voor zone 4 Saliniteitsgradiënt is er een negatieve trend waarneembaar richting 0 ( $P=0,07$ ).

## Interpretatie

De evaluatie voor de Occurrence Intactness Index is neutraal. De enige significante trend voor zone 5 Oligohalien is stabiel.



Figuur 8-25: Zoöplankton – Occurrence Intactness Index. Trends in Occurrence Intactness Index op basis van aan- en afwezigheid van referentiesoorten.

## 8.7.2 Rekenparameter Trends in sleutelsoorten

### Definitie

De evaluatie voor sleutelsoorten is bepaald op niveau 3 (Scheldezone) voor de Zeeschelde, met de volgende criteria:

1. Jaarmaximum zoöplankton: De trend in het waargenomen jaarmaximum aan zoöplankton mag voor een positieve beoordeling niet dalen (ten opzichte van 2009).



2. Jaarmaximum *Eurythemora affinis* dichtheden: De trend in het waargenomen jaarmaximum van *E. affinis* dichtheden mag niet afnemen voor de Oligohaliene zone, de Zoete zone met Lange Verblijftijd, de Zoete zone met Korte Verblijftijd, de Rupel en de Durme.
3. Verhouding Cladocera/ Calanoida: de trend in de ratio's van jaargemiddelde dichtheden aan Cladocera ten opzichte van Calanoida mag niet stijgen voor een positieve beoordeling.
4. Verhouding Cyclopoida/ Calanoida : De trend in de ratio's van jaargemiddelde dichtheden aan Cyclopoida ten opzichte van Calanoida mag niet stijgen voor een positieve beoordeling.

## Data

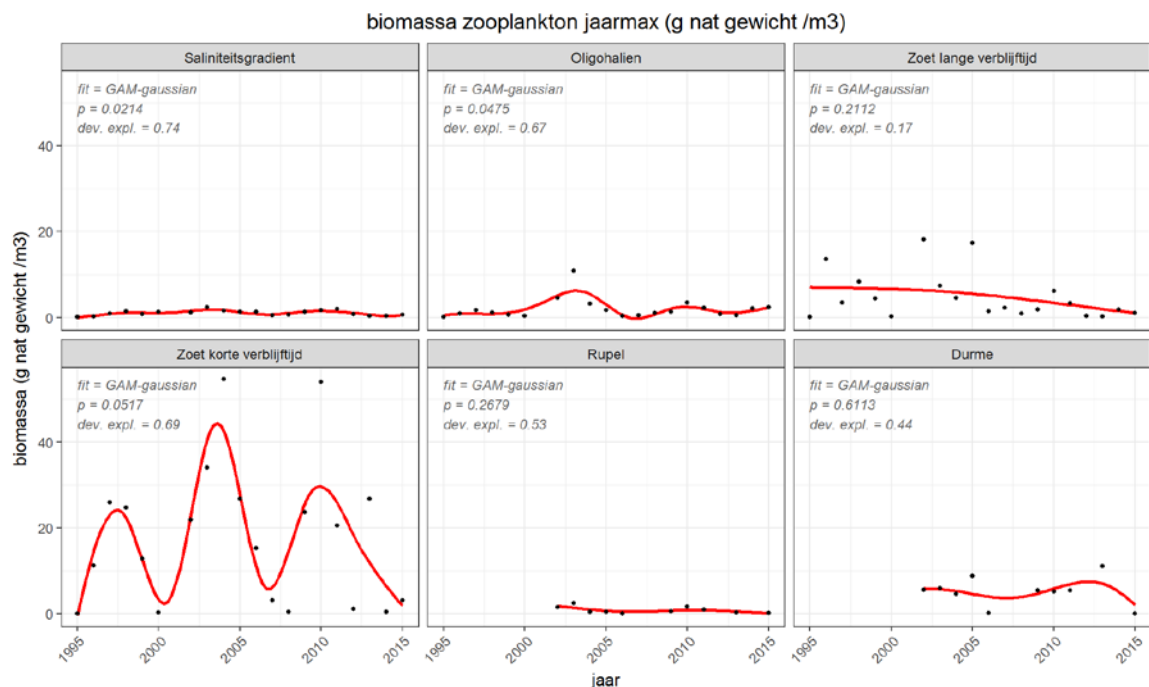
Jaarmaximum: met behulp van schattingen van het gemiddelde lichaamsgewicht van verschillende zoöplankton taxa (tot en met niveau genus) zijn aantallen vertaald naar biomassa droog gewicht (Maris et al. 2014). Drooggewicht is omgerekend naar natgewicht met een conversie factor van 5 (Postel et al. 2000).

Ratio's van jaargemiddelde dichtheden van Cladocera/ Calanoida en Cyclopoida/ Calanoida zijn bepaald door per station per jaar de dichtheden van de drie taxa te sommeren. Cladocera is hierbij gelijk verondersteld aan Diplostraca. Vervolgens zijn deze dichtheden gemiddeld om zo de jaargemiddelde dichtheid te bepalen. Daarmee is vervolgens de ratio bepaald. Wanneer de Calanoida over een heel jaar per zone, afwezig bleken te zijn, is de data voor het betreffende jaar & zone niet meegenomen. Dit komt twee keer voor: voor Zone 6 Zoet lange verblijftijd in 1995 en voor zone 9 Durme in 2015.

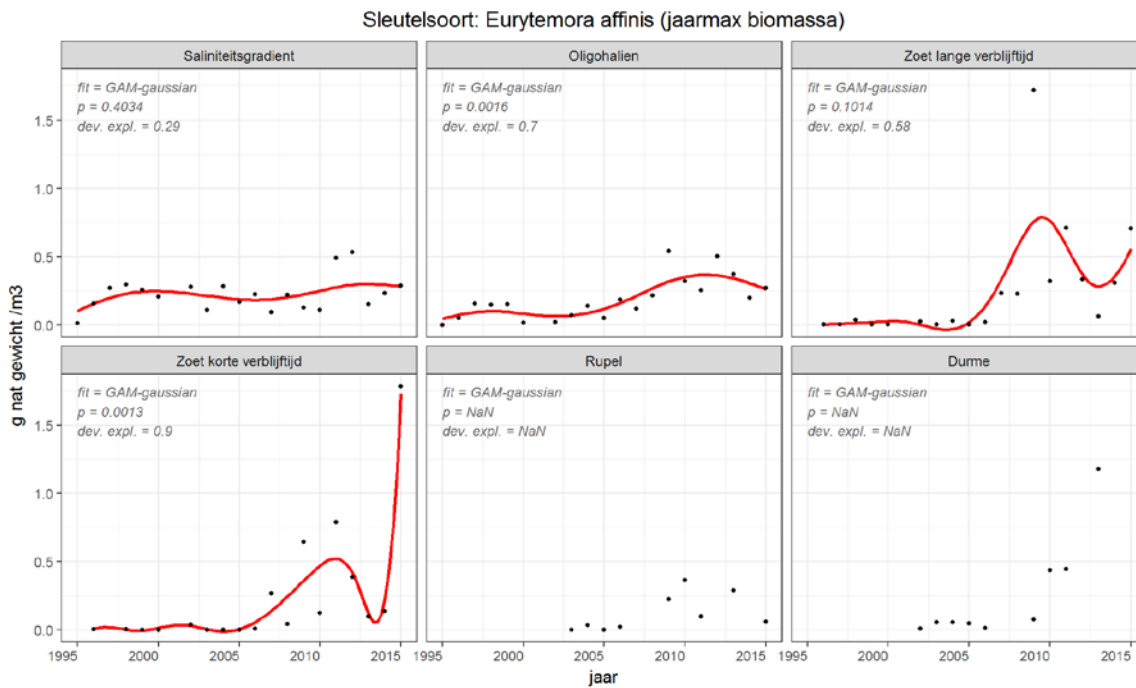
## Analyse

### Biomassa

Er is een significant stabiele trend rondom 0 voor zone 4 Saliniteitsgradiënt en 5 Zone Oligohalien en een dalende trend voor zone 7 Zoet korte verblijftijd ( $P=0,051$ ) (Figuur 8-26). Voor zone 6 Zoet lange verblijftijd, 8 Rupel en 9 Durme is de trend niet significant.



Figuur 8-26: Zoöplankton – Biomassa. Trends in jaarmaxima van biomassa in de Zeeschelde (natgewicht).



Figuur 8-27: Zoöplankton – Sleutelsoorten – *E.affinis*. Trends in jaarmaxima van biomassa van *E.affinis*.

### Eurythemora affinis

Het jaarmaximum van de biomassa van *E. affinis* vertoont in de periode 2010-2015 sterk wisselende patronen (Figuur 8-27), met een bijbehorende slechte fit en een onduidelijke trend. Voor zone 4 Saliniteitsgradiënt, 5 Oligohaliene zone, 8 Rupel en 9 Durme is geen duidelijke trend zichtbaar. Voor zone 6 Zoet lange verblijftijd en 7 Zoet korte verblijftijd is na een initiële daling in 2010-2012 een toename zichtbaar in de meest recente jaren.

### Verhouding Cladocera/ Calanoida

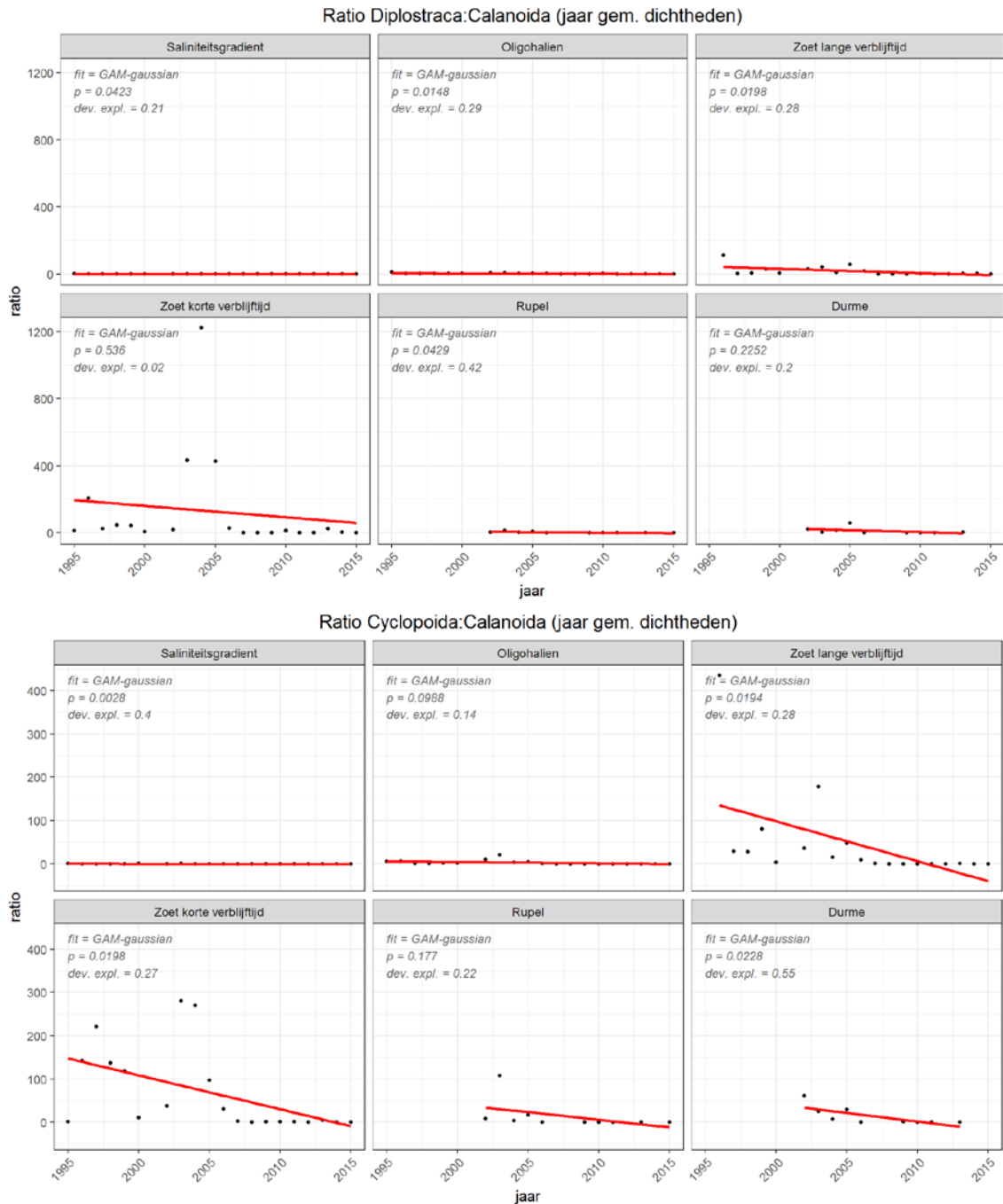
Deze verhouding is in de periode 2010-2015 voor alle zones 0, met uitzondering van 2013 in zone 7 Zoet korte verblijftijd). Er is in geen enkele zone sprake van een toenemende trend.

### Verhouding Cyclopoida/ Calanoida

Deze verhouding is in de periode 2010-2015 voor alle zones 0 (Figuur 8-28). Er is in geen enkele zones sprake van een toenemende trend.

### Interpretatie

De evaluatie is negatief voor de zoöplankton biomassa. Er is sprake van een significant dalende trend van zoöplankton biomassa in minimaal één zone van de Zeeschelde. Voor *Eurythemora affinis* geldt dat er na een initiële daling in de periode 2010-2012 recent sprake lijkt van herstel in twee zones. Voor zowel de verhouding Cladocera : Calanoida als de verhouding Cyclopoida : Calanoida is de trend stabiel of dalend.



Figuur 8-28: Verhouding tussen Cladocera : Calanoida (boven) en Cyclopoida : Calanoida (onder) in de zones van de Zeeschelde.

### 8.7.3 Rekenparameter Trends in exoten

#### Definitie

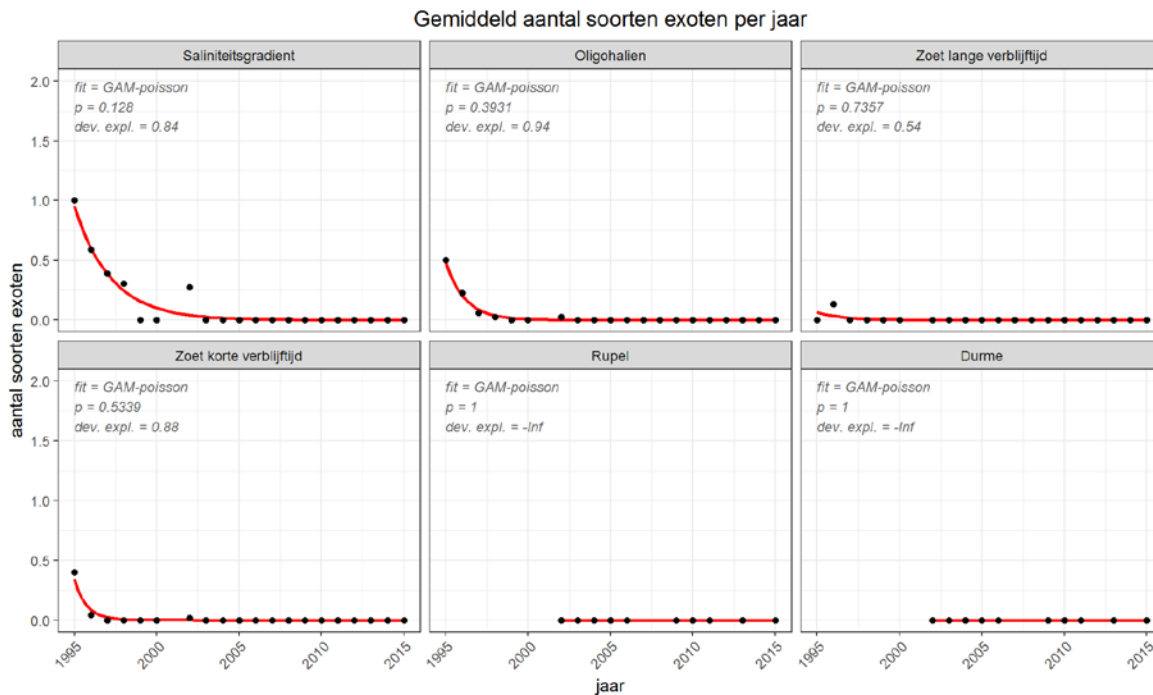
Voor de rekenparameter trends in exoten is voor de Zeeschelde het gemiddeld aantal soorten exoten per monster geëvalueerd, jaarlijks bepaald op niveau 3 (per Scheldezone) en elke toename is als negatief beoordeeld.

In het verleden is gebleken dat het aantal soorten exoten afhankelijk is van het aantal monsters, omdat het effect van bemonsteringsinspanning groot is en de uitkomst beïnvloedt

(Maris et al. 2014). Er is zodoende gekozen om het gemiddeld aantal soorten per monster als parameter mee te nemen in de evaluatie.

## Data

Er zijn twee soorten exoten bekend, namelijk *Pseudodiaptomus marinus* en *Acartia tonsa*. In de Westerschelde is alleen *P. marinus* aangetroffen, in de Zeeschelde alleen *A. tonsa*. Per monster is het gemiddeld aantal soorten exoten bepaald. Dit is vervolgens per zone per jaar gemiddeld.



Figuur 8-29: Zoöplankton – exoten – Gemiddeld aantal soorten exoten per monster.

## Analyse

In de Zeeschelde is alleen de exoot *Acartia tonsa* aangetroffen. Het aantal exoten is in alle zones van de Zeeschelde afgenomen naar 0 in recente jaren.

## Interpretatie

Conclusie: de evaluatie is positief, omdat het aantal exoten in recente jaren in alle zones 0 is.

## Evaluatie Zoöplankton

| parameter | specificatie               | Westerschelde    |                 |            | Zeeschelde    |             |           |           |       |       |
|-----------|----------------------------|------------------|-----------------|------------|---------------|-------------|-----------|-----------|-------|-------|
|           |                            | sterk polyhalien | zwak polyhalien | mesohalien | sal. gradiënt | oligohalien | zoet lang | zoet kort | Rupel | Durme |
| Oc. Index |                            |                  |                 |            |               |             |           |           |       |       |
| Sleutel   | jaarmax.                   |                  |                 |            |               |             |           |           |       |       |
|           | biomassa <i>E. affinis</i> |                  |                 |            |               |             |           |           |       |       |
|           | Cladocera/Calanoida        |                  |                 |            |               |             |           |           |       |       |
|           | Cyclopida/Calanoida        |                  |                 |            |               |             |           |           |       |       |
| Exoot     | soort                      |                  |                 |            |               |             |           |           |       |       |
|           | aantal                     |                  |                 |            |               |             |           |           |       |       |

Tabel 8-26: Samenvatting van de evaluatie van de verschillende rekenparameters voor zoöplankton. Groen: evaluatie positief, rood = negatief.

## 8.8 Toetsparameter Vegetatie

### 8.8.1 Rekenparameter Intactness Index

#### Definitie

Omdat geen referentie beschikbaar is, is de Intactness Index bepaald op basis van trends in de som van de oppervlakte van de vegetatiezones. Daartoe zijn de oorspronkelijke vegetatietypen omgezet in vegetatiezones.

#### Data

De Intactness Index voor vegetatie is berekend op niveau 2, dus voor de Westerschelde als geheel en voor de Zeeschelde als geheel. Ter onderbouwing en controle van de effecten zijn ook grafieken gemaakt op niveau 3. Deze worden in bijlage F-17 tot en met F-25 gepresenteerd, maar in de tekst worden grote verschillen tussen zones wel aangeduid.

Voor de Westerschelde is uitgegaan van de vertaaltabel van de SALT2008-typologie naar Zonekaart Westerschelde, met de volgende aanpassingen:

- de 6 typen zonder vegetatie (water, slik, zand, schelpen, veek en stenen) zijn in 1 klasse geplaatst (onbegroeid);
- de typen met dominantie van zeekweek, heen en riet zijn apart genomen (elk een klasse). Voor 'dominanties' van heen, zeekweek en riet zijn alle SALT-typen genomen die naar deze soorten zijn genoemd, dus zowel die met meer dan 50% bedekking als de typen met meer dan 25%. Omdat in sommige zones geen onderscheid gemaakt wordt tussen >25% en > 50% was dit de enige mogelijkheid.

Voor de Westerschelde zijn vegetatiekaarten beschikbaar uit 1998, 2004 en 2010. In de evaluatiemethodiek (Maris et al. 2014) staat dat voor de Westerschelde enkele vegetaties biet ten opzichte van 2010 mogen toenemen. De nieuwe vegetatiekaart (2016) was echter nog niet beschikbaar, zodat een vergelijking is gemaakt tussen de kartering van 2010 met de kartering in 2004.

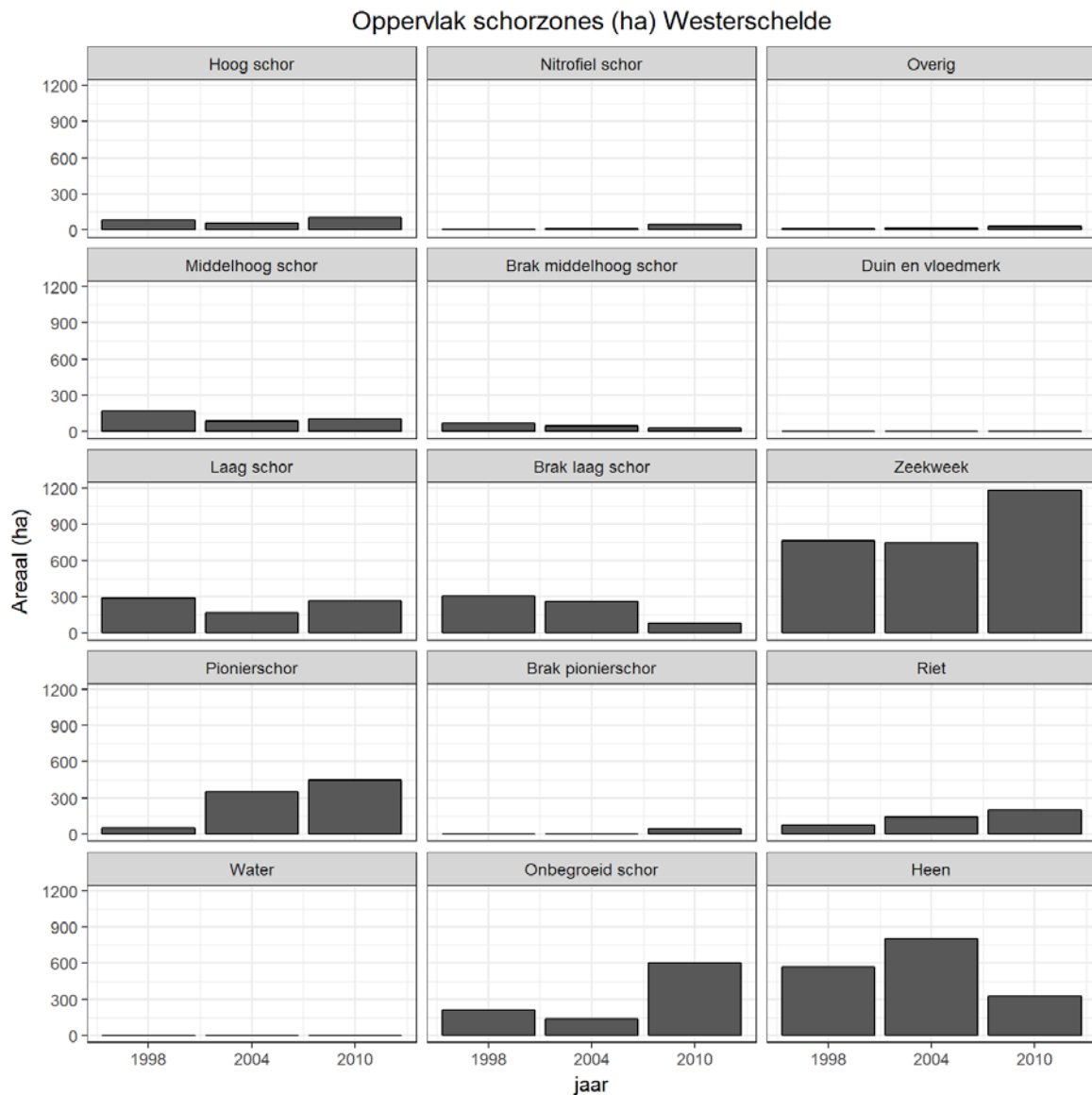
Voor de evaluatie van de Zeeschelde zijn de typologieën van de verschillende meetjaren op elkaar afgestemd door het INBO. De onbegroeide stukken (formaties water, geul, slik, vaucheria en antropogeen) zijn buiten beschouwing gelaten omdat deze niet in elk jaar in gelijke mate zijn gekarteerd. Van de vegetatiekaarten is alleen het areaal binnen de estuariene zone

meegenomen in de analyse (op basis van attribuut 'Estuarien' in de vegetatiekaarten). Voor 2013 is het gehele karteeroppervlak meegenomen, omdat voor dit jaar alleen de estuariene delen op de ecotopenkaart zijn opgenomen. Uitgangspunt bij de analyse is dat voor de jaren 1992, 1996, 2003 en 2013 alle begroeide delen van de estuariene zone dekkend zijn gekarteerd. In 1992 en 1996 zijn echter niet alle schorren gekarteerd. Nergens zijn de smalle oeverzones gekarteerd en de Durme en de Rupel zijn in deze jaren grotendeels niet gekarteerd. Dit is van invloed op de areaalveranderingen van het schor tussen jaren. De vegetatietypen zijn op basis van de attribuutwaarden voor Formatie en Vegtype ingedeeld in te analyseren vegetatie eenheden volgens de indeling in Tabel 8-27.

| Formatie                | 1992          | 1996          | 2003          | 2013          |
|-------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Vaucheria               | 2,01          | 1,54          | 11,70         | 13,01         |
| Pioniers                | 16,12         | 9,30          | 16,47         | 23,83         |
| Biezen                  | 6,58          | 4,69          | 22,26         | 18,74         |
| Rietland                | 165,28        | 188,35        | 227,89        | 223,72        |
| Ruigte                  | 73,03         | 103,32        | 92,62         | 113,41        |
| Strooisel/veek          | 0,09          | 0,12          | 0,21          | 0,17          |
| (Zilt)grasland          | 63,91         | 17,23         | 9,14          | 7,46          |
| Individuele boom/struik | 22,41         | 20,09         | 13,74         | 14,79         |
| Struweel                | 159,64        | 189,11        | 214,49        | 218,46        |
| Bos                     | 27,22         | 24,67         | 102,73        | 108,46        |
| <b>Totaal</b>           | <b>536,29</b> | <b>558,42</b> | <b>711,25</b> | <b>742,04</b> |

Tabel 8-27: Indeling van alle begroeide delen van de Zeeschelde in een vegetatietype in ha. Zoet, niet schordelen zijn wel opgenomen om de ontwikkelingen inzichtelijk te maken.

## Analyse



*Figuur 8-30: Ontwikkeling van verschillende formaties/vegetatietypes langs de Westerschelde. Voor niet alle formaties is onderscheid in vegetatietypen gemaakt, omdat dit niet relevant is in het kader van deze studie.*

### Westerschelde

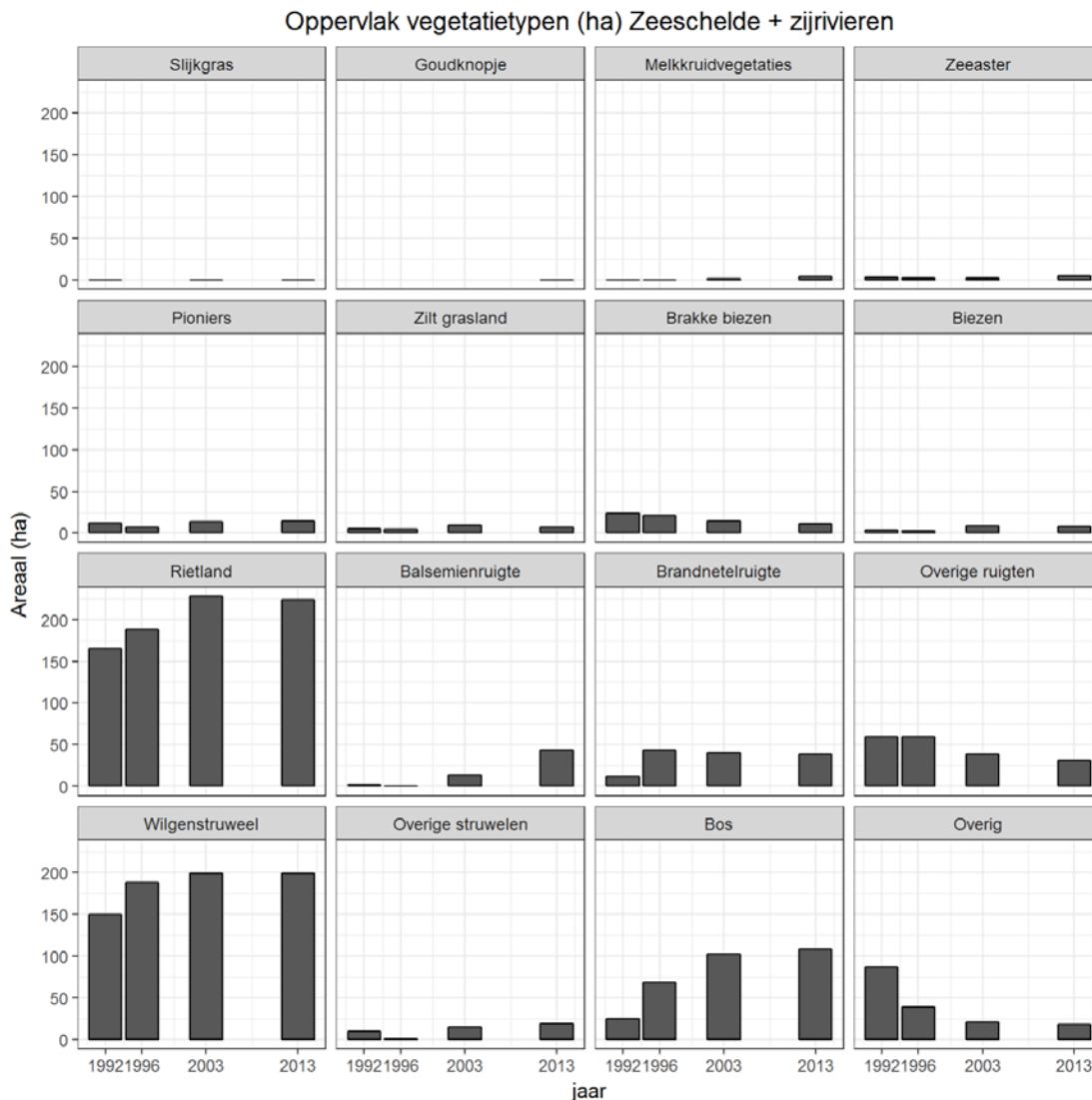
De volgende trends zijn aanwezig in de schorzones van de Westerschelde (Figuur 8-30):

- Een sterke toename van Pionierschor, voornamelijk in de zone 1 Sterk polyhalien.
- Een sterke toename van zeekweek. Zeekweek neemt alleen toe in zone 3 Mesohalien en niet in de zones 2 Zwak en 1 Sterk polyhalien;
- Voor Heenvegetaties is een lichte toename te zien van 1998 tot 2004 en vervolgens een veel sterkere afname in 2010. Heen komt vrijwel alleen in zone 3 Mesohalien voor;
- Hoog schor vertoont netto een geringe toename. Als alleen naar zone 3 Mesohalien gekeken wordt is de toename iets groter; in de zones 2 Zwak en 1 Sterk polyhalien neemt hoog schor juist af.
- Nitrofiel schor, dat ook alleen hoog op de schorren voorkomt, vertoont een iets duidelijkere toename;

- De middelhoge en hoge schorren vertonen een afname, evenals de brakke varianten daarvan. De successie naar hoog schor, nitrofiel schor en met name zeekweek is dus groter dan de aanwas vanuit pionierschor;
- Riet neemt toe;
- Onbegroeid schor lijkt toe te nemen. Echter, omdat onbegroeide schorren aan de randen niet gekarteerd worden, is dit geen betrouwbare meting. Voor een evaluatie van het areaal schorren en platen wordt verwezen naar hoofdstuk 7 Leefomgeving.

### Zeeschelde

Het totale (gekarteerde) areaal in de Zeeschelde en zijrivieren neemt toe van ca. 560 ha in 1992 tot ca. 730 ha in 2013. Dit is voor een belangrijk deel het gevolg van het wel meenemen bij de karteringen van de oeverzones en de aanleg van gereduceerde getijgebieden (GGG's). Dit gebied bestaat voor het grootste deel (meer dan 80%) uit rietland, ruigte, struweel (vooral wilg) en bos. Vrijwel al deze relatief late successiestadia nemen toe, de sterkst toenemende trends zijn te zien bij rietland, wilgenstruweel, balsemienruigte en bos (Figuur 8-31). Overige ruigte is het enige type in deze groepen met een afnemende trend. De trends lijken echter vooral sterk in de periode 1992-2003, tussen 2003 en 2013 vlakken de trends af, met uitzondering van balsemienruigte.



Figuur 8-31: Ontwikkeling van verschillende vegetatietypen langs de Westerschelde.



De toename is echter niet ten koste gegaan van de vroege successiestadia; de meeste andere vegetaties vertonen ook een toenemende of eventueel gelijkblijvende trend. De uitzondering wordt gevormd door het vegetatietype brakke biezen, die een duidelijk afnemende trend vertoont die in 2013 ook nog niet duidelijk afvlakt.

### Interpretatie

Voor een positieve evaluatie van de Westerschelde mogen de arealen pionierschor, zeekweek, hoog schor en nitrofiële ruigte niet toenemen en dat is wel het geval (Tabel 8-28). Voor een positieve evaluatie mag bovendien het areaal heen niet afnemen, maar dat is wel het geval. De conclusie is dat de evaluatie voor de Westerschelde als geheel negatief is. Daarbij moet worden aangehouden dat er een groot verschil is tussen de zones. De evaluatie wordt gedomineerd door de ontwikkeling van vooral zone 3 Mesohalien, waarin het grootste oppervlakte schor gelegen is (Saefthinghe).

| criterium (schorzone)                    | Vegetaties  | Evaluatie |
|--|---|-----------|
| <b>Westerschelde</b>                     |   |           |
| Pionierschor geen toename                | slijkgras, pioniers, melkkruid, zeeaster nemen alle toe |           |
| Zeekweek geen toename                    | toename   |           |
| Hoog schor/climax geen toename           | nemen toe   |           |
| Heenvegetatie geen afname                | brakke biezen nemen af                                  |           |
| <b>Zeeschelde</b>                        |   |           |
| Zilt grasland geen toename               | zilt grasland neemt af                                  |           |
| Brandnetel-/balsemienruigte geen toename | brandnetelruigte, balsemienruigte nemen toe             |           |

Tabel 8-28: Evaluatie van ontwikkeling van de verschillende soorten vegetaties in de Westerschelde.

Vrijwel alle vegetaties vertonen in de Zeeschelde een toenemende trend, met uitzondering van overige ruigte, zilt grasland en brakke biezen. In de evaluatiemethodiek is gesteld dat de oppervlaktes zilt grasland en brandnetel-/balsemienruigte niet mogen toenemen. De afname van de oppervlakte zilt grasland moet positief geëvalueerd worden en de toename van brandnetel-/balsemienruigte negatief.

De toename van het totale (gekarteerde) areaal in de Zeeschelde kan verschillende oorzaken hebben. Zoals al eerder is aangegeven zijn bij de karteringen van 1992 en 1996 de oevers niet meegenomen maar in navolgende jaren wel. Ook kunnen eerder onbegroeide delen begroeid zijn geraakt. De afgelopen jaren zijn ook nieuwe natuurgebieden ingericht (die eerst een andere, meestal landbouwfunctie hadden), die bij volgende karteringen zijn meegenomen (zie Tabel 7-1). In dat geval gaat het om een reële toename van het areaal.

Daarnaast was de vertaling van met name de oudere typen niet altijd goed mogelijk (mond. med. G. van Rijckegem, INBO). Zo kon in zone 8 Rupel in 1992 en 1996 het grootste deel van de vegetaties niet worden vertaald en zijn er dus geen gegevens over ontwikkelingen in die zijrivier.

## 8.8.2 Rekenparameter Sleutelsoorten: trends in aantallen

### Definitie

Bij gebrek aan een referentielijst met sleutelsoorten, is van alle voorkomende soorten een trend berekend. Bij de interpretatie is vooral gelet op trends in de karakteristieke en indicatieve soorten ten aanzien van zout, verruiging en andere mogelijke ontwikkelingen.

### Data

Voor de Westerschelde zijn geen pq's beschikbaar. De enige informatie over soorten komt uit opnames die zijn gemaakt ter onderbouwing van de typologie. De opnames liggen niet op vaste locaties en het aantal opnames is te beperkt om directe trends voor soorten te berekenen zoals in de Zeeschelde. Daarom is een andere werkwijze gevolgd. Allereerst is een gemiddelde opname per vegetatietype berekend, gebruikmakend van de totale set opnames per vegetatietype uit de Westerschelde (dus van alle jaren samen). De opnames worden geacht representatief te zijn voor het vegetatietype (methodische eis SALT-kartering) en in de praktijk blijken ze samen ook wel een goed gemiddeld beeld te geven (mond. med. D. de Jong). Voor twee (zeldzame) typen waren geen opnames beschikbaar uit de Westerschelde en zijn opnames gebruikt uit de Verdrongen Zwarte Polder, het Zwin en de Kwade Hoek. De bedekkingspercentages per soort uit deze gemiddelde opnames zijn vervolgens vermenigvuldigd met de oppervlaktes van de vegetatietypes in de verschillende jaren en de resulterende oppervlaktes per soort zijn gesommeerd.

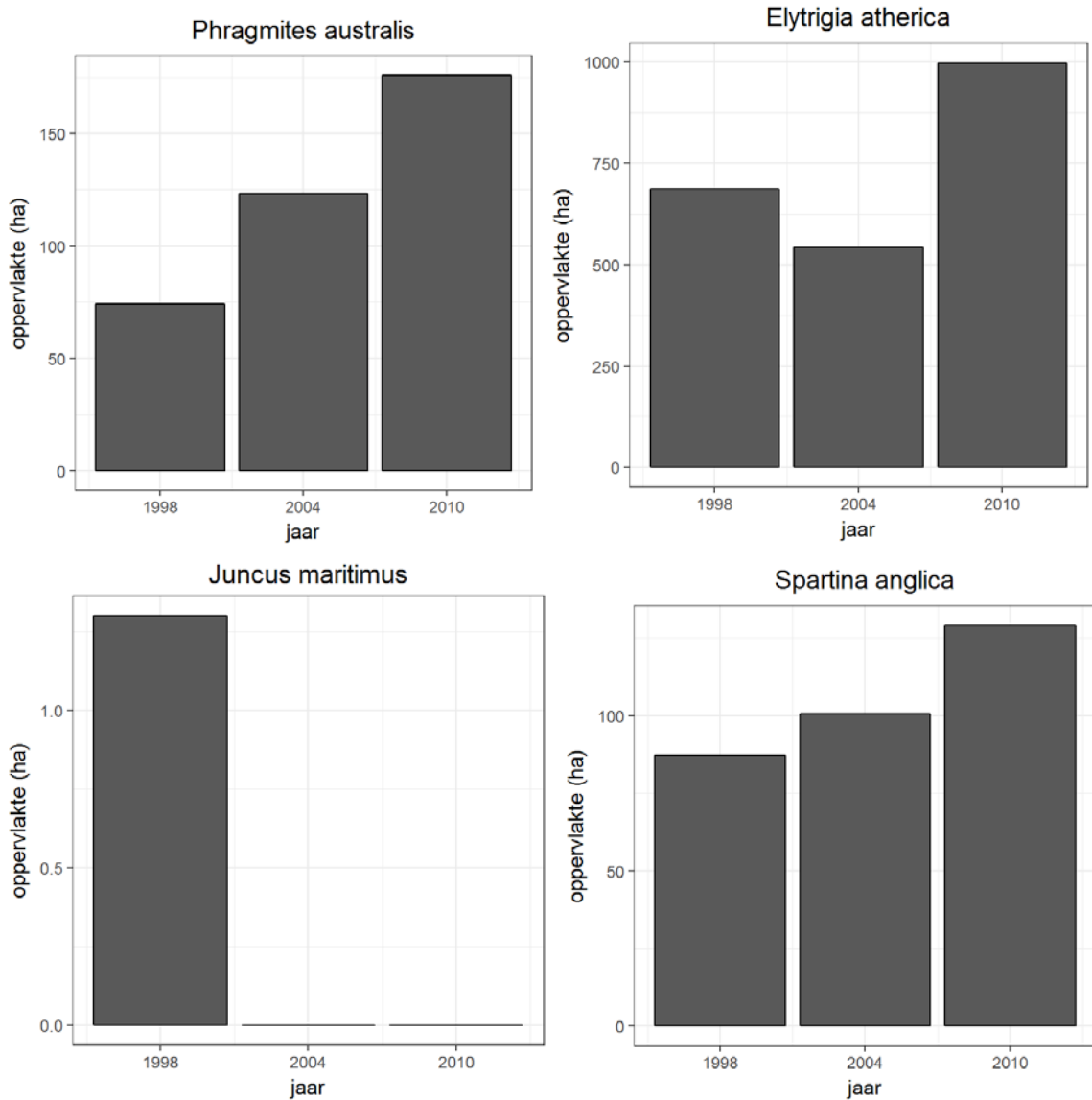
Voor de Zeeschelde is gebruik gemaakt van de permanente kwadraten (pq's; op vaste locaties). De pq's zijn om de 3 jaar opgenomen, na 2013 wordt dit 6-jaarlijks gedaan. In een aantal ontpolderde projectgebieden was de frequentie jaarlijks. Van de pq's is de gemiddelde bedekking per zone op niveau 3 berekend (dus de som van de bedekking van een soort in alle pq's, gedeeld door het aantal pq's in dat jaar). In de loop van de jaren hebben in een aantal zones grote verschuivingen in pq's plaats gevonden (pq's vervallen en nieuwe toegevoegd), hetgeen potentieel grote invloed heeft op de uitkomsten. Het beperken van de analyse tot de pq's die in alle jaren zijn opgenomen bleek echter niet mogelijk, omdat daardoor te weinig pq's overbleven voor een goede analyse. Daarom zijn alle pq's meegenomen en is bij de interpretatie rekening gehouden met de wisselingen in pq's. Het jaar 2016 is in zijn geheel weggelaten, omdat er in dat jaar te weinig pq's zijn opgenomen.

### Analyse

In de Westerschelde laten riet en zeekweek een duidelijke toename zien en heen een duidelijke afname, overeenkomstig de trends in de Intactness Index Z (zie Figuur 8-32). Een overzicht van de trends van alle soorten, die een oppervlakte van 1 ha of meer beslaan, wordt gegeven in bijlage F-29.

Van de soorten van zoute schorren (laag tot middelhoog) nemen gewoon kweldergras, kortarige zeekraal en zilte schijnspurrie duidelijk af en gewone zoutmelde, lamsoor en gerande schijnspurrie vertonen een geringe afnemende trend. Zulte, zeeweegbree en melkkruid nemen mogelijk licht toe. Een duidelijke toename in het zoute milieu is er voor langarige zeekraal, schorrenkruid, engels slijkgras en zeekweek.

Voor soorten van brakke schorren zijn de ontwikkelingen lastiger te verklaren. Fioringras en rood zwenkgras vertonen een duidelijke afname, zilte rus een duidelijke toename en zilverschoon, engels raaigras, rode klaver en aardbeiklaver een geringe toename.



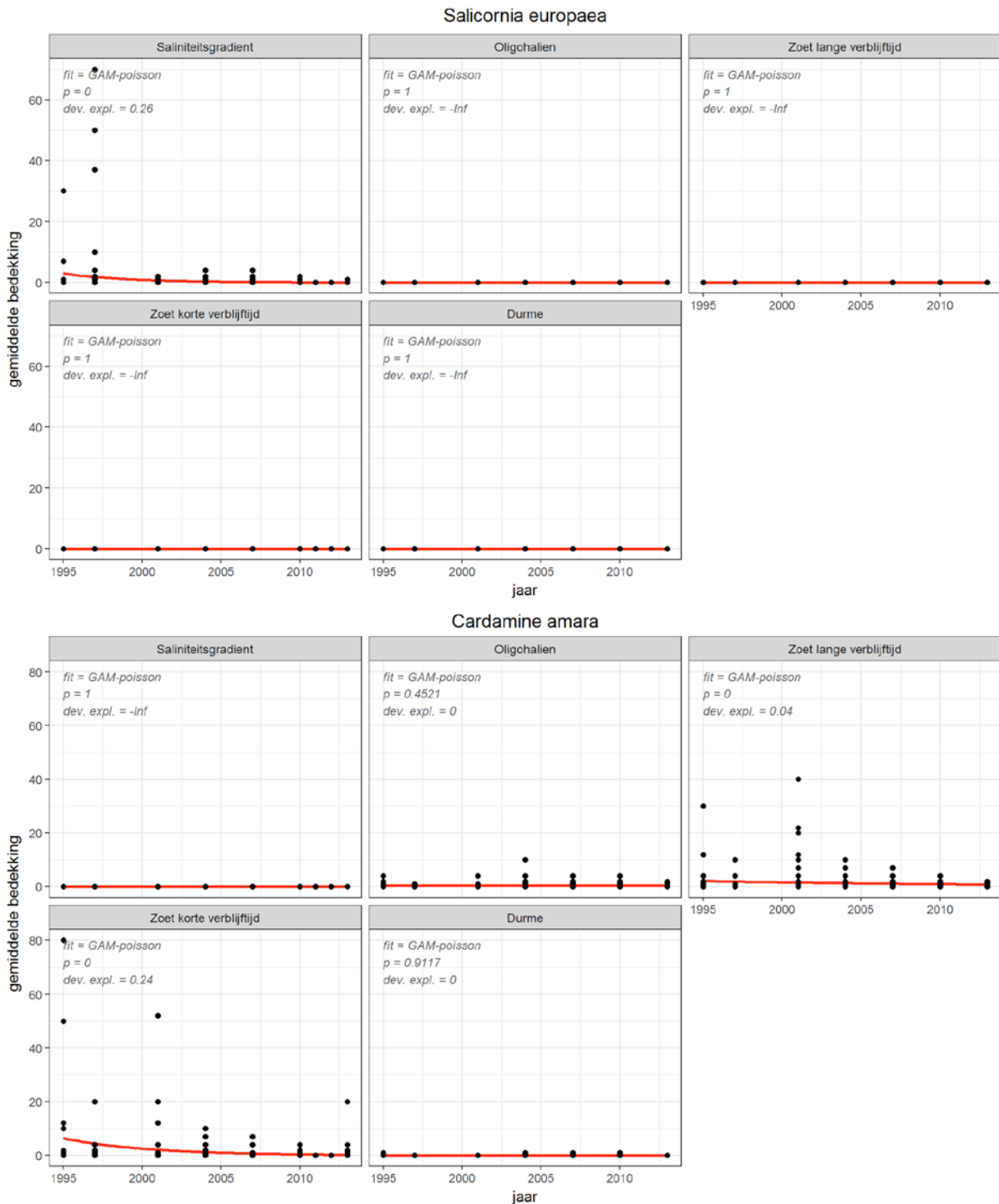
Figuur 8-32: Ontwikkeling van de oppervlakte van een viertal plantensoorten, linksboven: riet, rechtsboven: strandkweek, linksonder: heen en rechtsonder: Engels slijkgras, in de Westerschelde.

Ten slotte is het opvallend dat een aantal soorten van brakke en nitrofiële ruigte toenemen. Naast de eerder genoemde zeekweek, gaat het om akkerdistel, spiesmelde, echt lepelblad en in geringe mate ook om krulzuring, kleefkruid en grote brandnetel.

Zone 4 Saliniteitsgradiënt is de enige zone in de Zeeschelde waar zoute en brakke soorten regelmatig voorkomen. Veel van deze soorten vertonen een afnemende trend (o.a. zeekraal, heen, zeewegbree, gerande schijnspurrie, gewoon kweldergras, schorrekruid, schorrezoutgras en opvallend genoeg ook zeekweek). In deze zone nemen wilde selderij, goudknopje en riet toe.

In de zones 5 Oligohalien, 6 Zoet lange verblijftijd en 7 Zoet korte verblijftijd zien we een afname van bittere veldkers, spindotterbloem, waterpeper en ridderzuring. In zone 6 Zoet lange verblijftijd nemen riet en grote lisdodde ook af. Diverse wilgen lijken wat toe te nemen, evenals watermunt en grote kattenstaart in zone 7 Zoet korte verblijftijd.

In Figuur 8-33 worden zeekraal en bittere veldkers als voorbeeld gegeven. De overige, hier besproken soorten staan in bijlage F-30.



Figuur 8-33: Trend van zeekraal en bittere veldkers in de pq's in de verschillende zones van de Zeeschelde.

**Interpretatie**

In de Westerschelde lijkt er op de zoute (vooral lage) schorren een toename te zijn van soorten van de vroege successiestadia (engels slijkgras, langarige zeekraal en schorrenkruid) en van late (zeekweek), terwijl daarentegen de soorten van zoute lage schorren merendeels afnemen (gewoon kweldergras, zilte schijnspurrie, gewone zoutmelde, lamsoor en gerande

schijnspurrie). Dit beeld wordt echter bemoeilijkt, omdat een soort zulte zowel op lage schorren kan voorkomen als in pioniersituaties. De interpretatie van het voorkomen van zeekraal is lastig, omdat dit een eenjarige soort is, waarvan het voorkomen sterk bepaald wordt door de kiemonstandigheden tijdens het voorjaar (nat of droog). Op basis van 6-jaarlijkse karteringen is het niet goed mogelijk uitspraken te doen over de ontwikkeling van zeekraalsoorten. Zeeweegbree, een soort van de middelhoge kommen, en melkkruid, een soort van de hogere kliffen, nemen juist toe. Aangezien soorten zich niet tot 1 zone beperken is het moeilijk om eenduidig het voorkomen van soorten te gebruiken als maat voor de ontwikkeling van de verschillende zones.

De waargenomen veranderingen van soorten in het brakke milieu wijzen geen duidelijke richting op.

De soorten van brakke ruigten komen onder meer voor als begroeiing op aanspoelgordels (veek), maar ook komen soorten van brakke ruigten veel voor in beweide delen van Saefthinghe. Er zijn geen aanwijzingen dat in één van beide factoren een verandering is opgetreden.

De afname van zoute en brakke soorten in zone 4 Saliniteitsgradiënt lijkt te duiden op een voortschrijdende successie van het systeem. Dit kan ook veroorzaakt worden door de afnemende begrazing van de schorren langs de Zeeschelde, hetgeen negatief is voor zilte, grazige vegetaties en gunstig voor de ontwikkeling van riet (mededeling G. Van Ryckegem). De ontwikkelingen in zone 5 Oligohalien, zone 6 Zoet Lange verblijftijd en 7 Zoet korte verblijftijd duiden mogelijk op een afname aan open plekken en een toename van struweel.

### 8.8.3 Rekenparameter Trends in exoten

#### Definitie

De trends in exoten voor de Zeeschelde zijn op dezelfde wijze berekend als de trends voor de sleutelsoorten: de gemiddelde bedekking in de pq's per soort per zone. Daarnaast zijn trends berekend van het aantal soorten exoten dat per jaar is waargenomen in de pq's en de totale bedekking door exoten in de pq's. De trend van beide mag voor een positieve beoordeling niet toenemen.

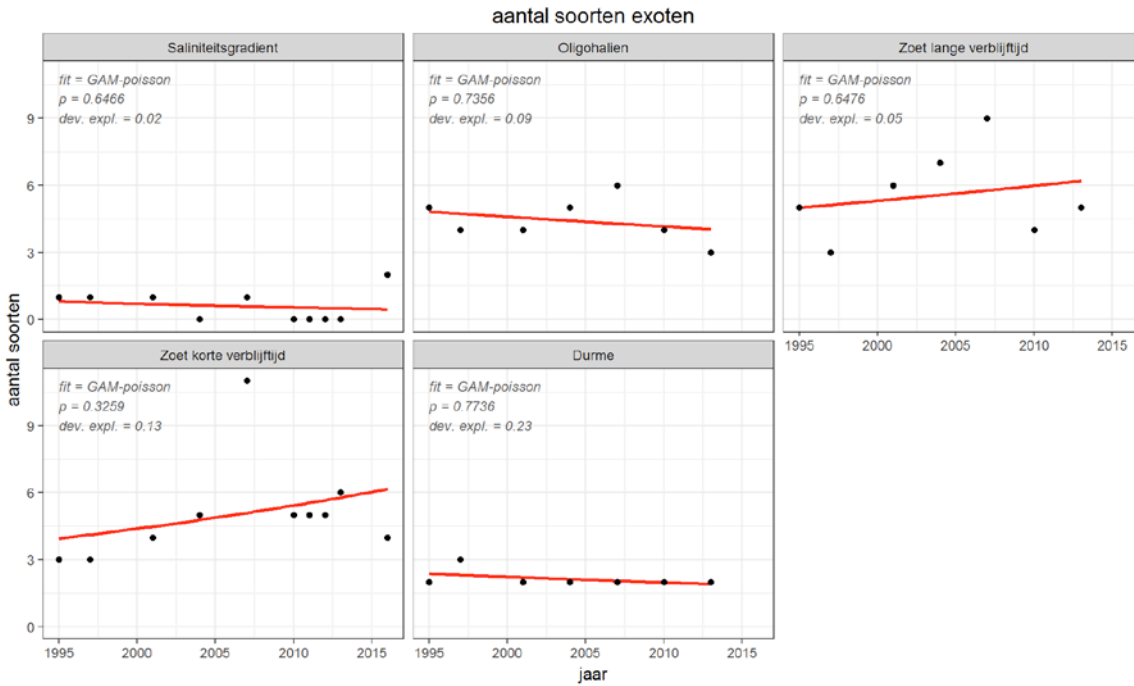
#### Data

De verwachting was dat exoten in de Westerschelde in praktijk niet voor komen, wellicht met uitzondering van enkele klimaatmigreerders op dijken, waarin we in het kader van de evaluatie niet geïnteresseerd zijn. Dit is getoetst door de totale soortenlijst uit alle SALT-opnames in de Westerschelde te vergelijken met de referentiematrix van de evaluatiemethodiek Schelde-estuarium update 2014. De soorten die niet in de referentiematrix stonden (als exoot of inheems) zijn handmatig ingedeeld op grond van het Nederlands soortenregister en expertoordeel.

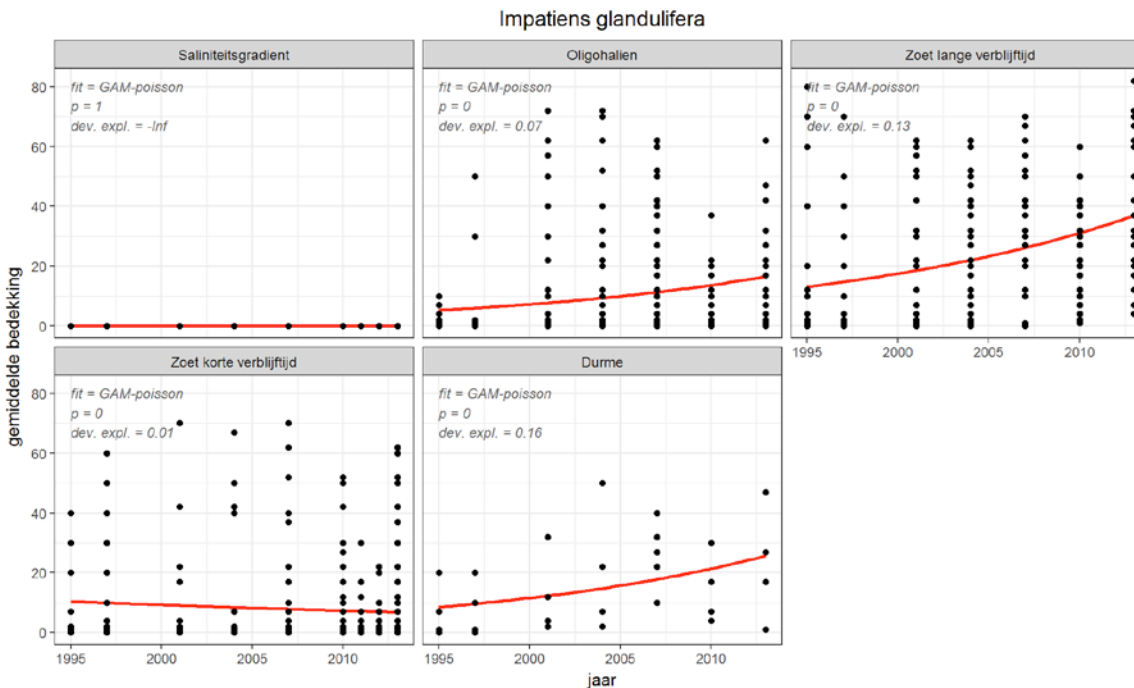
#### Analyse

In de in de Westerschelde gemaakte opnames zijn vier soorten aangetroffen die (afhankelijk van de definitie) voor exoot zouden kunnen doorgaan: teunisbloem (ongedet.), pijlkruidkern, Engels slijkgras en bezemkruiskruid. Al deze soorten worden echter in Nederland als ingeburgerd beschouwd (resp. voor 1900, 1900, 1925 en 1950), daarom is er geen verdere analyse uitgevoerd. Wel zorgt Engels slijkgras er voor dat het habitattypen H1320 (Schorren met slijkgrasvegetatie) in een slechte staat is.

In de Zeeschelde vertoont het aantal soorten exoten in de pq's geen duidelijke trend (Figuur 8-34). De totale bedekking door exoten lijkt toe te nemen in zone 5 Oligohalien, zone 6 Zoet lange verblijftijd en zone 9 Durme. Deze toename komt door de toename van één soort (Figuur 8-35); de reuzenbalsemien. De meeste andere soorten komen in vergelijking met de reuzenbalsemien weinig voor. Opvallend is dat Duitse dot (*Salix dasyclados*) mogelijk afneemt in zone 5 Oligohalien en zone 6 Zoet lange verblijftijd, maar sinds 2007 voorkomt in zone 7 Zoet korte verblijftijd. Grote engelwortel komt nog weinig voor, maar neemt sinds 2009 wel toe in zone 7 Zoet korte verblijftijd. In zone 4 Saliniteitsgradiënt is er de laatste jaren een toename van het goudknopje.



Figuur 8-34: Ontwikkeling van het aantal exoten in de verschillende zones van de Zeeschelde.



Figuur 8-35: Ontwikkeling van de reuzenbalsemien langs de Zeeschelde.

## Interpretatie

De evaluatie voor de Westerschelde is voor exoten positief; er komen (nog steeds) geen exoten voor.

De toename van reuzenbalsemien en goudknopje leidt tot een negatieve evaluatie van exoten voor de Zeeschelde. De uitbreiding van Duitse dot in zone 7 Zoet korte verblijftijd en van grote engelwortel zijn mogelijk een artefact van de uitbreiding van het pq-netwerk.

### Evaluatie vegetatie

| rekenparameter    | specificatie | Westerschelde | Zeeschelde |
|-------------------|--------------|---------------|------------|
| Intactness. Index |              |               |            |
| Sleutelsoorten    |              |               |            |
| Exoten            | soorten      |               |            |
|                   | bedekking    |               |            |

Tabel 8-29: Conclusies voor vegetaties in Westerschelde en Zeeschelde.

## 8.9 Verklarende parameters

### 8.9.1 Waterkwaliteit

De waterkwaliteit is een Communicatie-indicator die besproken wordt in hoofdstuk 6. Verschillende rekenparameters, lichtklimaat, nutriëntbeschikbaarheid, zoutgehalte en toxische stoffen zijn belangrijk voor het fytoplankton. Het zoöplankton is afhankelijk van het aanbod aan fytoplankton, maar daarnaast ook van de rekenparameters zuurstofgehalte, zout en toxische stoffen. Ook voor het benthos is de waterkwaliteit belangrijk in verband met het aanbod aan voedsel in de vorm van fytoplankton.

Voor vissen is de saliniteit een belangrijke parameter, terwijl voor de zoogdieren en de vegetatie ook de waterkwaliteit belangrijk is.

### 8.9.2 Leefomgeving

De leefomgeving is een Communicatie-indicator die besproken wordt in hoofdstuk 7. Voor het benthos is de dynamiek van het habitat een belangrijke bepalende factor voor het voorkomen. Ook voor de benthische en demerse vissoorten, die afhankelijk zijn van het benthos, is de habitat areaalverdeling van grote invloed. Voor vissen zijn ook de bathymetrie, de stroomsnelheid en/of dynamiek en de bodemgesteldheid van belang. Voor de zeehonden is de beschikbaarheid van platen met steile randen als rustgebied belangrijk. Voor de vogels is niet alleen de oppervlakte geschikt foerageerareaal belangrijk maar ook de verdeling hiervan over de verschillende hoogtezones. Voor de vegetatie zijn niet alleen de saliniteit en de inundatiefrequentie belangrijk, maar ook rekenparameters als oppervlakte, breedte en reliëf van de schorren.

### 8.9.3 Flora en fauna

In het voorliggende hoofdstuk zijn de verschillende toetsparameters Flora en Fauna besproken, die vaak nauw met elkaar verband houden en elkaar zowel positief als negatief kunnen beïnvloeden. Het fytoplankton vormt de voedselbron voor zowel het zoöplankton als het

benthos, maar deze beïnvloeden door hun geograas weer negatief de biomassa van het fytoplankton. Voor vogels is het voedselaanbod op verschillende trofische niveaus belangrijk. Voor de steltlopers op de platen is het benthos dat met laagwater beschikbaar komt belangrijk. Voor een soort als de slobend is het zoöplankton belangrijk, terwijl soorten als fuut, aalscholver en middelste zaagbek op vissen foerageren, die weer afhankelijk zijn van benthos en zoöplankton. De gewone zeehond is ook weer afhankelijk van vis.

#### **8.9.4 Ecologisch functioneren**

Het Ecologisch Functioneren wordt besproken in hoofdstuk 9. Voor vogels is de verhouding tussen voedselaanbod en biomassa belangrijk, aangezien dit bepalend is voor de draagkracht van het gebied voor vogels. Hierbij dient ook rekening te worden gehouden met het aanbod aan benthos over de verschillende hoogtezones van het litoraal. Dit is mede bepalend voor het ecologisch functioneren van het gebied voor vogels. Voor zeehonden is met name het visaanbod ook belangrijk voor zeehonden.

Voor het benthos is enerzijds de beschikbaarheid van het aanbod van primaire producenten als voedselbron belangrijk en anderzijds de begrazingsdruk door vissen en vogels.

### **8.10 Conclusies**

De Communicatie-indicator Flora en fauna laat net als in de T2009 een gemengd beeld zien, waarbij sommige trends zich negatief doorzetten en ander juist een positieve kentering laten zien.

#### **Vogels**

Voor de niet-broedvogels is gebruik gemaakt van de Abundance Intactness Index om de ontwikkeling van de aantallen te beschrijven. Hieruit komt geen positief beeld naar voren. In alle zones van Westerschelde en Zeeschelde gaat de index achteruit. Ook voor de broedvogels van zowel Westerschelde is sprake van een negatieve evaluatie. De broedvogels van de Zeeschelde zijn niet bij de evaluatie meegenomen.

In de Westerschelde neemt het aantal exoten bij de niet-broedvogels nog steeds toe, maar de aantallen individuen lijken zich te stabiliseren, terwijl bij de Zeeschelde de ontwikkeling juist tegengesteld is: stabilisatie aantal soorten exoten, maar toename aantal individuen. De ontwikkeling bij zone 8 Rupel en zone 9 Durme is zowel qua aantal soorten als qua aantal individuen gunstig: beide vertonen een afnemende trend.

#### **Zoogdieren**

De toetsparameter zeezoogdieren laat een volledig positief beeld zien. In de T2009 werd nog geconstateerd dat er toen ook sprake was van een positief beeld, maar de populatie van de gewone zeehond nog afhankelijk was van immigratie van individuen van elders. De verklarende parameter pups geboren in de Schelde laat echter zien, dat de productie hoog genoeg is om de populatie in stand te houden.

#### **Vissen**

De ontwikkeling van de Occurrence Intactness Index bij de vissen laat in zone 3 Mesohalien en zone 5 Oligohalien een significant positieve trend zien, maar in de andere zones is de trend niet significant maar wel is de trend overwegend positief. Bij een deel van de sleutelsoorten is in de Westerschelde de trend positief en bij een ander deel negatief: dit geldt voor alle zones, maar bij de Zeeschelde is alleen in zone 9 Durme bij een deel van de vissoorten de trend negatief en in de andere zones is van geen enkele vissoort de trend negatief maar bij enkele soorten juist



positief. In de zone 3 Mesohalieu van de Westerschelde neemt het aantal soorten exoten toe, maar het aantal individuen af, terwijl in zone 4 Saliniteitsgradiënt zowel het aantal soorten als het aantal individuen toeneemt. In zone 5 Oligohalieu neemt alleen het aantal individuen toe.

### **Benthos**

Voor het benthos neemt in de zone 3 Mesohalieu en de zone 5 Oligohalieu de Occurrence Intactness Index toe, terwijl er in de overige zones geen significante trend is. Voor de sleutelsoort kokkel geldt dat de biomassa geleidelijk afneemt en niet voldoet aan de 4 miljoen kg versgewicht en van de sleutelsoort mossel zijn ook niet jaarlijks banken aanwezig. De verhouding Annelida/Mollusca lijkt zich in alle zones van de Westerschelde in positieve richting te ontwikkelen (afname verhouding), maar alleen in de zone 2 Zwak polyhalieu is dit significant.

In zone 3 Mesohalieu neemt van de exoten zowel het aantal soorten als de biomassa toe en in de zone 5 Oligohalieu neemt alleen de biomassa toe. De overige ontwikkelingen zijn niet significant.

### **Fytoplankton**

De Occurrence Intactness Index van het fytoplankton gaat in zone 2 Zwak polyhalieu en 3 Mesohalieu significant achteruit. In de Zeeschelde is sprake van een lichte toename in de zones 4 Saliniteitsgradiënt, 5 Oligohalieu, 7 Zoet korte verblijftijd en 8 Rupel in de periode 2005-2013 gevolgd door een lichte afname. Voor de overige zones is geen significante trend vastgesteld. De evaluatie van de mariene plaagalg *Phaeocystus* is negatief voor de zone Sterk en Zwak polyhalieu van de Westerschelde, terwijl Cyanobacteriën in zone 3 Mesohalieu incidenteel de grenswaarde overschrijden. In de Zeeschelde worden de grenswaarden niet overschreden. De Algal genus pollution index neemt in de Westerschelde in alle zones af, terwijl in de Zeeschelde de index in 5 van de 6 zones toeneemt, maar nergens is sprake van een significante trend.

In de Westerschelde vertoont het aantal soorten exoten weliswaar een negatieve trend maar dit is niet significant. De dichtheid van exoten neemt zowel in de zone 1 Sterk polyhalieu en 2 Zwak polyhalieu toe. Voor de Zeeschelde konden geen trends berekend worden, omdat het fytoplankton niet tot op soortniveau is gedetermineerd.

### **Zoöplankton**

Voor het zoöplankton kon geen trend voor de Westerschelde berekend worden. In de Zeeschelde laat alleen zone 5 Oligohalieu een significante trend zien, die afnemend is maar de laatste jaren zich stabiliseert. Er is een niet significante positieve trend in zone 7 Zoet korte verblijftijd en een negatieve in zone 9 Durme. De trend voor de maximale biomassa is stabiel voor zone 4 Saliniteitsgradiënt en zone 5 Oligohalieu en voor de laatste jaren afnemend in zone 7 Zoet korte verblijftijd. Voor de jaarmaximum biomassa van *Eurythemora affinis* is voor de meeste zones geen duidelijke trend zichtbaar. Alleen in de zones 6 Zoet lange verblijftijd en 7 Zoet korte verblijftijd is de laatste jaren een toename zichtbaar. Voor de Zeeschelde is de verhouding tussen Cladocera : Calanoida en Cyclopda : Calanoida stabiel of dalend. Dit moet als positief worden beoordeeld.

### **Vegetatie**

Voor de vegetatie-ontwikkeling is een aangepaste benadering toegepast voor de Intactness Index. Hieruit komt voor de Westerschelde naar voren dat er een sterke toename is van pionierschor in zone 1 Sterk polyhalieu. Zeekweek neemt ook toe en dan met name in zone 3 Mesohalieu, waar heen (zeebies) na 2010 sterk afneemt. Hoog schor neemt in zone 3

Mesohalieren iets toe, maar in de twee andere zones af. Riet en nitrofiële ruigte (hoog op het schor) nemen iets toe. De middelhoge en lage schorren nemen juist af.

Langs de Zeeschelde nemen vooral rietland, wilgenstruweel, bos en balsemienruigte toe. Alleen zilt grasland en brakke biezen, die vooral in zone 4 Saliniteitsgradiënt voorkomen, nemen af. In zone 4 Saliniteitsgradiënt nemen de zoute en brakke soorten af, terwijl enkele brakke soorten toenemen. Langs de Westerschelde nemen soorten van de lage tot middelhoge schorren af. Voor de brakke schorren is de ontwikkeling onduidelijk. Wel nemen enkele soorten van brakke ruigte toe.

Langs de Westerschelde komen geen exoten voor, maar langs de Zeeschelde is wel een toename, die vooral veroorzaakt wordt door de reuzenbalsemien. Ook het goudknopje breidt zich in zone 4 Saliniteitsgradiënt uit.

# 9 Ecologisch functioneren

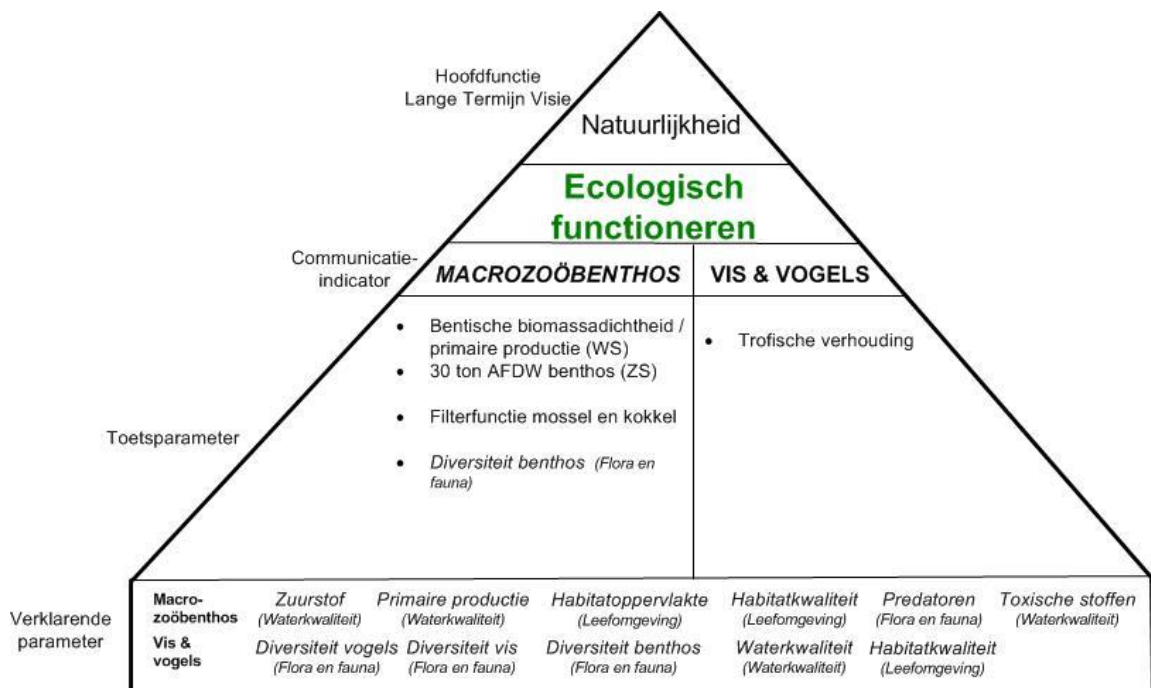
## 9.1 Inleiding

In de communicatie-indicator Ecologisch functioneren zijn twee communicatie-indicatoren uitgewerkt: 'Macrozoöbenthos' (§9.2) en 'Vis en vogels' (§9.3). Hieruit moet naar voren komen of er sprake is van goed ecologisch functioneren van het Schelde-estuarium. Het Ecologisch functioneren bevat (onderdelen van) andere piramides, zoals Waterkwaliteit, de diversiteit, kwaliteit en stabiliteit van habitats in Leefomgeving en de soortenrijkdom in Flora en Fauna, die gezamenlijk zorgen voor het goed functioneren van het Schelde-estuarium.

Startpunt van de evaluatie is de doorstroming van energie in de voedselketen; namelijk het doorgeven van energie vanuit de primaire producenten naar de hogere trofische niveaus. Bij deze benadering zijn twee ingangen gekozen. Bij de eerste benadering wordt gekeken naar de verhouding tussen de biomassa van het macrozoöbenthos en de primaire productie. Bij de tweede benadering wordt gekeken naar de verhouding tussen primaire consumenten, benthos, hyperbenthos en zoöplankton, en de secundaire consumenten bestaande uit vogels, vis en krabben.

Daarnaast zijn bij het macrozoöbenthos ook aanvullende toetsparameters geformuleerd, die al in hoofdstuk 8 aan de orde zijn geweest en hier in een afgeleide vorm gebruikt worden, zoals de filterfunctie van mosselen en van kokkels.

In het Ecologisch functioneren komen alle andere piramides tezamen. De twee Communicatie-indicatoren van de piramide worden dan ook elk onderbouwd door een groot aantal verklarende parameters.



Figuur 9-1: Schematische weergave Communicatie-indicator Ecologisch functioneren.

## 9.2 Toetsparameter Macrozoöbenthos

### 9.2.1 Rekenparameter WS verhouding macrobenthische biomassadichtheid- primaire productie

#### Definitie

In de Westerschelde moet de macrobenthische biomassadichtheid, weergegeven in gram asvrijdrooggewicht/m<sup>2</sup> (ADG) zich verhouden tot de primaire productiedichtheid, in g C/m<sup>2</sup>/jaar (PP) volgens de vergelijking:  $ADG = 1,5 + 0,105 * PP$ .

In een goed functionerend systeem dient de verhouding tussen de macrobenthische biomassadichtheid en de primaire productie bij voorkeur tussen 1: 15 en 2: 15 te liggen. De gemiddelde primaire productie in een systeem is veelal veel stabiel in een systeem dan de macrobenthische biomassa. Deze is vaak afhankelijk van broedval of juist het uitblijven hiervan (Maris et al. 2014). Op grond hiervan wordt in de evaluatie dan ook een ruimere marge aangehouden.

Voor een positieve evaluatie hoeft de verhouding niet tussen de 1:15 en 2:15 te liggen (score hoog), maar volstaat ook een verhouding tussen 1:2,5 en 2:15 of 1: 15 en 1:40 (score middelmatig/goed). Voorwaarde is dan wel dat er geen significant negatieve trend bestaat voor de afgelopen zes jaar.

#### Data

Voor deze rekenparameter dient de primaire productie van zowel de benthische als de pelagische component van het fytoplankton berekend te worden. De benthische component is berekend door de chlorofyl-a metingen in de Westerschelde (in µg/g sediment) om te rekenen naar mg per m<sup>2</sup> op basis van een gemiddelde sedimentdichtheid van 1,55 gr/cm<sup>3</sup>. Vervolgens kan hieruit de jaargemiddelde primaire productie worden berekend via de formule (De Jong et al. 1994):

Primaire productie Fytobenthos =  $1,13 * \text{Biomassa chlorofyl-a} + 8,23$ .

Primaire productie = primaire productie in gram koolstof per vierkante meter/jaar

Biomassa chlorofyl-a = chlorofyl a biomassa in mg/m<sup>2</sup>/jaar in de bovenste cm van het sediment

De primaire productie van het pelagische fytoplankton is berekend op basis van de aangeleverde fytoplankton productiegegevens. Voor de 4 meetpunten (Bath, Hansweert, Terneuzen en Breskens) zijn de daggemiddelde productiegegevens aangeleverd voor de jaren 2010-2013. Hieruit zijn eerst per jaar de maandgemiddelde fytoplanktongegevens berekend en vervolgens hieruit de jaargemiddelde fytoplanktonproductie. De productie van fytoplankton is berekend als gemiddelde waarde voor de gehele Westerschelde. Aangezien de productie alleen in de waterkolom plaatsvindt is de primaire productie per m<sup>2</sup> per jaar berekend door de jaarproductie te vermenigvuldigen met het aandeel van de Westerschelde dat daadwerkelijk bijdraagt aan de productie: dit zijn de oppervlakte van het sublitoraal en de helft van het intergetijdengebied, dat immers de helft van de tijd onder water staat. De primaire productie van het fytobenthos en van het fytoplankton is vervolgens per elkaar opgeteld en is uitgedrukt als primaire productie in gC/m<sup>2</sup>/jaar.

Voor de benthische biomassadichtheid zijn per Scheldezone (niveau 3) per ecotoop de gemiddelde biomassadichtheden berekend op basis van de najaarsbemonsteringen (monsters

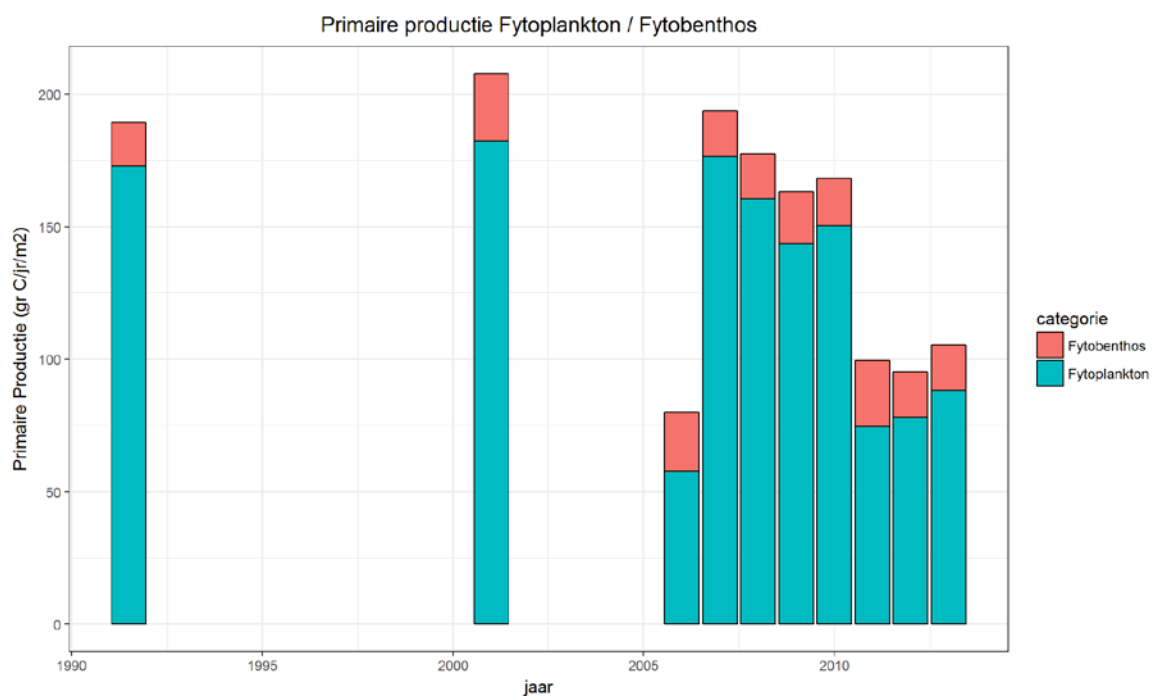
uit de periode augustus-oktober). De totale biomassa per ecotoop is berekend door het asvrijdrooggewicht per  $m^2$  te vermenigvuldigen met de oppervlakte van het ecotoop. Bij deze berekening zijn de ecotopen Schor en Pionierschor buiten beschouwing gelaten.

De rekenparameter dient jaarlijks in de Westerschelde te worden bepaald. De evaluatie gebeurt op basis van het zesjaarlijkse gemiddelde: een structurele lage biomassa resulterend in een structurele onderbegrazing duidt dan op een onbalans in het systeem. Ook een structureel hoge biomassa duidt op een onbalans; er is dan sprake van een overbegrazing.

## Analyse

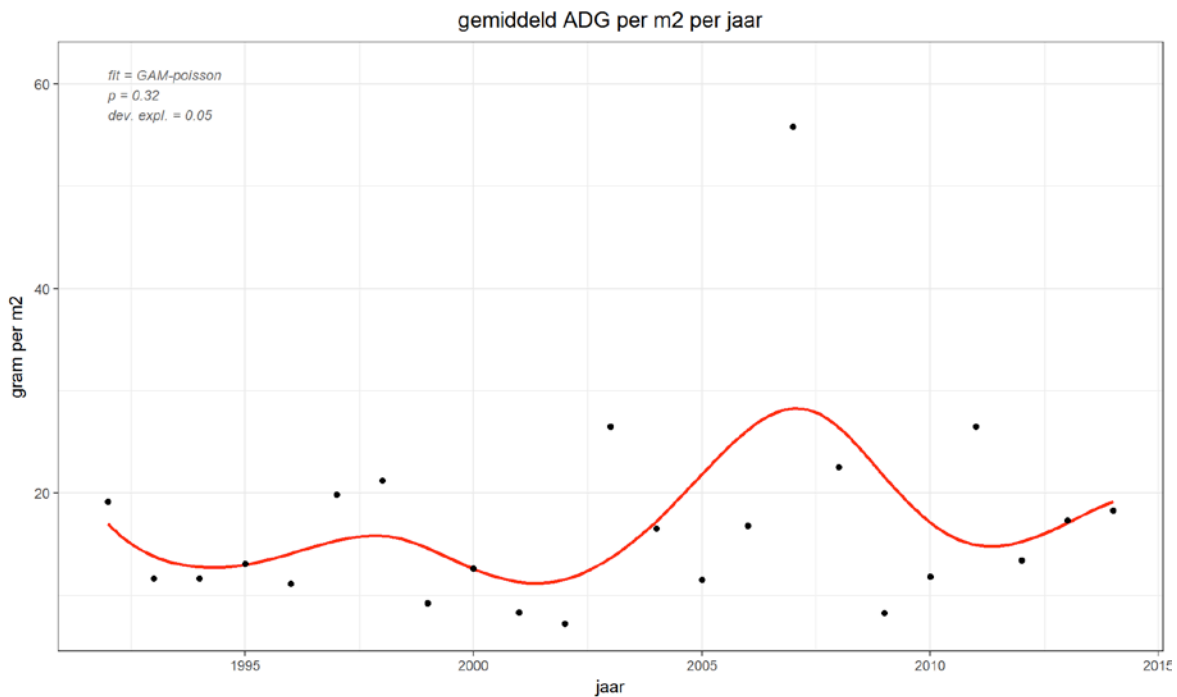
De fyto benthosproductie en de fytoplanktonproductie in de Westerschelde staan weergegeven in Figuur 9-2. De productie lag in het verleden over het algemeen tussen de 150-200  $gC/m^2/jaar$ , maar ligt de laatste jaren (2011-2013) rond de 100  $gC/m^2/jaar$ . Dit wordt vooral veroorzaakt door een afname van de primaire productie van het fytoplankton. De productie van het fyto benthos is aanzienlijk lager dan van het fytoplankton en ligt globaal tussen de 15-25  $gC/m^2/jaar$ .

De fytoplankton productie ligt aanvankelijk rond de 175  $gC/m^2/jaar$ , al heeft 2006 ook een lage fytoplanktonproductie van iets meer dan 55  $gC/m^2/jaar$ . In de periode 2007-2010 ligt de primaire productie rond de 150  $gC/m^2/jaar$  om vervolgens duidelijk af te nemen tot een primaire productie in 2011-2013 van rond de 75-85  $gC/m^2/jaar$ .



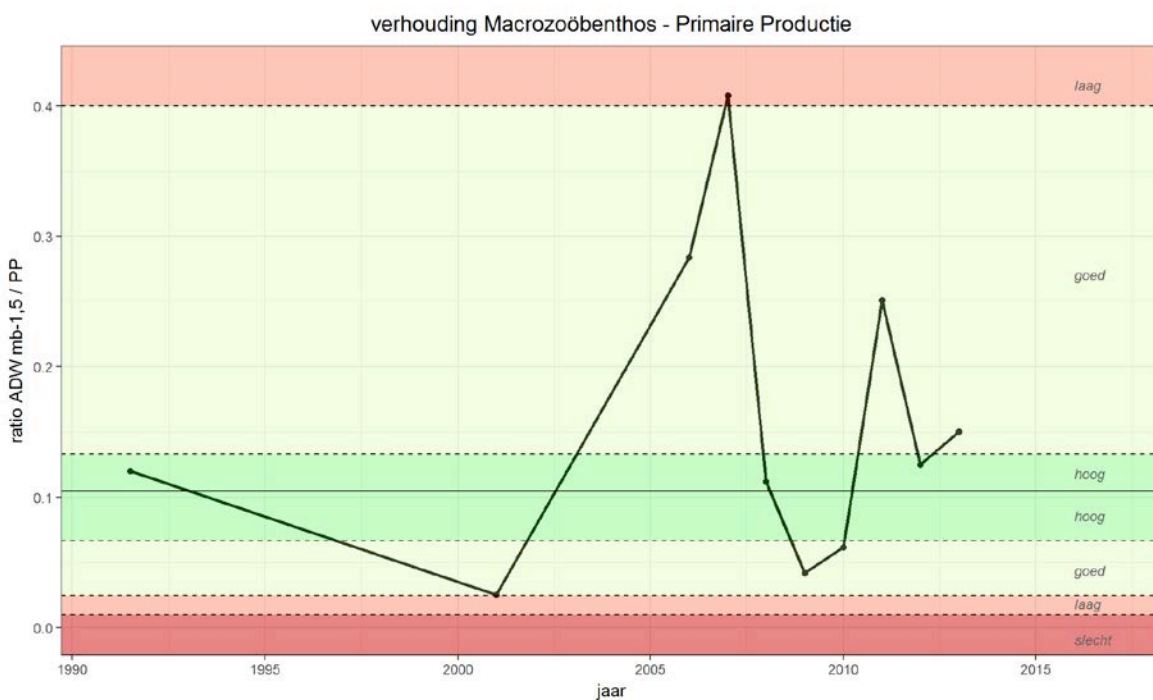
Figuur 9-2: De primaire productie van fyto benthos en fytoplankton in de Westerschelde als  $gC/m^2/jaar$ .

In de biomassa van de macrozoöbenthos in de Westerschelde is geen duidelijk patroon te onderscheiden: de biomassa ligt tussen 10-25  $g$  asvrijdrooggewicht/ $m^2$  (Figuur 9-3). Indien naar de verschillende zones wordt gekeken, is de biomassa in zone 1 Sterk polyhalien en 2 Zwak polyhalien hoger dan de biomassa in zone 3 Mesohalien (zie Bijlage G).



Figuur 9-3: De biomassa van het macrobenthos in de Westerschelde als gram asvrijdrooggewicht/m<sup>2</sup>.

Figuur 9-5 geeft de verhouding macrobenthische biomassadichtheid, weergegeven in gram asvrijdrooggewicht/m<sup>2</sup>, ten opzichte van de primaire productie in gC/m<sup>2</sup>/jaar weer. Met kleuren zijn de beoordelingsklassen weergegeven: heldergroen = hoog, lichtgroen = goed tot middelmatig, roze = laag, rood = slecht. De verhouding dient voor een positieve evaluatie in de beoordelingsklassen hoog of goed/middelmatig te vallen, maar bij voorkeur in hoog.



Figuur 9-4: De macrobenthische biomassa – primaire productie verhouding voor de Westerschelde. Voor de periode tot en met 2009 zijn de gegevens uit de T2009 gebruikt. Voor de begrijpbaarheid van de figuur worden de resultaten op een andere manier gepresenteerd dan in de T2009.

## Interpretatie

Er wordt gekeken naar de verhouding tussen de biomassa van het macrozoöbenthos en de primaire productie. Deze dient de volgende verhouding te hebben:

$$ADW_{\text{macrobenthos}} = 1,5 + 0,1055 * \text{Primaire productie}$$

Een afwijking naar beneden van de trend wijst op een onevenwicht. Dit kan wijzen op een verworming, een onevenwicht tussen detrivoren en filterende organismen ten gunste van de eerste groep, of dat de totale productie van macrozoöbenthos achterblijft bij de productie van het systeem. Dit zou veroorzaakt kunnen worden door verontreinigingen in het systeem. Een afwijking naar boven wijst op een overbegrazing van het systeem. Dit is echter geen permanente toestand en herstelt zich snel.

In de periode 2010-2013 liggen drie van de vier verhoudingsgetallen in het lichtgroen en één waarde in het groen, zodat sprake is van een positieve evaluatie. Alleen 2010 ligt beneden de doorgetrokken streep, hetgeen indiceert dat er mogelijk sprake is van een lichte onderbenutting van de primaire productie door het macrobenthos in dat jaar, terwijl in 2011 en 2013 mogelijk sprake is van een lichte overbenutting. Dit patroon van een lichte onderbenutting naar een lichte overbenutting moet ook als positief worden geëvalueerd.

### 9.2.2 Rekenparameter ZS: 30 ton AFDW aan benthos

#### Definitie

In de Zeeschelde moet jaargemiddeld in het intergetijdengebied (litoraal) minstens 30 ton ADG aan benthos aanwezig zijn, waarvan minstens 2 ton per Scheldezone (niveau 3) (Maris et al. 2014). Bij dit laatste wordt geen onderscheid naar saliniteit en grootte van de litorale zone.

#### Data

Voor de benthische biomassadichtheid zijn per Scheldezone (niveau 3) per ecotoop de gemiddelde biomassadichtheden berekend op basis van de najaarsbemonsteringen (monsters uit de periode augustus-oktober). De totale biomassa per ecotoop is berekend door het de gemiddelde biomassadichtheid per m<sup>2</sup> te vermenigvuldigen met de oppervlakte van het ecotoop. Bij deze berekening zijn de ecotopen Schor en Pionierschor buiten beschouwing gelaten. Voor de jaren 2009, 2010, 2012 en 2013 konden de data niet gebruikt worden, omdat de gegevens aangeleverd zijn per waterloop en/of waterlichaam. Deze bestaan veelal uit meerdere Scheldezones, waardoor het niet mogelijk is om op een vergelijkbare wijze als in eerdere jaren de biomassa per zone te berekenen.

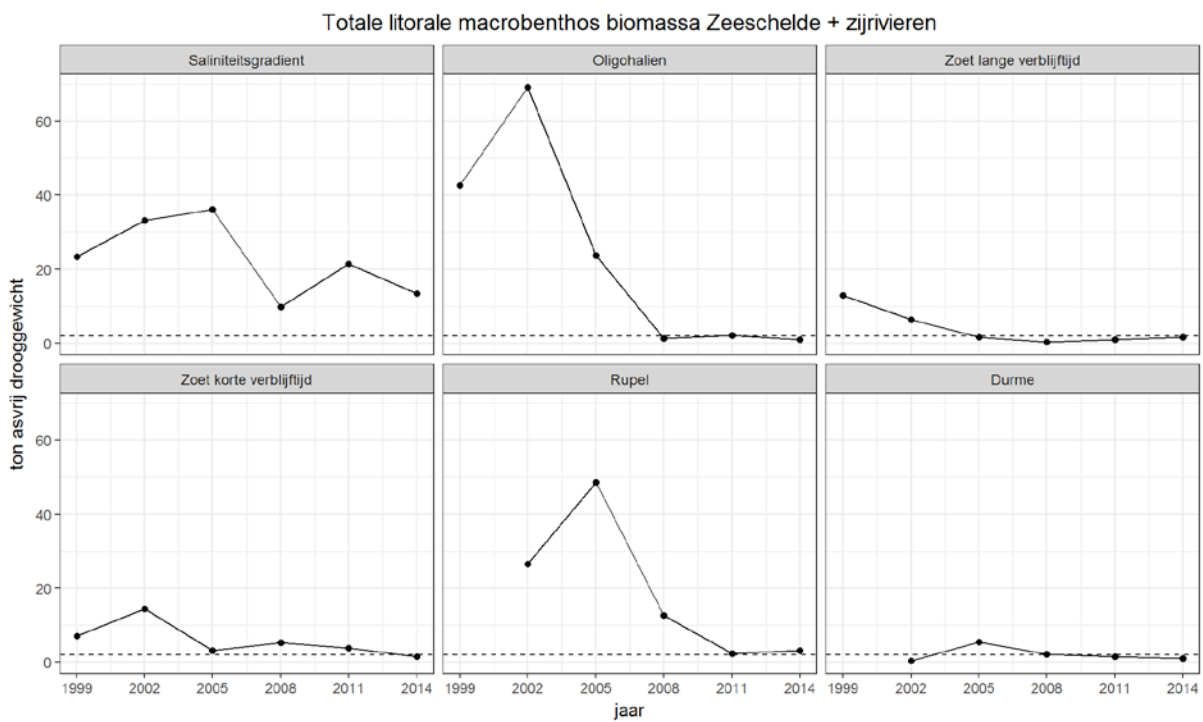
#### Analyse

De ontwikkeling van de totale biomassa aan benthos in het litoraal van de Zeeschelde staat weergegeven in Figuur 9-5 en de biomassa per zone in het litoraal staat weergegeven in Figuur 9-6.

In 2008 en 2011 is de gemiddelde biomassa van het litorale benthos nog boven de 30 ton asvrijdrooggewicht, maar in 2014 duikt de biomassa hieronder. Per zone is de eis dat er minstens 2 ton asvrijdrooggewicht per zone aanwezig is. Dit blijkt in zone 4 Saliniteitsgradiënt wel ruimschoots het geval te zijn en net in zone 8 Rupel, maar in de overige vier zones ligt de biomassa in 2014 in het litoraal beneden de 2 ton asvrijdrooggewicht.



Figuur 9-5: De ontwikkeling van de totale benthische biomassa in het litoraal van de Zeeschelde, weergegeven als ton asvrijdrooggewicht.



Figuur 9-6: Ontwikkeling van de biomassa van het benthos in het litoraal per zone in de Zeeschelde, uitgedrukt als ton asvrijdrooggewicht.



## Interpretatie

Er wordt niet voldaan aan de eis van 30 ton asvrijdrooggewicht aan benthos in het litoraal voor de gehele Zeeschelde en ook in vier van de zes zones wordt niet voldaan aan de eis dat er per zone minstens 2 ton asvrijdrooggewicht aan benthos in het litoraal aanwezig moet zijn. Alleen in zone 4 Saliniteitsgradiënt en in zone 8 Rupel wordt aan deze laatste eis in 2014 voldaan.

### 9.2.3 Rekenparameter Diversiteit benthos

#### Definitie

Voor een goed ecologisch functioneren is zowel in de Westerschelde als de Zeeschelde een goede benthische diversiteit vereist. Voor de beoordeling van deze rekenparameter wordt verwezen naar de piramide Flora & Fauna. Als daar het benthos positief is beoordeeld, wordt voldaan aan deze rekenparameter.

#### Data

Voor de benthische diversiteit wordt verwezen naar §8.5.2 Rekenparameter Intactness-Index. Hier is op basis van de Occurrence Intactness Index bekeken hoe volledig het benthos in de Westerschelde en de Zeeschelde is.

#### Analyse

##### Westerschelde

Overall, en voor de periode 2010-2015 laat de Occurrence Intactness Index op basis van aan- en afwezigheid van soorten een significante, stabiele trend zien voor zone 3 Mesohalien en geen duidelijke trend voor zone 1 Sterk polyhalien en 2 Zwak polyhalien (Figuur 8-15). In alle drie de zones is maximaal 35% van de referentiesoorten aangetroffen.

##### Zeeschelde

Voor de zones van de Zeeschelde geldt dat er een positieve trend is voor zone 5 Oligohalien en een bijna significante trend ( $P=0,077$ ) voor zone 7 Zoet korte verblijftijd (Figuur 8-15). Voor de zones 4, 6, 8 en 9 zijn er geen significante trends. De Occurrence Intactness Index is voor zone 4 lager, zone 6 hoger, en zone 8 en 9 stabiel in de periode 2010-2015 ten opzichte van de periode daarvoor. In alle zes de zones is maximaal 40% van de referentiesoorten aangetroffen.

#### Interpretatie

De evaluatie voor de Westerschelde en Zeeschelde is onbekend. Door het geringe aantal meetpunten en de jaar tot jaar variatie zijn voor 7 zones geen significante trends aangetoond. De enige duidelijke trends zijn stabiel of positief voor twee (zone 3 Mesohalien en zone 5 Oligohalien) van de 9 zones, voor de periode 2010-2015.

### 9.2.4 Rekenparameter Filterfunctie

#### Definitie

De zogenoemde filterfeeders binnen het benthos spelen een belangrijke rol in het ecologisch functioneren. Dit zijn voornamelijk tweekleppige schelpdieren die per individu een relatief hoge biomassa hebben. Deze filterfeeders zorgen voor een rechtstreekse doorgifte van de fytoplanktonproductie naar hogere niveaus in de voedselketen. Als de twee belangrijkste filtererende soorten in het Schelde-estuarium worden in de Evaluatiemethodiek (Maris et al. 2014) de kokkel en de mossel genoemd.

De filterfunctie in het Schelde-estuarium wordt gegarandeerd indien aan de volgende criteria wordt voldaan (zie Evaluatiemethodiek; Maris et al. 2014).:

- Er moet permanent minstens 1 mosselbank op natuurlijk substraat aanwezig zijn in het Schelde-estuarium.
- Er moeten minimaal 4 miljoen kg en bij voorkeur 8 miljoen kg versgewicht aan kokkels in de Westerschelde aanwezig zijn.

### Data

In §8.5.3 is bij de piramide Flora en fauna op deze criteria ingegaan. Hier wordt dan ook naar verwezen.

### Analyse

In §8.5.3 is reeds naar voren gekomen dat in de Westerschelde niet jaarlijks een mosselbank aanwezig is (Figuur 8-17). Ook de benodigde 4 kg versgewicht aan kokkels is niet jaarlijks in de Westerschelde aanwezig (zie Figuur 8-16).

### Interpretatie

Aangezien de continue aanwezigheid van mosselbanken in de Westerschelde niet aangetoond kan worden en ook de biomassa van kokkels niet jaarlijks aan het criterium van 4 miljoen kg versgewicht voldoet, wordt niet voldaan aan de eis van een concentratie aan filterfeeders, die in ieder geval lokaal de filterfunctie in stand houden. Op de geulwandverdedigingen zijn ook mossels aanwezig, die een filterfunctie vervullen. Het voorkomen van deze mossels zou nader in beeld moeten worden gebracht.

Twee andere mogelijk belangrijke filtreerders zijn de Japanse oester en de Amerikaanse zwaardschede (*Enis leei*). Beide soorten worden niet in de evaluatiemethodiek (Maris et al. 2014) genoemd. De eerste soort rukt de laatste jaren verder naar het oosten op in de Westerschelde. Over het voorkomen van deze soort in de litorale delen is wel wat bekend, maar over het voorkomen in de sublitorale delen is weinig bekend. De Amerikaanse zwaardschede kan in sommige jaren een hoge biomassa behalen. De biomassapijk van het benthos in 2007 wordt in belangrijke mate veroorzaakt door deze soort.

## 9.3 Toetsparameter Vis & Vogels

### 9.3.1 Rekenparameter biomassa verhouding secundaire/primaire consumenten

De bepaling van de doorstroming van energie van primaire consumenten naar secundaire consumenten is veelal gecompliceerd, omdat er in tegenstelling tot bij de in paragraaf 9.2 besproken relatie tussen macrobenthos en primaire producenten geen sprake is van een gesloten systeem. Daarnaast kunnen er allerlei verschillende relaties bestaan, waarbij de ene vissoort op een andere vissoort jaagt en wulpen kunnen op krabben foerageren, die tot de secundaire producenten gerekend worden.

De biomassa is een afgeleide van de energiedoorstroom. Hierbij spelen ook zaken als warmteproductie, grootte en actieve mobiliteit een rol. De relatief kleine bonte strandloper heeft in verhouding een aanzienlijke hogere stofwisseling dan de veel grotere wulp.

Uit verschillende studies komt naar voren dat er een balans is tussen voedselaanbod en predatiedruk, wanneer de biomassa-verhouding rond de 10% ligt. Met de al eerder genoemde onzekerheden is het belangrijk om een behoorlijke bandbreedte in de verhouding aan te houden, waarbinnen nog sprake is van een balans.

#### Definitie

In deze paragraaf wordt het volgende criterium gehanteerd:

*Voor alle benthos, hyperbenthos en zoöplankton samen moet op systeemchaal 10% van de biomassa doorstromen naar het hogere trofische niveau bestaande uit vis, vogels en krabben.*

Belangrijk bij deze parameter is dat steeds dezelfde groepen op dezelfde wijze in de berekeningen worden meegenomen om vergelijking tussen perioden mogelijk te maken.

Het verband wordt bepaald voor de primaire consumenten benthos, hyperbenthos en zoöplankton enerzijds en vis, vogels en krabben als secundaire consumenten anderzijds. Bij vis worden alleen de benthivore en zoöplanktivore soorten meegenomen en bij de vogels alleen de benthivore en de omnivore soorten. Krabben zijn een belangrijke predator en worden volledig meegerekend.

De trofische efficiëntie wordt berekend over het gemiddelde van zes jaar. De biomassa wordt per functionele groep vaak in verschillende eenheden uitgedrukt. In deze paragraaf wordt alles omgerekend naar natgewicht.

De biomassa verhouding tussen secundaire / primaire consumenten ligt theoretisch rond 10%. Gezien de onzekerheid op dit criterium en de bepaling van de biomassa's geldt het volgende criterium:

*De biomassa verhouding (natgewicht) van secundaire over primaire consumenten moet, gemiddeld over 6 jaar, tussen 1 en 25% liggen.*

Gezien de grote bandbreedte op dit criterium, geldt bijkomend criterium:

*De biomassaverhouding tussen de trofische niveaus mag niet significant afnemen ten opzichte van 2009.*

In 2009 viel de rekenparameter biomassa verhouding secundaire/primaire consumenten in de beoordelingscategorie "slecht" (Maris et al. 2014). Een verdere achteruitgang is ongewenst.

## Data

Hieronder wordt per consumentengroep kort de berekeningswijze weergegeven.

### *Macrozoöbenthos*

De totale macrozoöbenthos biomassa op niveau 3 is berekend per Scheldezone of per ecotoop in §9.2 als asvrijdrooggewicht. Dit kan gesommeerd worden voor de gehele Schelde en via een voor benthos gemiddelde conversiefactor van asvrijdrooggewicht naar natgewicht (ADG/WW = 0,116) worden omgerekend naar natgewicht.

### *Hyperbenthos*

Bij de vangst van hyperbenthos wordt de hoeveelheid water die door het net stroomt bepaald door de vangstduur, de oppervlakte van het net en het geregistreerde debiet aan water door het net. In de Zeeschelde en de Rupel wordt sinds 2013 op een gestructureerde wijze het hyperbenthos gemeten, terwijl voor de Westerschelde er geen compleet overzicht van hyperbenthos is, maar wel wordt de grijze garnaal gemonitord, waardoor de aantallen per hectare per millimeter grootteklasse bekend zijn. Met behulp van de ecotopenkaart, waarbij ook het litoraal voor de helft wordt meegenomen, en een soortspecifieke lengte-gewichtrelatie kan het asvrijdrooggewicht worden berekend en hieruit weer het natgewicht (Maris et al. 2014).

### *Zoöplankton*

Zoöplanktonvangsten worden verkregen door een volume van 50 l water te bemonsteren. De gemiddelde biomassa drooggewicht per kubieke meter kan omgerekend worden naar natgewicht, gebruikmakend van Escaravage et al. (2011). Door te vermenigvuldigen met het volume van een zone, wordt de biomassa natgewicht per zone verkregen.

Het volume per zone is ontleend aan de T2009.

### *Vis*

Eerst is per vissoort op basis van Tabel 3.1 in hoofdstuk 3 Toetsparameter Vissen en Vogels in het onderdeel Ecologisch Functioneren in Maris et al. (2014) de trofische groep bepaald. Alleen de benthivore en zoöplanktivore groepen zijn meegenomen. Onderscheid tussen juveniele en adulte vissen is gemaakt op basis van T2009wegingfactoren\_vissenWS. Voor de Westerschelde is de visbiomassa bepaald op basis van DFS\_MONEOS\_lengte\_1970-2015\_mrt16.xls. Hieruit volgt de lengteverdeling en het gewicht van vis per ha. Vervolgens wordt de biomassa per ha opgeschaald naar de totale Westerschelde door gebruik te maken van de ecotopenkaarten uit 1996, 2001, 2004, 2008, 2010, 2011, 2012 en 2015.

Voor de Zeeschelde zijn INBO data beschikbaar, waarbij alleen g/fuikdag data is meegenomen (zie paragraaf 8.4). Eerst is gemiddeld per station, per jaar waarbij eerst elke fuiklichting (unieke datum per station in de dataset) is uitgevuld met 0 g/fuikdag als een soort niet is gevangen. Vervolgens is de biomassa/fuikdag gemiddeld op niveau 3; dit is per zone. In de beschrijving van de T2009 en in Maris et al. (2014) staat dat een fuikdag een oppervlakte van 25 ha bestrijkt, zodat gedeeld moet worden door 25 om tot een ha-waarde te komen. Bij de berekening van de T2009 wordt echter een oppervlakte van 400 m<sup>2</sup> aangehouden. Dit is ook bij de berekeningen in het kader van de T2015 gehanteerd. Deze biomassa per hectare is opgeschaald naar biomassa per jaar met behulp van de totale oppervlakte per zone in dat jaar. Totale oppervlakte per zone voor een jaar is bekend uit de ecotopenanalyse. Indien geen ecotopenkaart in een bepaald jaar beschikbaar was, zijn de gegevens van het dichtstbijzijnde jaar gebruikt. In de periode 2003-2006 is er 3-4 x per jaar op enkele plekken met fuiken gevist. Er zijn voor deze jaren weinig data punten. In 2007 is er slechts 1 keer een paling gevangen.

Aan de toekenning van wegingsfactoren aan een bepaalde trofische groep zitten verschillen. De toekenning van voedingswijze ligt vast in de evaluatie methodiek, Tabel 3.1 (Maris et al. 2014). De toekenning van wegingsfactoren niet. Wij hebben indien meerdere voedingswijzen genoemd staan, de wegingsfactor evenredig verdeeld. Dit geeft verschillen met methode uit de T2009. De hier gehanteerde indeling staat weergegeven in Bijlage G Ecologisch Functioneren.

#### *Vogels*

Voor de vogels zijn alleen de soorten meegenomen die in Tabel 3.2 van de EMS (Maris et al/ 2014) als omnivoor of benthivoor zijn gekarakteriseerd. De piscivore en herbivore soorten zijn buiten beschouwing gelaten. Vogeldata zijn als gemiddelde aantallen per zone beschikbaar. Deze aantallen zijn omgerekend naar biomassa op basis van het gemiddelde gewicht van de volwassen dieren van een soort (Snow & Perrins 1998) (zie Bijlage F).

Voor de Westerschelde geldt dat er voor vogels alleen complete gegevens op niveau 1 beschikbaar zijn, zodat per zone geen berekeningen uitgevoerd kunnen worden.

#### *Krabben*

De biomassa van krabben is gebaseerd op de MWTL data van benthos Westerschelde (1992-2014). De biomassa is op dezelfde manier berekend als de benthische biomassadichtheid (gemiddelde biomassa per ecotoop \* areaal per ecotoop per jaar). Waarden zijn van asvrijdrooggewicht naar versgewicht omgerekend op basis van de factor 0,13 gr ADG per gr versgewicht.

Voor de berekening zijn de volgende taxa meegenomen: *Carcinus maenas*, *Liocarcinus arcuatus*, *Macropodia parva*, *Pisidia longicornis*, *Portumnus latipes*.

Hierbij dient wel opgemerkt te worden dat bij de bemonstering in het kader van de MWTL de biomassa van krabben en garnalen danig wordt onderschat. Zwarts et al. (2011) onderzochten de aantallen krabben en garnalen in het intergetijdengebied met een aangepaste bemonsteringsmethode en kwamen tot dichtheden die resp. een factor 2 en 20 hoger lagen dan bij een bemonstering met steekbuizen.

Bij de bewerking van de gegevens kwam naar voren dat de krabben in sommige jaren hoge biomassa's konden bereiken. Dit wordt veroorzaakt door het aantreffen van waarschijnlijk volwassen krabben in monsters genomen in het sublitoraal. Op advies van de projectgroep is de biomassa van de krabben in de Westerschelde gemiddeld per periode van zes jaar.

Voor de Zeeschelde zijn enkele Chinese wolhandkrabben aangetroffen in de fuikdata van INBO. Deze data is niet toereikend om betrouwbare schattingen van de totale biomassa voor de gehele Zeeschelde mee te berekenen.

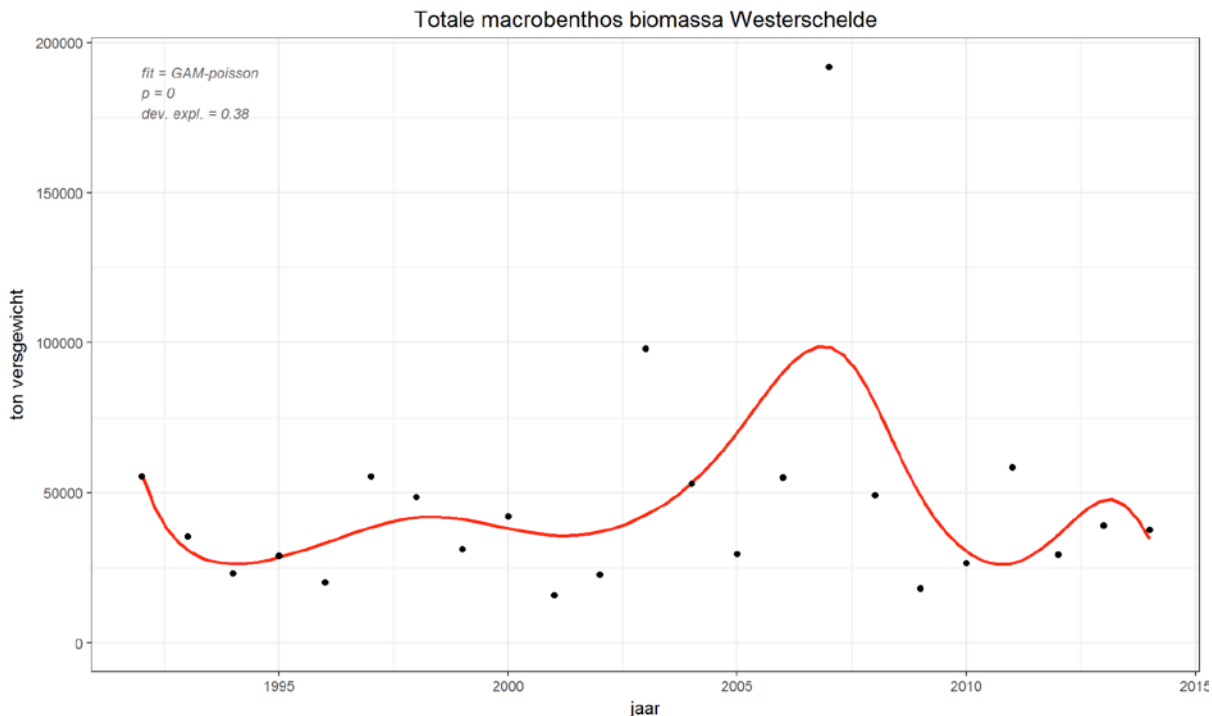
## **Analyse**

### *Algemeen*

Niet voor alle jaren zijn voor alle groepen data beschikbaar. Voor het zoöplankton in de Westerschelde zijn uit drie jaren gegevens beschikbaar: 2011-2013. Voor 2010 en eerdere jaren is de zoöplankton biomassa gelijk gesteld aan 2011 en voor 2014 en 2015 is de biomassa gelijk gesteld aan 2013. Deze aanpak is ook gebruikt voor de andere groepen waarvan in bepaalde jaren geen gegevens beschikbaar waren. In bijlage G worden op niveau 2 (Westerschelde en Zeeschelde) en niveau 3 (per zone) per groep de basisgegevens gepresenteerd.

### Macrozoöbenthos

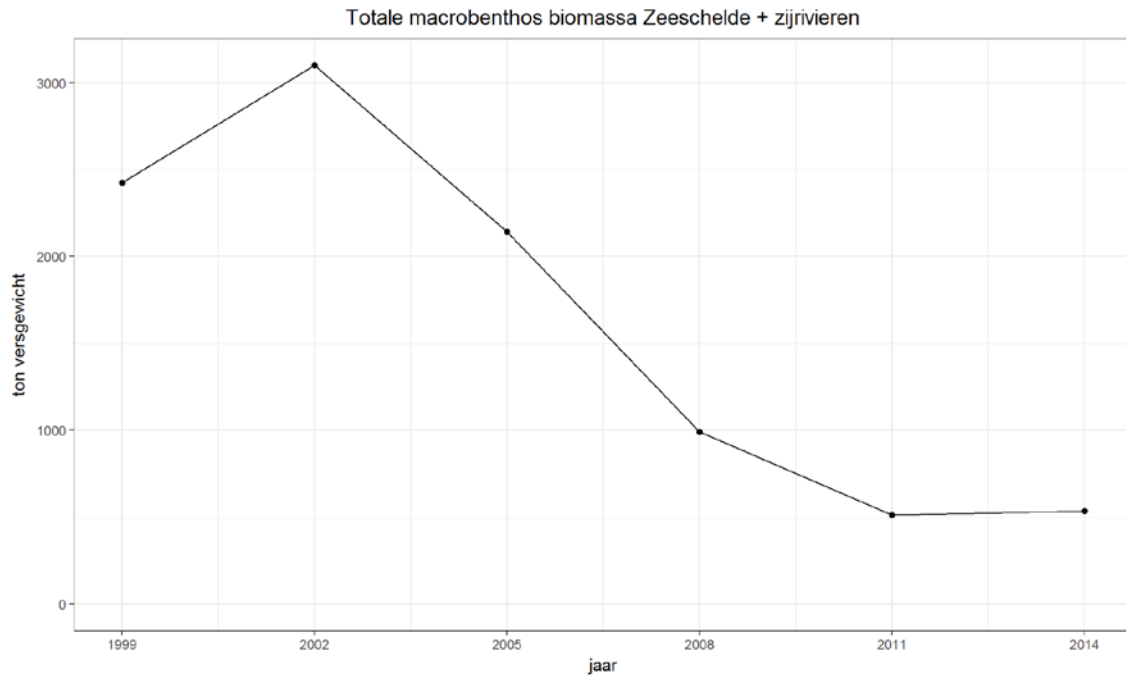
De ontwikkeling van het macrozoöbenthos in de Westerschelde en Zeeschelde staat weergegeven in Figuur 9-7 en Figuur 9-8. De ontwikkeling per zone staat weergegeven in bijlage G.



Figuur 9-7: Ontwikkeling van de totale biomassa van het macrozoöbenthos in de Westerschelde als ton versgewicht.

De biomassa van het macrozoöbenthos in de Westerschelde kent weliswaar schommelingen, maar ligt over het algemeen tussen de 25.000-50.000 ton versgewicht. Alleen in 2003 en 2007 langs de biomassa beduidend hoger. De piek in 2007 wordt, zoals al eerder is aangegeven, veroorzaakt door de Amerikaanse zwaardschede.

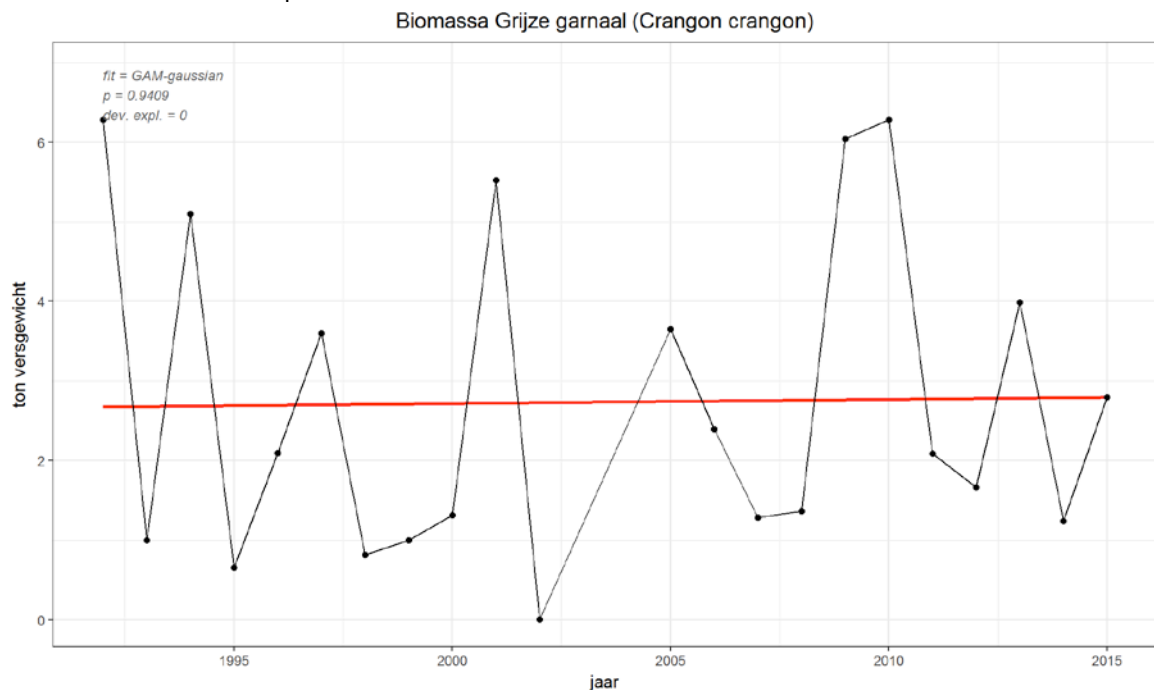
In de Zeeschelde is de biomassa maximaal in 2002 om vervolgens terug te lopen tot 2011 en vervolgens te stabiliseren. Met name in zone 5 Oligohalien werd in 2002 een hoge biomassa bereikt, die echter al in 2005 grotendeels was gereduceerd. In zone 8 Rupel valt de piek juist in 2005 en hierna loopt de biomassa vervolgens geleidelijk terug. Ook in zone 4 Saliniteitsgradiënt loopt de laatste jaren de biomassa terug.



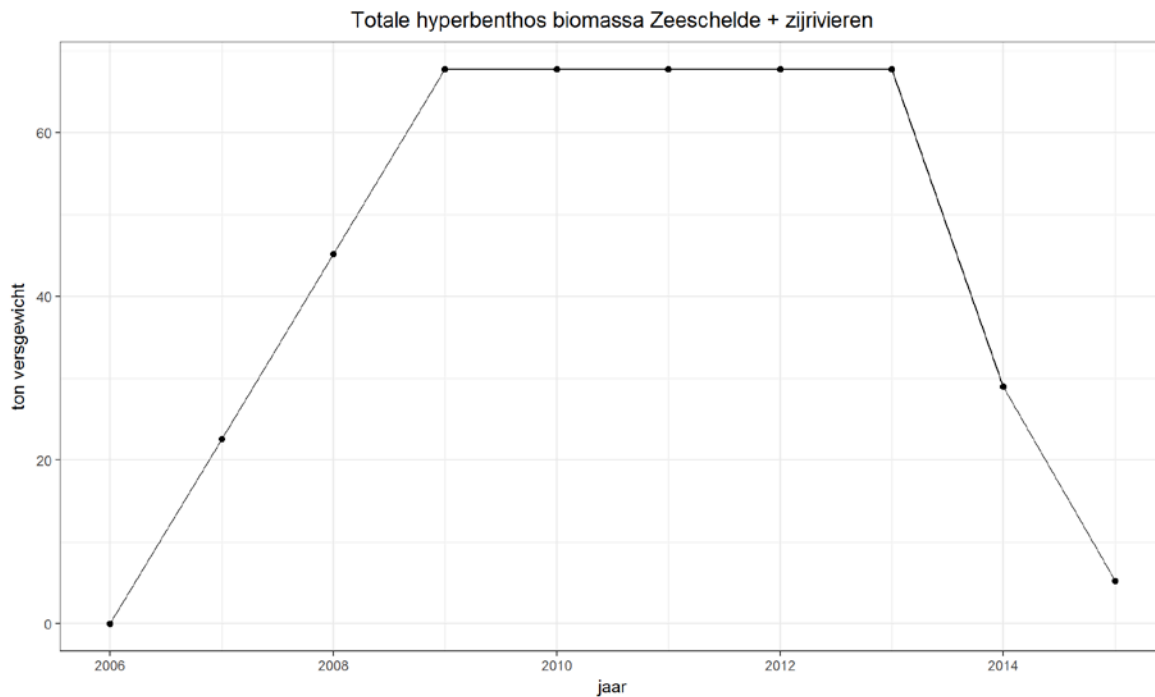
Figuur 9-8: Ontwikkeling van de totale biomassa van het macrozoöbenthos in de Zeeschelde als ton versgewicht.

### Hyperbenthos

De biomassa van het hyperbenthos in de Westerschelde en Zeeschelde staat weergegeven in resp. Figuur 9-9 en Figuur 9-10. In de Westerschelde wordt bij de berekening van het hyperbenthos alleen de grijze garnaal meegenomen. In de biomassa van deze soort is geen enkele trend zichtbaar. De krabben worden besproken bij de secundaire consumenten conform de Evaluatiemethodiek (Maris et al. 2014). Voor de Zeeschelde zijn alleen gegevens van het hyperbenthos beschikbaar uit de jaren bekend uit de jaren 2013-2015. In overleg met G. Van Ryckegem (INBO) is biomassa in de periode 2009-2012 gelijk gesteld aan de waarde van 2013 en voor 2006-2008 is sprake van een lineaire afname tot nul in 2006.



Figuur 9-9: Ontwikkeling van de biomassa als ton versgewicht van de grijze garnaal in de Westerschelde.

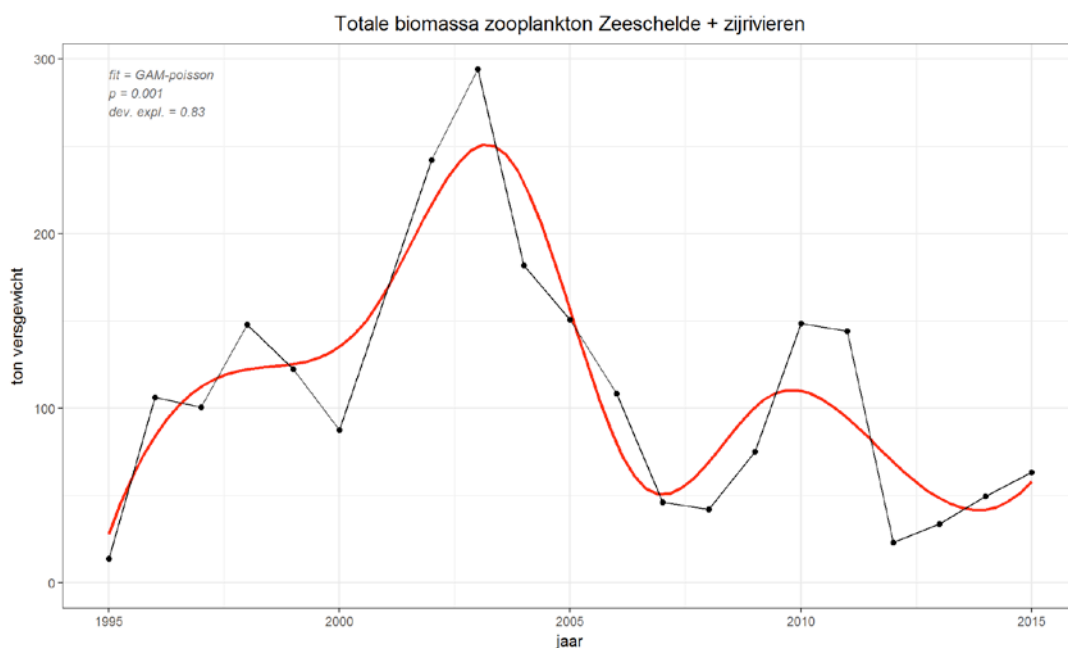


Figuur 9-10: Ontwikkeling van de biomassa van hyperbenthos als kg versgewicht in de Zeeschelde.

### Zoöplankton

De totale biomassa van zoöplankton in de Zeeschelde, uitgedrukt als ton versgewicht, staat weergegeven in de Figuur 9-11. Voor de Westerschelde konden alleen voor 2011-2013 biomassa's berekend worden. In bijlage G is hiervan een figuur opgenomen.

In de Zeeschelde bereikt de biomassa een piek in 2003 en 2004, waarna de jaargemiddelde biomassa afneemt om in 2006-2007 net beneden de 50 ton te komen. Hierna volgt weer een kleine piek, maar in 2012 bedraagt de biomassa nog geen 25 ton. Vervolgens neemt de biomassa weer licht toe.

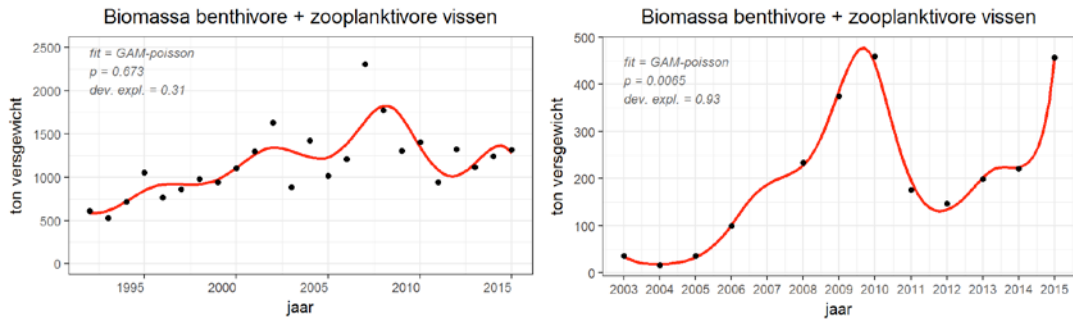


Figuur 9-11: Ontwikkeling van de jaargemiddelde biomassa van zoöplankton in de Zeeschelde als ton versgewicht.



## Vis

De berekende ontwikkeling van benthivore en zoöplanktivore vis in Westerschelde en Zeeschelde staat weergegeven in Figuur 9-12. In de Westerschelde is sprake van een lichte toename van met name de benthivore vis in de tijd, terwijl in de Zeeschelde er een duidelijke piek is in visbiomassa in 2009-2010, gevolgd door een afname, waarna vanaf 2013 weer sprake is van een toename.

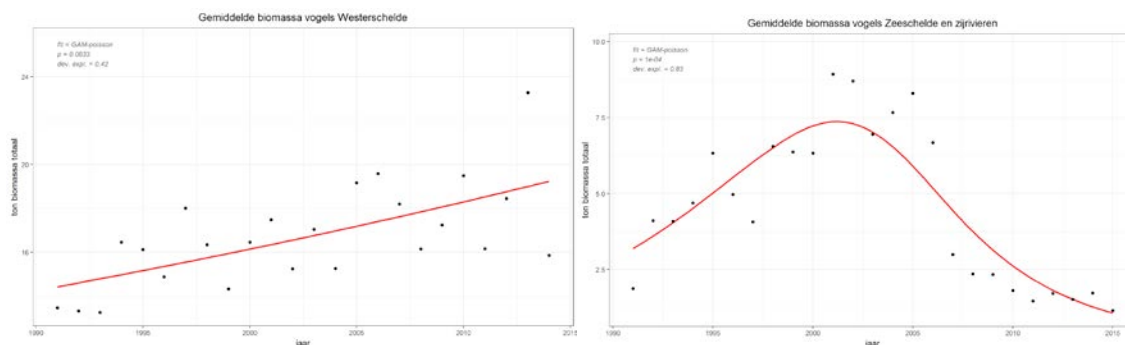


Figuur 9-12: Ontwikkeling van de biomassa van benthivore en zoöplanktivore vis als kg versgewicht in Westerschelde (links) en Zeeschelde (rechts).

## Vogels

Figuur 9-13 geeft de ontwikkeling van de vogelbiomassa in tonnen in de Westerschelde en de Zeeschelde. In de Westerschelde valt op dat de biomassa van de vogels een duidelijk stijgende trend vertoont. Dit wordt veroorzaakt door een verschuiving in soortensamenstelling: de wulp is de laatste jaren toegenomen, terwijl verschillende kleine steltlopersoorten (o.a. drieteenstrandloper en steenloper) in aantal zijn afgenomen.

In de Zeeschelde is sprake van een piek in de vogelbiomassa in de periode 2000-2005, waarna de biomassa weer snel afneemt. De laatste jaren stabiliseert de biomassa.



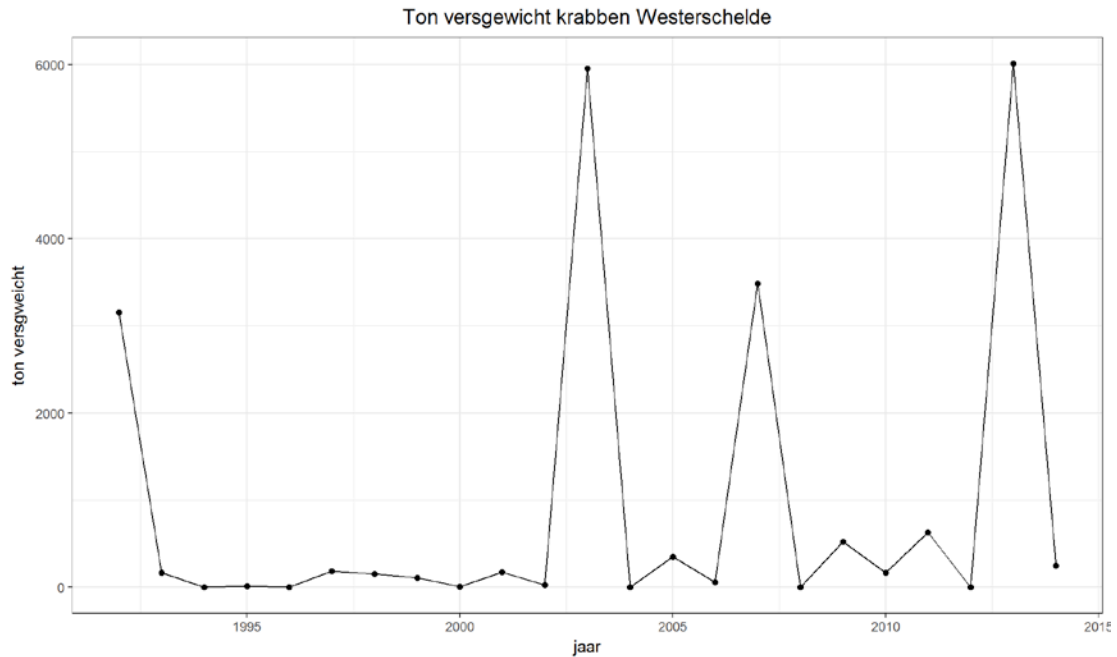
Figuur 9-13: Ontwikkeling van de biomassa van omnivore en benthivore watervogels in de Westerschelde (links) en de Zeeschelde (rechts) als ton vergewicht.

## Krabben

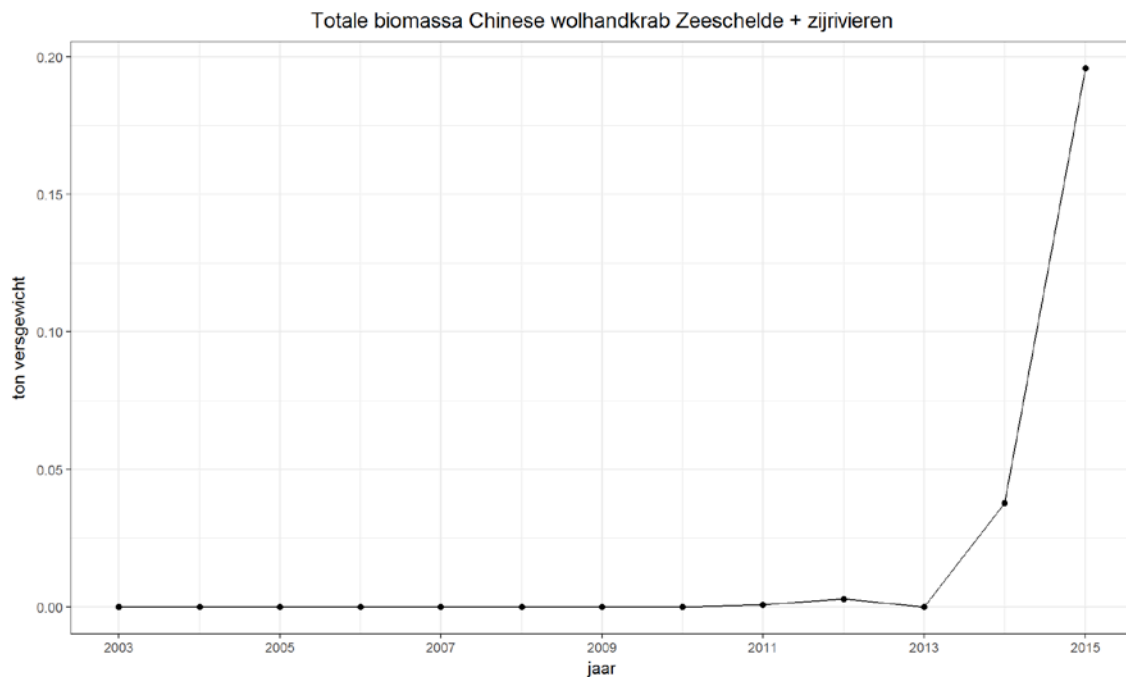
De biomassa van krabben, die per ecotoop berekend is, laat in de Westerschelde zeer sterke schommelingen zien met pieken in biomassa in 1992, 2003, 2007 en 2015 (Figuur 9-14). Indien naar de verschillende zones wordt gekeken, blijkt de piek niet in alle zones gelijktijdig op te treden. In 1992 is er alleen een piek in zone 2 Zwak polyhalien, in 2003 in zone 1 Sterk polyhalien, in 2007 in zone 1 Sterk polyhalien en zone 3 Mesohalieren, maar nauwelijks in de tussenliggende zone. In 2013 is er opnieuw een piek in zone 1 Sterk polyhalien (zie bijlage G). In de Zeeschelde is er de laatste jaren een toename van de Chinese wolhandkrab (Figuur 9-15), die vooral plaatsvindt in zone 4 Saliniteitsgradiënt en in veel mindere mate in zone 5 Oligohalieren (zie bijlage G).

De biomassapieken in de Westerschelde worden veroorzaakt door monsters met een hoge krabbiomassa, die genomen zijn in het sublitoraal. Zo werden in 1992 120 benthosmonsters genomen, waarvan er drie krabben bevatten en één monster had een berekende biomassa van 208 gram en de twee andere monsters resp. 0,57 en 1,04 gram vergewicht. Voor de verige jaren gelden vergelijkbare patronen. Voor alle jaren met piekbiomassa's van krabben werd er in één monster een vergewicht van 32 -208 gram aangetroffen, terwijl in de overige jaren dergelijke hoge biomassa's in een monster ontbraken.

Zoals eerder aangegeven is de gebruikte bemonsterings- en mogelijk ook de registratiemethodiek ongeschikt om een goed beeld te krijgen van de aanwezige krabbenbiomassa. Indien de krabbenbiomassa jaarlijks op een goede manier moet worden meegenomen, dient er ook een adequate bemonsterings- en registratiemethodiek gebruikt te worden.



Figuur 9-14: Ontwikkeling van de biomassa van krabben in de Westerschelde.



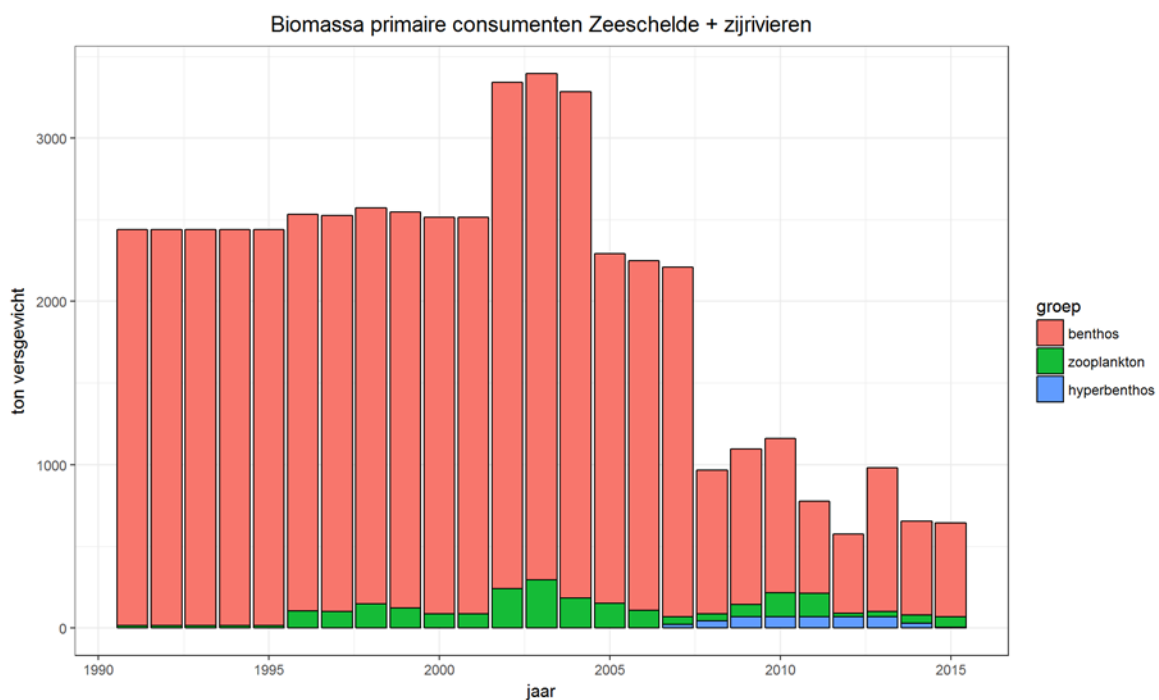
Figuur 9-15: De ontwikkeling van de biomassa van de Chinese wolhandkrab in de Zeeschelde.

#### Biomassa verhouding Secundaire consumenten / primaire consumenten

Figuur 9-16 geeft een beeld van de biomassa van de primaire consumenten in de Westerschelde. Tussen jaren kunnen aanzienlijke verschillen optreden. In 2007 treedt er piek op door een hoge biomassa van *Ensis* (zwaardschede). Het benthos is verreweg de belangrijkste groep. De laatste jaren ligt de totale biomassa tussen de 30.000 – 60.000 ton versgewicht. In de Zeeschelde (Figuur 9-17) ligt de biomassa rond de 600 ton versgewicht. Wel hebben het zoöplankton en het hyperbenthos in verhouding een hoger aandeel. De biomassa in de Zeeschelde kent een veel minder grillig verloop dan in de Westerschelde. Jarenlang is de biomassa rond de 2.500 ton geweest om toe te nemen tot 3.500 ton in 2002-2004 om vervolgens stapsgewijs te dalen tot 600 ton.



Figuur 9-16: De ontwikkeling van de biomassa van de primaire consumenten in de Westerschelde.

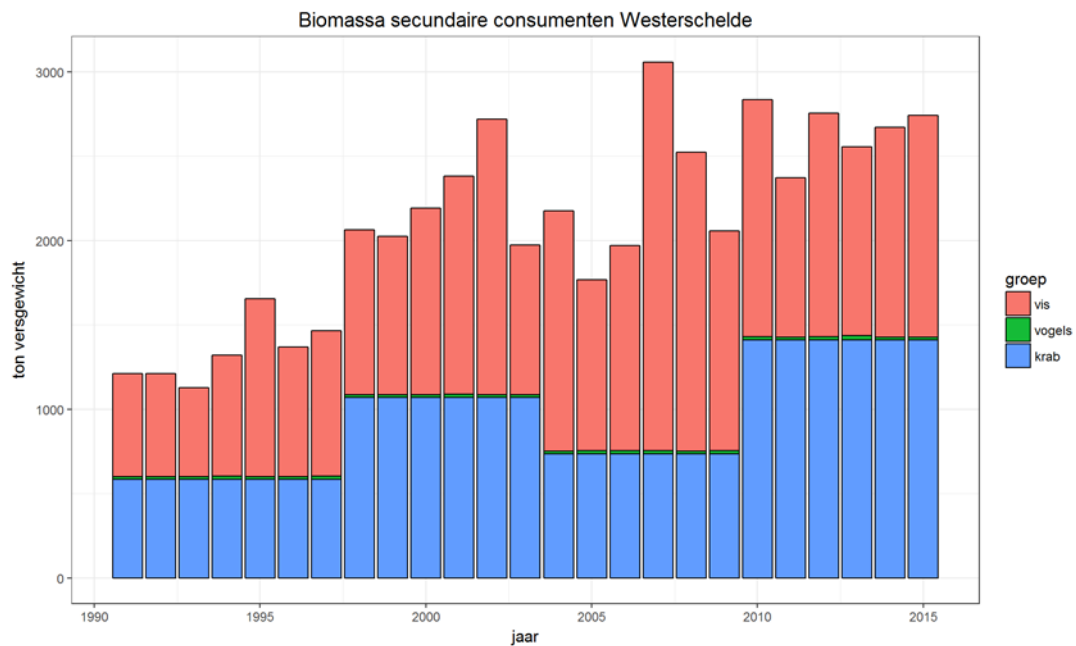


Figuur 9-17: De ontwikkeling van de biomassa van de primaire consumenten in de Zeeschelde.

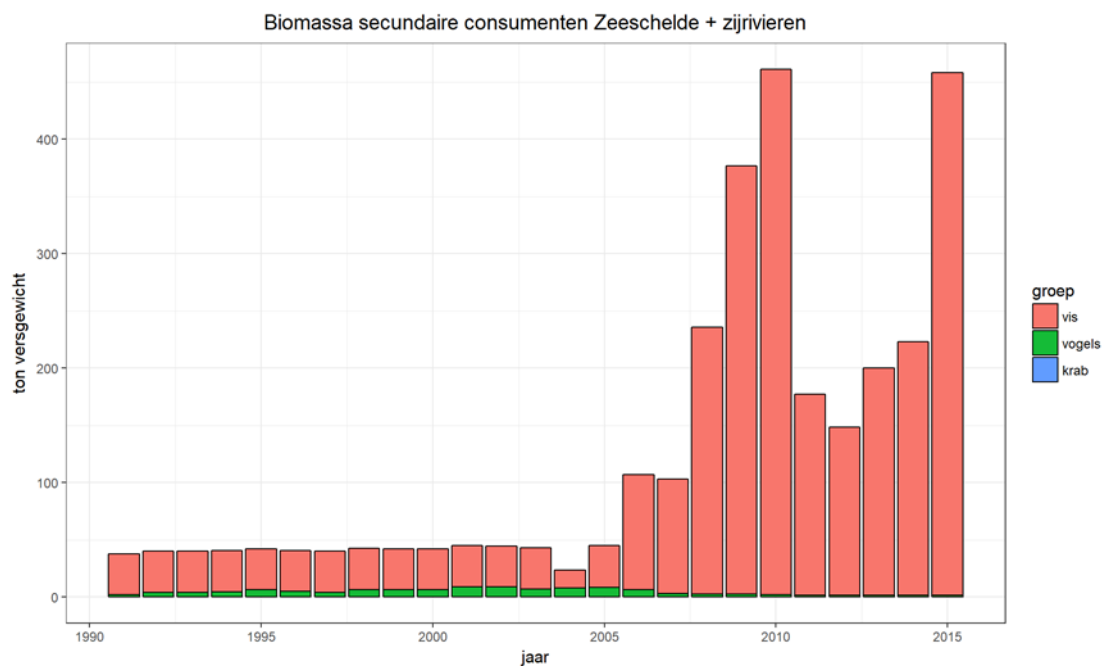
Het verloop van de biomassa van de secundaire consumenten zou een zeer grillig verloop kennen indien de krabbiomassa per jaar gebruikt zou worden. Voor de berekening van de biomassa van de secundaire consumenten in de Westerschelde is voor de krabben dan ook het zesjaarlijk gemiddelde gebruikt (Figuur 9 18). De biomassa in de Westerschelde lijkt dan geleidelijk toe te nemen. De biomassa van vogels levert nauwelijks een bijdrage aan de biomassa van secundaire consumenten. Ook bij de vissen neemt de biomassa geleidelijk iets toe: de totale biomassa van secundaire consumenten stijgt van ongeveer 1.200 naar 2.700 ton. In vergelijking met de T2009 is de totale biomassa van de secundaire consumenten in de

T2015 toegenomen. Dit wordt voor een belangrijk deel bepaald door de berekende gemiddelde krabbiomassa.

In de Zeeschelde zijn vooral de vissen qua biomassa belangrijk (Figuur 9-19). Na 2005 heeft hierin een duidelijke toename plaatsgevonden. Vogels hadden in de periode 1992 – 2005 een relatief groot aandeel, maar hebben sindsdien een zeer kleine bijdrage aan de totale biomassa. Het aandeel krabben in de totale biomassa secundaire consumenten (Chinese wolhandkrab) is beperkt.

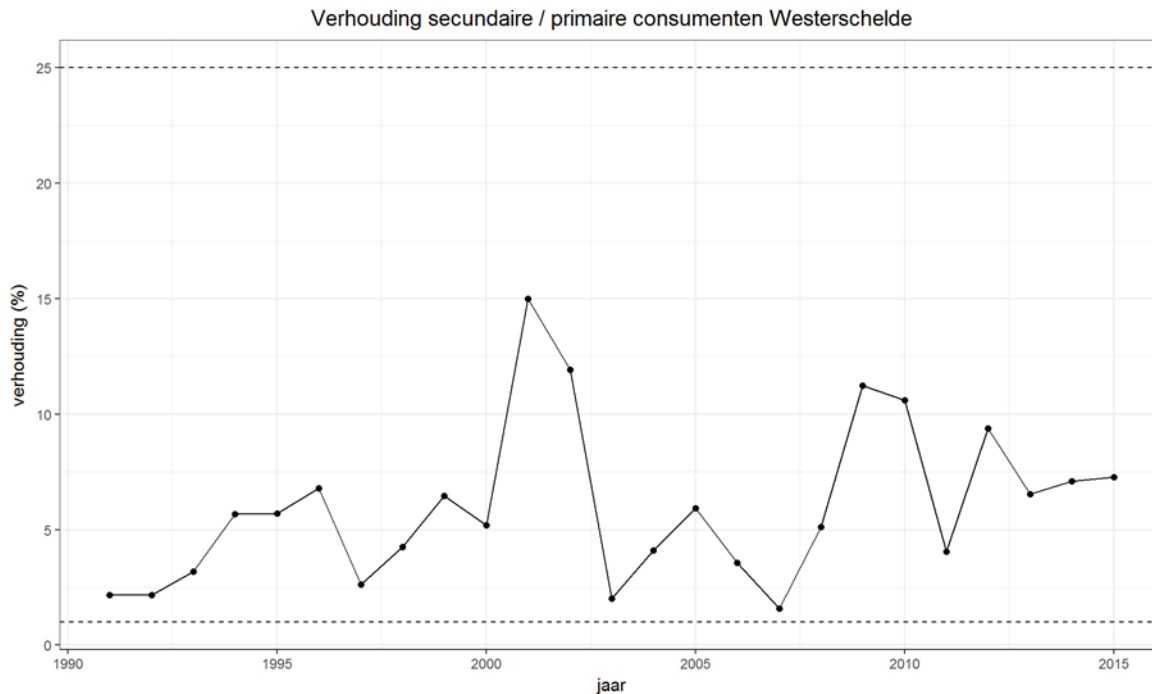


Figuur 9-18: De ontwikkeling van de biomassa van de secundaire consumenten in de Westerschelde.



Figuur 9-19: De ontwikkeling van de biomassa van de secundaire consumenten in de Zeeschelde.

Het patroon in de Westerschelde laat sterke wisselingen zien, maar de laatste jaren neemt de verhouding iets toe en ligt hij rond de 7,5% (Figuur 9-20). De verhouding tussen de secundaire en primaire consumenten in de Zeeschelde staat weergegeven in Figuur 9-21. Hieruit komt naar voren dat de verhouding van 1991 – 2007 over het algemeen lager dan 5% is. Daarna laat de Zeeschelde een zeer sterke toename zien, die zelfs stijgt tot meer dan 75%.



*Figuur 9-20: De ontwikkeling van de verhouding tussen secundaire en primaire consumenten in de Westerschelde. Met stippellijnen zijn de ondergrens (1%) en de bovengrens (25%) van de bandbreedte aangegeven.*



*Figuur 9-21: De ontwikkeling van de verhouding tussen secundaire en primaire consumenten in de Zeeschelde. Met stippellijnen zijn de ondergrens (1%) en de bovengrens (25%) van de bandbreedte aangegeven.*

## Interpretatie

Voor een juiste balans tussen secundaire en de primaire consumenten in het voedselweb van de Westerschelde, is een biomassa verhouding tussen de secundaire en de primaire consumenten van 1% tot 25% acceptabel. Een waarde onder de 1% duidt op onderbegrazing en een waarde boven de 25% duidt op overbegrazing van de primaire consumenten door de secundaire consumenten.

In de Westerschelde ligt in de gehele periode van 1991-2015 de biomassaverhouding boven 1%, waarbij er de laatste jaren (T2015) de verhouding rond de 7,5% ligt. In de periode T2009 lag de verhouding gemiddeld iets boven 5%.

In de Zeeschelde ligt aanvankelijk de verhouding net boven 1% met een kleine dip in 2004, waarbij de biomassaverhouding net onder 1% zakt. Vanaf 2005 is er een opmerkelijke ontwikkeling: de biomassaverhouding neemt toe en ligt na 2008, met uitzondering van 2013, continu boven de 25%. Er wordt een waarde van meer dan 75% bereikt in 2015. Dit zou duiden op ernstige overbegrazing van de primaire consumenten door de secundaire consumenten.

Als tweede criterium wordt genoemd in de Evaluatiemethodiek Schelde-estuarium (Maris et al. 2014) dat de biomassaverhouding tussen de trofische niveaus niet significant mag afnemen ten opzichte van 2009. Voor zowel Westerschelde als Zeeschelde geldt dat de biomassaverhouding juist toeneemt en er zeker geen sprake is van een afname. Dit zou betekenen dat zowel voor de Westerschelde als de Zeeschelde de rekenparameter Vissen en vogels van het Ecologisch functioneren positief moet worden beoordeeld.

Gezien de vele rekenslagen en aannames lopen we nog kort de verschillende onderdelen door om aan te geven waar eventueel afwijkingen zijn ten opzichte van 2009. Eerst wordt ingegaan op de Westerschelde en vervolgens op de Zeeschelde.

De viswaarden voor de Westerschelde zijn vergelijkbaar voor de T2009 en de T2015. De vogelwaarden van de T2015 zijn vergelijkbaar met die van T2009. Er zijn iets meer soorten in de berekeningen opgenomen en voor sommige soorten zijn de gewichten iets aangepast, maar dit levert geen noemenswaardige verschillen op.

De berekende waarden voor krabben schommelen sterk en zijn in de meeste jaren lager dan de berekende waarden in de T2009. De data zijn gebaseerd op de 5 voorgeschreven soorten uit de evaluatiemethodiek. Opvallend is dat er enkele jaren zonder krabben zijn. De krabben data uit de boomkor bemonstering kon niet worden gebruikt, omdat alleen aantallen per ha zijn gegeven en geen biomassa. Om krabben goed in de berekeningen mee te kunnen nemen, is het noodzakelijk om een goede bemonsterings- en/of registratiemethode te ontwikkelen. Nu worden bij de boomkortbemonsteringen alleen aantallen geregistreerd, maar geen grootte of biomassa. Bij de MWTL-methodiek worden de krabben in het litoraal duidelijk onderschat (Zwarts et al. 2011). Een beperkte verkenning van de basisdata laat zien dat hoge krabbiomassa's in alle jaren gebaseerd zijn op één bodemfaunamonster met een hoge krabbenbiomassa in het sublitoraal. De trefkans op een volwassen krab in een monster zal vanwege de mobiliteit van de soort klein zijn. Door gebruik te maken van een gemiddelde over zes jaren wordt de berekende biomassa's verdeeld over de verschillende jaren. Dit zal vermoedelijk een realistischer beeld geven van de werkelijk aanwezige krabbiomassa. Gezien de kleine trefkans op grote krabben zou bij de huidige vorm van monsternamen een grotere steekproef nodig zijn om een goed beeld van de spreiding in de krabbiomassa te krijgen. Beukema (1983) geeft een inschatting van de jaarlijkse droge stof consumptie in de Waddenzee door krabben in de getijdegebieden en in de geulen en komt dan uit op 1,5 g droge stof per m<sup>2</sup> en voor vissen schat hij de consumptie op 5 g droge

stof/m<sup>2</sup>. Dit suggereert een hogere biomassa aan vissen dan aan krabben, terwijl in Figuur 9-20 de biomassa van beide groepen vergelijkbaar is. De Waddenzee is niet direct vergelijkbaar met de Westerschelde, maar toch moet de gepresenteerde biomassa van krabben in de Westerschelde met de nodige voorzichtigheid gehanteerd worden. Aangezien echter bij de berekening van de krabbenbiomassa steeds dezelfde berekeningswijze is toegepast, zou wel afgeleid kunnen worden dat in de loop der jaren de krabbenbiomassa in de Westerschelde geleidelijk is toegenomen. Hierbij blijft het wel de vraag in hoeverre de berekende krabbenbiomassa de werkelijke situatie goed weergeeft.

Voor de Westerschelde zijn alleen data van zoöplankton van 2011-2013 beschikbaar, waarbij alleen soorten met een bekend gemiddeld gewicht zijn meegenomen. De werkelijke biomassa ligt dus hoger, omdat 15 van de 23 soorten niet zijn meegenomen. De benthosdata lijken betrouwbaar, waarbij een goed beschreven procedure is gevolgd voor de berekening. Het hyperbenthos is alleen op Westerscheldeniveau berekend. Hierbij is alleen data van de grijze garnaal gebruikt. Er is wel een groot verschil met de biomassawaarden uit T2009, die veel hoger liggen. In de T2009 is de volgende formule gebruikt:

$$\text{Bodymass} = 2,799 * \text{lengte} * e^{-2,421} \text{ in plaats van: } = 2,799 * (\text{lengte})^{-2,421}$$

Voor de Zeeschelde wordt in de Evaluatiemethodiek voor de vissen aangegeven dat een fuikdag gelijk staat aan 25 ha bevestigd, maar in de T2015 is, net als in de T2009, aangehouden dat een fuikdag overeenkomt met 1/25 ha bevestigd. Anders ontstaat er een verschil met een factor 625 met de T2009. Nu heeft de biomassa een reële grootte. Bij de krabben is opvallend dat er pas vanaf 2011 Chinese wolhandkrabben worden vermeld. Onduidelijk is of de soort voor die tijd al wel aanwezig was maar niet werd genoteerd. Voor het hyperbenthos zijn data gebruikt uit 2013-2015. Voor de jaren voor 2011 zijn de data op nul gezet. De benthos- en zoöplanktonwaarden zijn via vaste rekenroutes berekend en komen goed overeen met de T2009.

In grote lijnen geven de gegevens een goed beeld. Voor de Westerschelde zijn de krabben mogelijk overschat. Het zoöplankton in de Westerschelde is mogelijk juist onderschat. Een lagere krabbenbiomassa zal resulteren in een lagere verhouding tussen secundaire en primaire consumenten. Voor de Westerschelde geldt dat ook bij een afname van de krabbenbiomassa de verhouding van secundaire en primaire consumenten nog steeds binnen de bandbreedte van 1-25% ligt, waarbij sprake is van een positieve evaluatie.

## 9.4 Verklarende parameters

### 9.4.1 Waterkwaliteit

De waterkwaliteit is een Communicatie-indicator die besproken wordt in hoofdstuk 6. Verschillende rekenparameters, lichtklimaat, nutriëntbeschikbaarheid, zoutgehalte en toxische stoffen zijn belangrijk voor het fytoplankton (primaire productie). Het zoöplankton is afhankelijk van het aanbod aan fytoplankton, maar daarnaast ook van de rekenparameters zuurstofgehalte, zout en toxische stoffen. Ook voor het benthos is de waterkwaliteit belangrijk in verband met het aanbod van voedsel in de vorm van fytoplankton.

### 9.4.2 Leefomgeving

De leefomgeving is een Communicatie-indicator die besproken wordt in hoofdstuk 7.



Voor het benthos is de dynamiek van het habitat een belangrijke bepalende factor voor het voorkomen. Ook voor de benthische en demerse vissoorten, die afhankelijk zijn van het benthos, is de habitat areaalverdeling van grote invloed. In hoofdstuk 7 wordt ook de habitatkwaliteit besproken. Niet alleen moet er voldoende areaal van een bepaald habitat zijn, maar ook dient de kwaliteit van dit areaal op orde te zijn. Eén van de aspecten die hierbij een rol spelen is de turn-over. Het habitat dient voldoende stabiel te zijn om een goed ontwikkelde benthosgemeenschap te hebben of een goed ontwikkelde schorvegetatie.

### 9.4.3 Flora en fauna

In hoofdstuk 8 zijn de verschillende toetsparameters Flora en Fauna besproken, die vaak nauw met elkaar verband houden en elkaar zowel positief als negatief kunnen beïnvloeden. Het is belangrijk dat er een grote diversiteit binnen de verschillende soortgroepen benthos, vogels en vissen is, omdat iedere soort op zijn eigen manier gebruik maakt van de beschikbare voedselbronnen. Een grote diversiteit in het benthos levert veel foerageermogelijkheden op voor verschillende soorten vissen en vogels. Iedere vogelsoort heeft door zijn snavelvorm, foerageergedrag (tastjagers of oogjagers) en foerageerwijze (zevers, pikkers etc.) zijn eigen optimale foerageerplek (zie Van de Kam et al. 1999), zodat een grote diversiteit aan foerageerhabitats met het bijbehorende benthosaanbod van groot belang is voor het goed ecologisch functioneren van de Zeeschelde en Westerschelde voor de verschillende vogelsoorten. Dit geldt natuurlijk ook voor andere soortgroepen.

### 9.4.4 Ecologisch functioneren

In het voorliggende hoofdstuk wordt het Ecologisch Functioneren besproken. Hierbij zijn twee ingangen gekozen: de verhouding tussen primaire producenten en het benthos en de verhouding tussen secundaire en primaire consumenten. Het benthos vormt één van de belangrijkste groepen van de primaire consumenten. Indien de verhouding tussen primaire producenten en benthos goed is, is de kans groter dat ook de hogere trofische niveaus goed functioneren, waarmee ook een relatie gelegd is tussen primaire productie en secundaire consumenten.

## 9.5 Conclusies

In dit hoofdstuk komen voor een belangrijk deel alle ecologische relaties die samen bepalend zijn voor het ecologisch functioneren van de Westerschelde en de Zeeschelde als Schelde-estuarium samen. In de Evaluatiemethodiek is er voor gekozen om het ecologisch functioneren op twee manieren te testen. Ten eerste wordt op verschillende manieren naar de macrobenthische biomassadichtheid gekeken. Deze dient zich in de Westerschelde op een bepaalde manier te verhouden tot de primaire productiedichtheid van het systeem. In de Zeeschelde dient 30 ton asvrijdrooggewicht aan benthos aanwezig te zijn en 2 ton per zone. In de Westerschelde dient minstens 4 miljoen kg versgewicht aan kokkels aanwezig te zijn en minstens 1 mosselbank, hetgeen overeenkomt met 1 miljoen kg versgewicht aan mosselen.

Bij de tweede methode wordt gekeken naar de verhouding tussen secundaire en primaire consumenten, die binnen een bepaalde bandbreedte moet liggen.

De verhouding macrozoöbenthos biomassadichtheid : primaire productie van het systeem wordt als positief geëvalueerd. Niet alleen zit de verhouding in de jaren 2010-2013 binnen de grenzen

waarbij sprake is van een positieve evaluatie, maar bovendien ontwikkelt de verhouding zich van een lichte onderbenutting richting een lichte overbenutting, hetgeen ook als positief moet worden beoordeeld.

In de Zeeschelde wordt in 2014 niet voldaan aan de eis dat er minstens 30 ton asvrijdrooggewicht aan benthos moet zijn. Alleen voor de zones 4 Saliniteitsgradiënt en 5 Rupel wordt aan de eis voldaan dat er 2 ton asvrijdrooggewicht aan benthos aanwezig moet zijn per zone. Voor de overige zones is dat niet het geval.

In de Westerschelde is niet jaarlijks 4 miljoen kg versgewicht aan kokkels en geen 1 miljoen kg versgewicht aan mosselen in de vorm van een mosselbank aanwezig, zodat niet aan deze eisen, beschreven in de Evaluatiemethodiek, wordt voldaan. Dit betekent dat de filterfunctie door deze groep schelpdieren niet optimaal functioneert.

De verhouding tussen secundaire en primaire consumenten is gebaseerd op het versgewicht van de primaire consumenten macrozoöbenthos, zoöplankton en hyperbenthos en op het versgewicht van benthivore en zoöplanktivore vissen, krabben en omnivore en benthivore vogels. Deze verhouding dient tussen een bandbreedte van 1-25% te liggen. In de Westerschelde ligt deze waarde vaak beneden de 5%, maar in alle gevallen boven de 1%. De laatste jaren neemt de verhouding iets toe.

In de Zeeschelde is er een afwijkend beeld. Van 1991 tot en met 2004 lag de verhouding tussen secundaire en primaire consumenten ongeveer op 1%, maar vanaf 2005 is er een duidelijke toename en vanaf 2009 bevindt de verhouding zich ver boven de 25% en stijgt in 2015 zelfs tot meer dan 75%. Dit wijst op een ernstige overbegrazing van de primaire consumenten door de secundaire consumenten. Aangezien de biomassa van de secundaire consumenten vooral uit vissen bestaat, wordt deze verandering in de verhouding tussen secundaire en primaire consumenten vooral door een verandering in de visbiomassa veroorzaakt.

## 10 Referenties

- Arts F.A., Lilipaly S. & Strucker R.C.W. 2016.  
Watervogels en zeezoogdieren in de Zoute Delta 2014/2015. Rapport RWS CIV BM 16.09, Vlissingen.
- Barneveld et al. (2016).  
Nota dataverwerking en databehoeftes. T2015 Rapportage schelde estuarium. H. Barneveld, R.P. Nicolai, K.L. Krijgsveld, M.P. Collier, M. Teunis, S. Michielsen, B. Ferket en I. van de Moortel. HKV lijn in water, Bureau Waardenburg en Antea. September 2016.
- Bastin, A. (1993). Evaluatie van de hoeveelheid slib in de Beneden Zeeschelde. Evolutie tussen 1964 en 1986. Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap. Departement Leefmilieu en Infrastructuur. Administratie Waterinfrastructuur en Zeewezen, Antwerpse Zeehavendienst.
- Beukema J.J. 1983. Hoofdstuk 10: The role of the larger invertebrates in the Eadden Sea ecosystem. In: Dankers N., H. K...hl & W.J. Wolff 1983; Invertebrates of the Wadden Sea. Stichting Veth tot steun aan Waddenonderzoek, Leiden.
- Brummelhuis E.B.M., M. van Asch, D. van den Ende, K. Troost & C. van Zweeden 2013. Japanse oesterbanken op droogvallende platen in de Nederlandse kustwateren in 2013: bestand en arealen. IMARES rapport C210/13. IMARES Delta.
- Cleveringa, J., 2008. Morphodynamics of the Delta Coast (south-west Netherlands): Quantitative analysis and phenomenology of the morphological evolution 1964-2004. Alkyonrapport A1881. WL|Delft Hydraulics & Rijkswaterstaat RIKZ.
- Consortium Arcadis-Technum (2007). Milieueffectenrapport Verruiming vaargeul Beneden-Zeeschelde en Westerschelde. Basisrapport Overige Aspecten. Consortium Arcadis – Technum.
- Dams, J.; Vanlede, J.; Plancke, Y.; Verwaest, T.; Mostaert, F. (2016). Slibbalans Zeeschelde: Deelrapport 3 - Literatuurstudie. Version 4.0. WL Rapporten, 00\_029. Flanders Hydraulics Research & Vrije Universiteit Brussel: Antwerp, Belgium.
- Deltares. Eerstelijns rapportages Westerschelde 1996-2014/4.
- De Boeck, K.; Van Hoestenbergh, T.; Vanlierde, E.; Deschamps, M.; Verwaest, T.; Mostaert, F. (2014). Saliniteit – Chloriniteit – Chlorositeit: Relaties in gebruik in zeewater en in de Beneden-Zeeschelde. Versie 3.0. WL Rapporten, 12\_076. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen, België.
- Engelund, F.; Hansen, E. (1967). A monograph on sediment transport in alluvial streams. Teknisk Forlag, Copenhagen, Denmark, 62 p.
- De Jong (2015)  
Nota van toevoeging Evaluatiemethodiek Schelde Estuarium. Onderdeel leefomgeving, toetsparameter "kwaliteit litoraal voor steltlopers". De Jong, D. TOR T2015 bijlage 4. Rijkswaterstaat, 2015.
- De Jong en Van Rijckegem (2016)  
De Jong, D. & G Van Ryckegem. Evaluatiemethodiek: parameter schorvegetatie. INBO2016\_notaPGEval&Rapport\_18022016\_vegetatie. RWS / INBO. 2016.
- Depreiter *et al.* (2014) ofwel T2009-rapport  
Depreiter, D., Cleveringa, J., Laan van der, T., Maris, T., Ysebaert, T., Wijnhoven, S.

(2014). T2009-rapportage Schelde estuarium. 077698096:A – Definitief C03041.002718.0400. Arcadis, IMDC, Universiteit van Antwerpen, NIOZ en IMARES. 7 mei 2014.

Dijkstra J.T. & H. Holhauer 2015.

Nauwkeurigheid en precisie Ecotopenkaarten Westerschelde. Rapport 1209394-000. Deltares.

Escaravage V.L., Wijnhoven S., Blok D.B., Dekker A., Engelberts A.G.M., van Hoesel O., Kleine Schaars L.B.J., Meliefste T., Scott T., Sistermans W.C.H. & Verburg A. 2011. Macrozoöbenthesonderzoek in de Delta 2010. Waterlichamen Grevelingenmeer en Veerse Meer (voor- en najaar), Oosterschelde en Westerschelde (najaar). Rapportage in het kader van Monitoring Waterstaatkundige Toestand des Lands (MWTL). Monitoring Task Force, Yerseke.

Hornman M., Hustings F., Koffiberg K., Klaassen O., van Winden E., Sovon Ganzen- en Zwanenwerkgroep & Soldaat L. 2016. Watervogels in Nederland in 2014/2015. Sovon rapport 2016/54. Sovon Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen.

Fijn R.C., van Horssen P.W. & Lensink R. 2013. Vereiste reproductie van gewone en grijze zehonden in de Deltaregio voor een stabiele doelpopulatie. Rapport 13-620. Bureau Waardenburg, Culemborg.

Geelhoed S.C.V. & van Polanen Petel T. 2011. Zeezoogdieren op de Noordzee. Achtergronddocument bij Natuurverkenning 2011. Wageningen, Wettelijke onderzoekstaken Natuur & Milieu, WOt-werkdocument 258.

Kam J. Van de, B. Ens, T. Piersma & L. Zwartz 1999. Ecologische atlas van de Nederlandse wadvogels. Schuyt & Co, Haarlem.

Maris et al. (2014)

Evaluatiemethodiek Schelde-estuarium, update 2014. Maris, T. A. Bruens, L. van Duren, J. Vroom, H. Holzhauer, 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. Deltares, Universiteit Antwerpen, NIOZ en INBO (2014). Deltares rapportnummer 1209394.

Maximova, T.; Ides, S.; Vanlede, J.; De Mulder, T.; Mostaert, F. (2009). Verbetering 2D randvoorwaardenmodel. Deelrapport 3: Kalibratie bovenlopen. WL Rapporten, 753\_09. Flanders Hydraulics Research, Antwerp, Belgium

Evaluatiemethodiek Schelde-estuarium, update 2014. Maris, T. A. Bruens, L. van Duren, J. Vroom, H. Holzhauer, 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. Deltares, Universiteit Antwerpen, NIOZ en INBO (2014). Deltares rapportnummer 1209394.

Meininger P.L., Witte R.H. & Graveland, J. 2003. Zeezoogdieren in de Westerschelde: knelpunten en kansen. Rapport RIKZ/2003.041. RIKZ, Middelburg.

Ministerie van I&M | Rijkswaterstaat 2016. Natura 2000 Deltawateren Beheerplan Deltawateren 2016-2022 Westerschelde & Saeftinghe.

- Postel L., Fock H., Hagen W., Harris R., Wiebe P. Lens J., Skjoldal H.R., Hunn M. 2000. Biomass and abundance, ICES Zooplankton Methodology Manual. Academic Press, San Diego (pp. 83-192).
- Provincie Zeeland, 2006. Kustplan Zuidwest-Walcheren, uitwerking van het omgevingsplan.
- RWS (2005). Zoutafleiding, bijlage bij de RWS Standaard. Rijkswaterstaat Meetnet Infrastructuur (RMI).
- SOVON & CBS 2005. Trends van vogels in het Nederlandse Natura 2000 netwerk. SOVON-informatierapport 2005/09. SOVON Vogelonderzoek Nederland, Beek-Ubbergen.
- Snow D.W. & C.M. Perrins 1998. The birds of the Western Palearctic, Concise Edition. Oxford University Press, Oxford.
- Strucker R.C.W., Hoekstein M.S.J. & P.A. Wolf 2016. Kustbroedvogels in het Deltagebied in 2015. RWS CIV BM 16.06, Vlissingen.
- Swinkels et al. (2014)  
Swinkels, C.M.; Jeuken, C.M.C.J.L.; Wang, Z.B., and Nicholls R.J., 2009. Presence of connecting channels in the Western Scheldt Estuary. *Journal of Coastal Research*, 25(3), 627–640. West Palm Beach (Florida), ISSN 0749-0208.
- Vandenbruwaene et al. (2017)  
Vandenbruwaene, W.; Levy, Y.; Plancke, Y.; Vanlede, J.; Verwaest, T.; Mostaert, F. (2017). Integraal plan Boven-Zeeschelde: Deelrapport 3 – Sedimentbalans Zeeschelde, Rupel en Durme. Versie 5.0. WL Rapporten, 13\_131. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen, België.
- Van Rijckegem et al. (2016b)  
Evaluatiemethodiek: alternatieve evaluatie voor lengte laagwaterlijn voor vogels: stand van zaken en toepasbaarheid Zeeschelde. Van Rijckegem, G.  
INBO2016\_notaPGEval&Rapport\_ DroogvalduurLaandynamisch. INBO. 2016.
- Van Rijn, L.C. (1993). Principles of sediment transport in rivers, estuaries and coastal seas, Amsterdam, Aqua Publications.
- Van Rijn, L.C., (2000). General view on sand transport by currents and waves, Report Z2899.20-Z2099.30-Z2824.30, Delft Hydraulics, Delft, The Netherlands.
- Van Rijn, L.C. (2010). Tidal phenomena in the Scheldt Estuary, Report 1202016, Deltares.
- Vanoverbeke en Van Rijckegem (2015)  
Statistische analyse van het gebruik van het litoraal door steltlopers in de Westerschelde. Vanoverbeke, J. & G. van Rijckegem. INBO.R.2015.11358580. INBO. 2015.
- Van Braeckel et al. (2006)  
Historische analyse van de Zeeschelde en haar getijgebonden zijrivieren. 19e eeuw tot heden. Braeckel van, A., Piesschaert, F. en Bergh van den, E. (2006). INBO, Brussel, pp. 85–92, 2006.
- Van Braeckel et al. (2009).  
Inventarisatie en historische analyse van Zeescheldehabitats. Vervolgstudie: resultaten van het tweede jaar. Alexander Van Braeckel, Jari Hinsch Mikkelsen, Jonas Dillen, Frederic Piesschaert en Erika Van den Bergh Leen Coen, Tom De Mulder, Stefaan Ides, Tatiana Maximova, Patrick Peeters, Yves Plancke en Frank Mostaert. INBO en Waterbouwkundig Laboratorium, NBO.IR.2009.34, 2009.

Van Braeckel et al. (2012)

Historische evolutie van Zeeschelde habitats. Kwantitatieve en kwalitatieve analyse van invloedsfactoren. Braeckel van, A., Coen, L., Peeters, P., Plancke, Y., Mikkelsen, J. en Bergh van den, E. INBO, Brussel i.s.m. het Waterbouwkundig Laboratorium, Antwerpen, 2012.

Van Ryckegem et al. (2015)

MONEOS – Geïntegreerd datarapport INBO: toestand Zeeschelde 2014. Monitoringsoverzicht en 1ste lijnsrapportage Geomorfologie, diversiteit Habitats en diversiteit Soorten. INBO, Brussel, p. 163 – 173. Ryckegem van, G., Braeckel van, A., Elsen, R., Speybroeck, J., Vandevoorde, B., Mertens, W., Breine, J., Regge de, N., Soors, J., Dhaluin, P., Terrie, T., Lierop van, F., Hessel, K., Froidmont, M. en Bergh van den, E. (2015).

Van Ryckegem et al. (2016a)

MONEOS – Geïntegreerd datarapport INBO: Toestand Zeeschelde 2015: monitoringsoverzicht en 1ste lijnsrapportage Geomorfologie, diversiteit Habitats en diversiteit Soorten. Ryckegem van, G., Braeckel van, A., Elsen, R., Speybroeck, J., Vandevoorde, B., Mertens, W., Breine, J., Beukelaer de, J., Regge de, N., Hessel, K., Soors, J., Terrie, T., Lierop van, F. en Bergh van den, E. INBO, Brussel, pp.175–178, 2016.

Vos, G.; De Maerschallck, B.; Plancke, Y.; Verwaest, T.; Mostaert, F. (2016). Sedimentstrategie Beneden-Zeeschelde: Deelrapport 2 – Opzet en validatie zandmodel. Versie 4.0. WL Rapporten, 14\_025. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen, België.

Vos, M. en Wolff, W.J. (2001). Ontwerp-ecotopenstelsel voor brakke Rijkswateren. Mariene Biologie, Rijksuniversiteit Groningen.

Vroom, J., Schrijvershof, R. (2015)

Overzicht van menselijke ingrepen in de Westerschelde en haar mondingsgebied in de periode 1985-2014. J. Vroom en R. Schrijvershof. Memo. Deltares, 2015.

Wang, ZB.; Winterwerp, JC. (2001). Impact of dredging and dumping on the stability of ebb-flood channel systems. In: Proceedings of the 2nd IAHR symposium on River, Coastal and Estuarine Morphodynamics. September 2001. Obihiro, Japan. pp. 515-524.

## **Bijlagen**

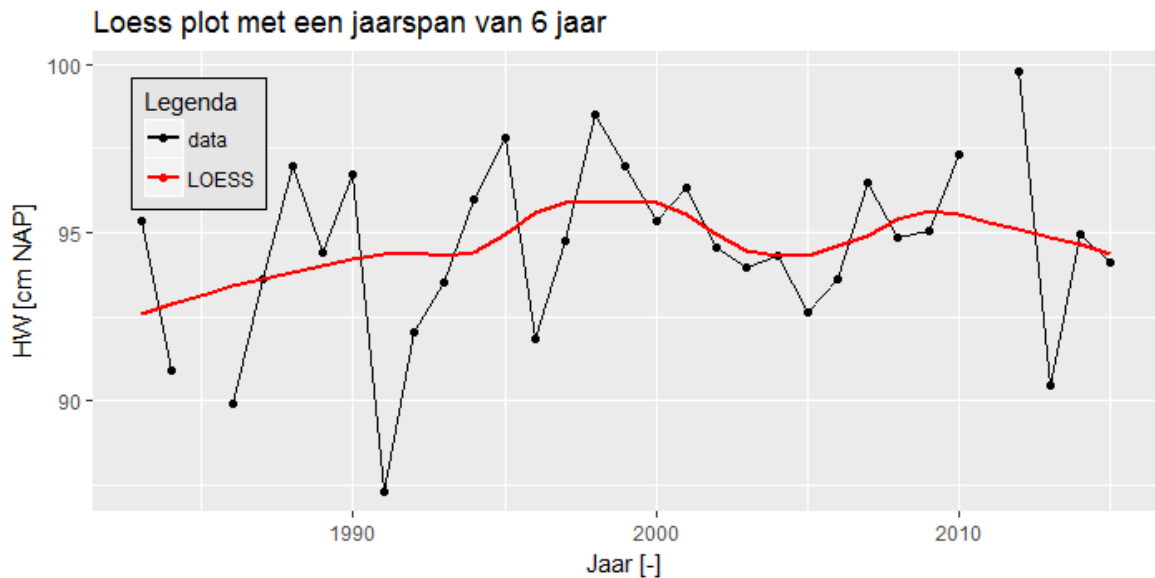




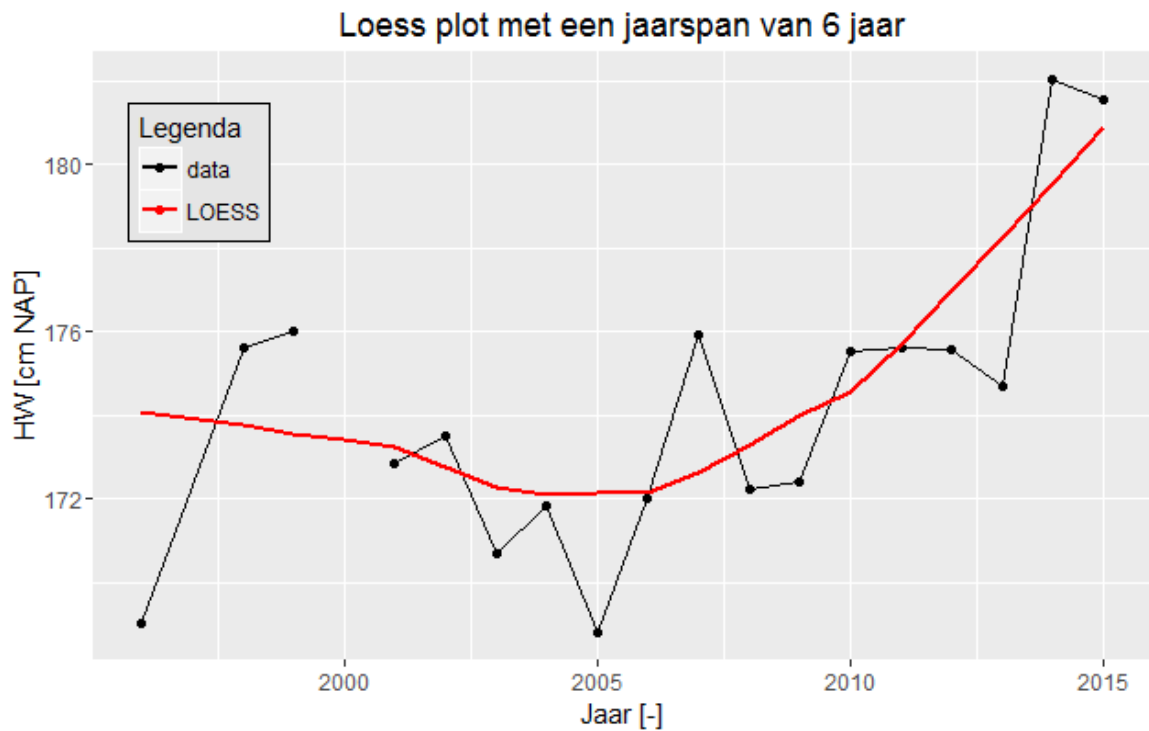
## Bijlage A Figuren Dynamiek Waterbeweging

### Bijlage A.1 Jaargemiddeld Hoogwater

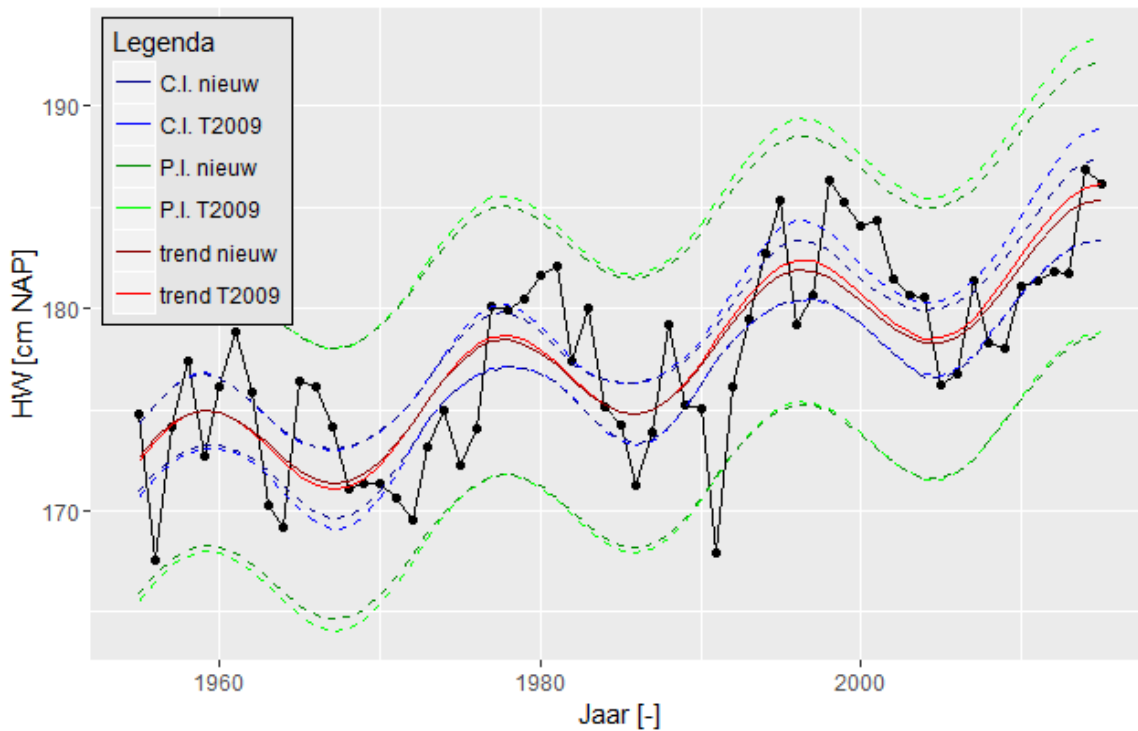
Buiten het estuarium en monding



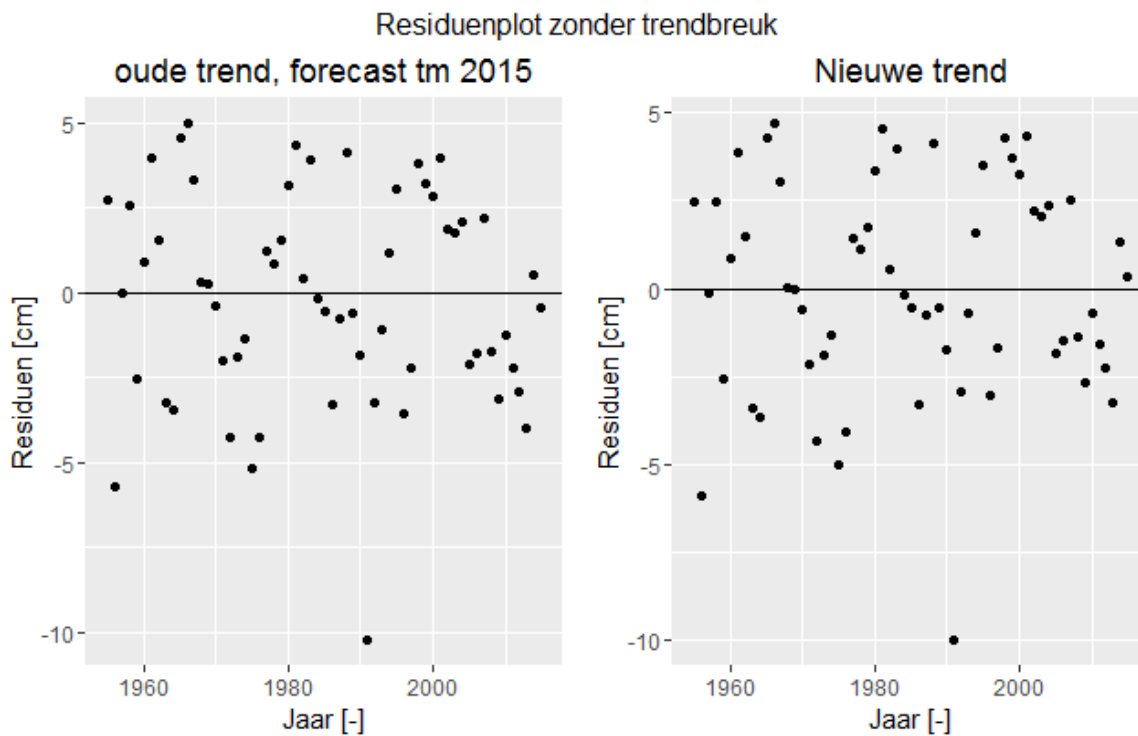
Figuur A-1: Datapunten van jaargemiddelde hoogwaterstanden voor Euro Platform voor de periode 1983-2015 en een LOESS filter met spanwijdte van 6 jaar.



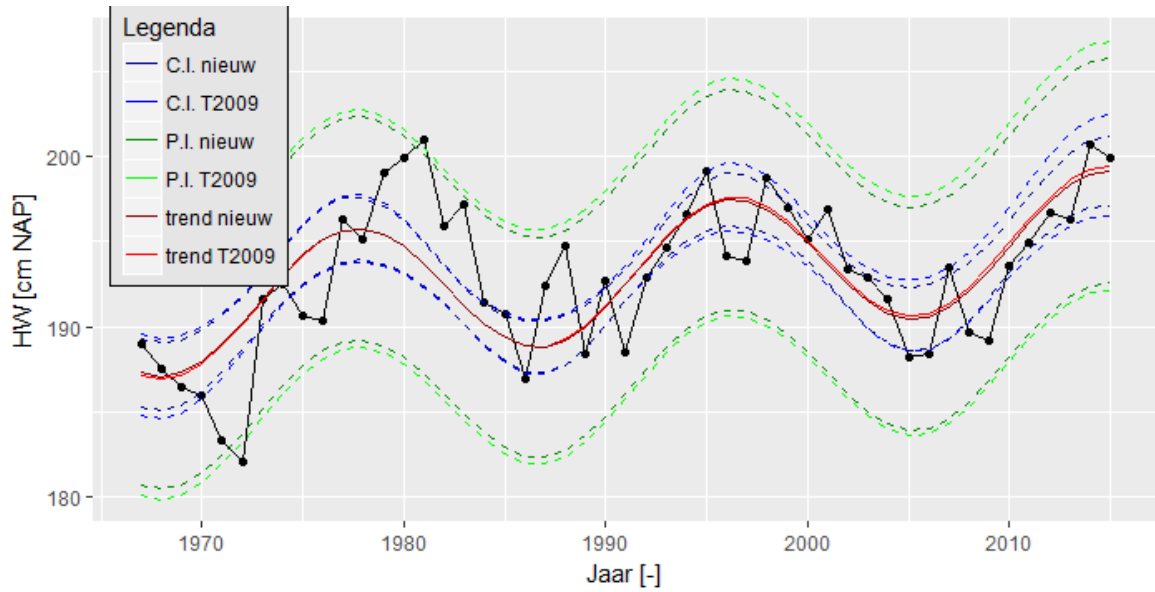
Figuur A-2: Datapunten van jaargemiddelde hoogwaterstanden voor Vlakte van de Raan voor de periode van 1996-2015 en een LOESS filter met spanwijdte van 6 jaar.



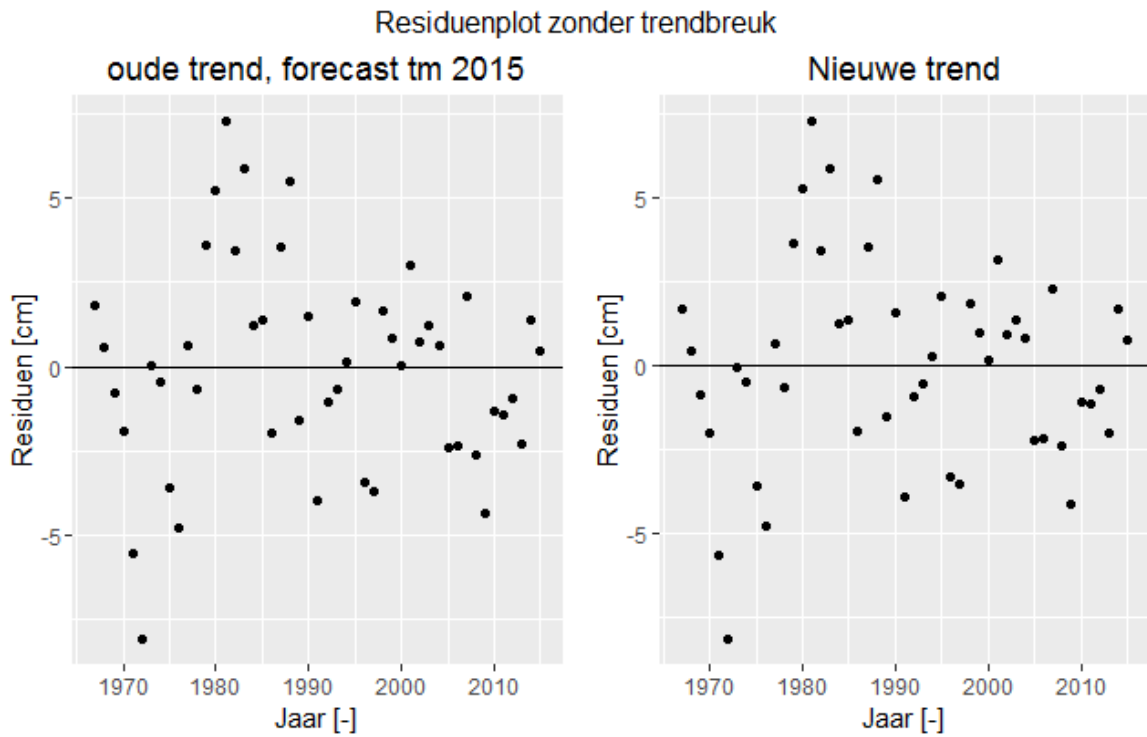
Figuur A-3: Resultaten trendanalyse jaargemiddelde hoogwaterstanden Westkapelle met de trends t/m 2009 en 2015 voor de periode 1955-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen.



Figuur A-4: Residuen trendanalyse T2009 met een forecast t/m 2015 en de nieuwe trend t/m 2015 voor Westkapelle (in T2009 is geen trendbreuk opgelegd).

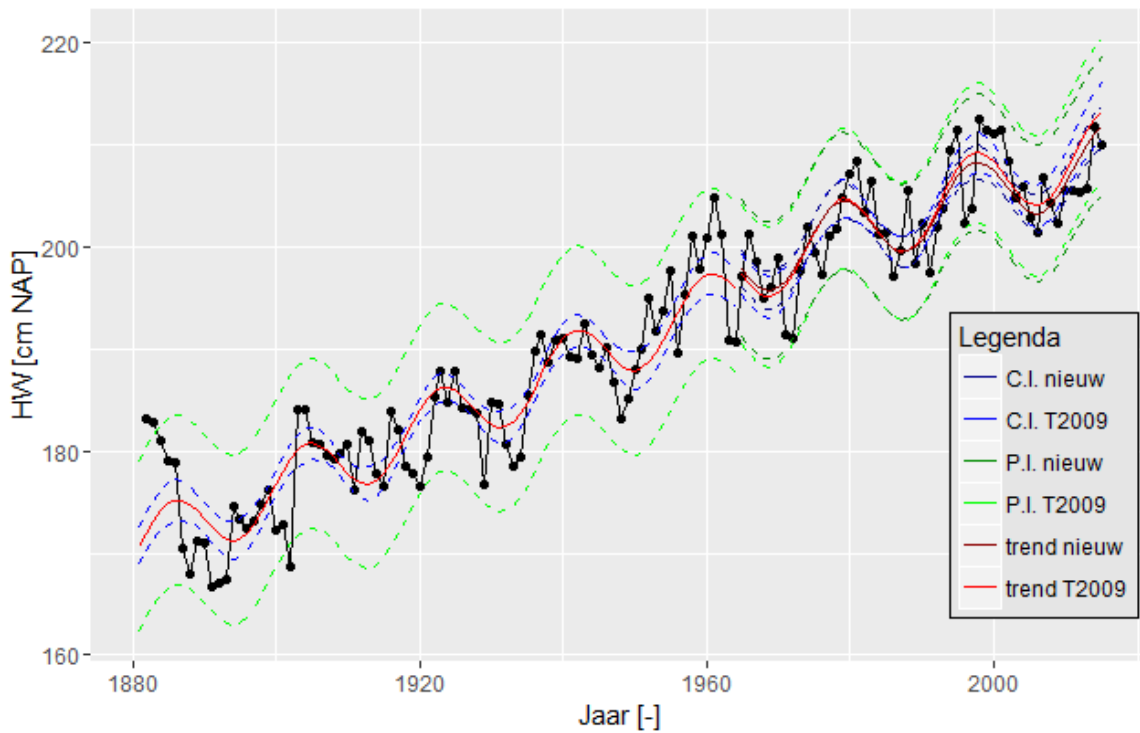


Figuur A-5: Resultaten trendanalyse jaargemiddelde hoogwaterstanden Cadzand met de trends t/m 2009 en 2015 voor de periode 1967-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen.

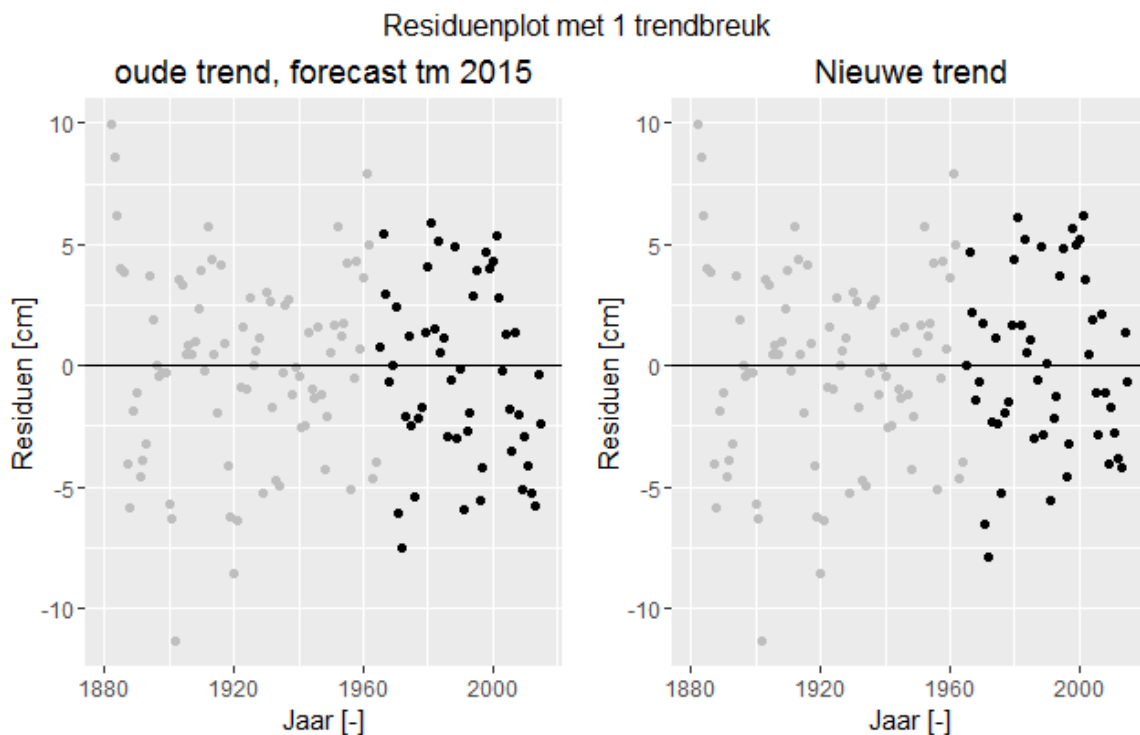


Figuur A-6: Residuen trendanalyse T2009 met een forecast t/m 2015 en de nieuwe trend t/m 2015 voor Cadzand (in T2009 is geen trendbreuk opgelegd).

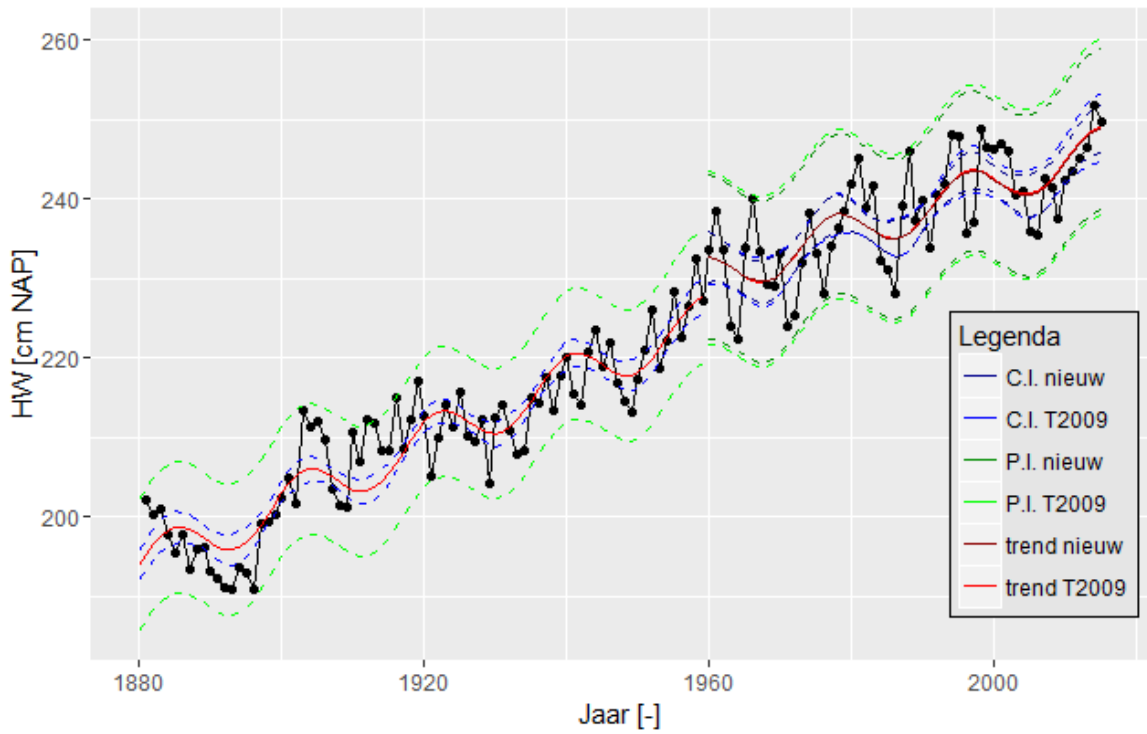
Westerschelde



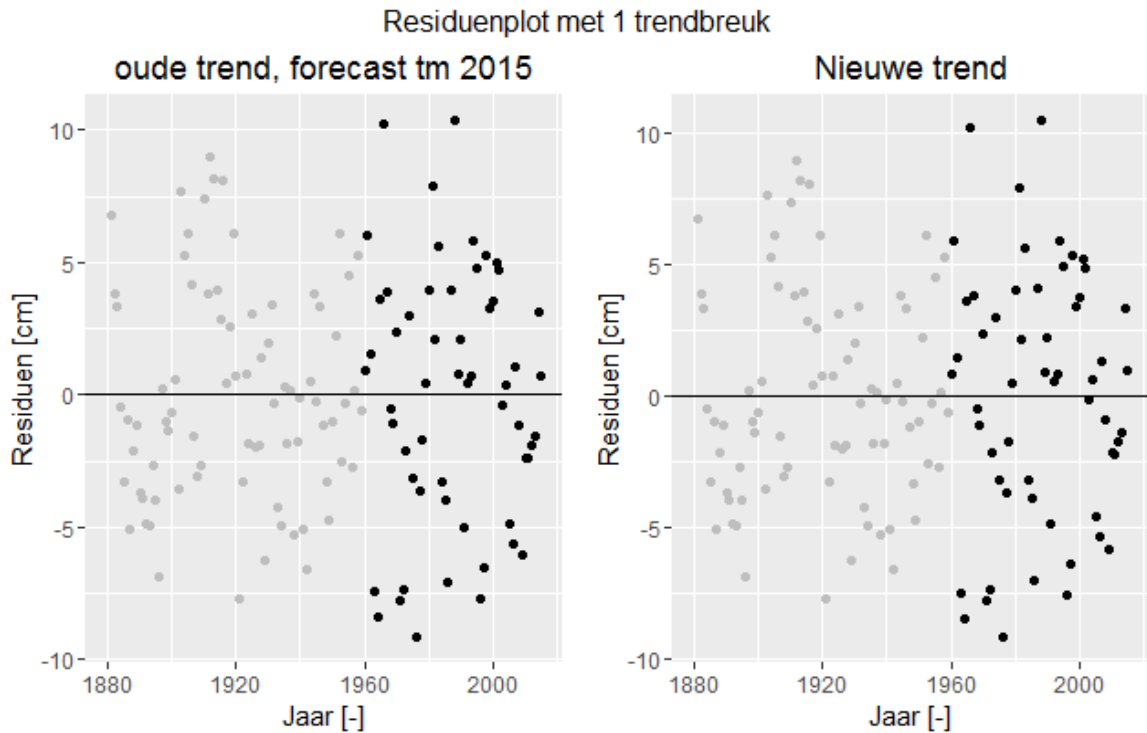
Figuur A-7: Resultaten trendanalyse jaargemiddelde hoogwaterstanden Vlissingen met de trends t/m 2009 en 2015 voor de periode 1881-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen. Trendbreuk: jaar 1965.



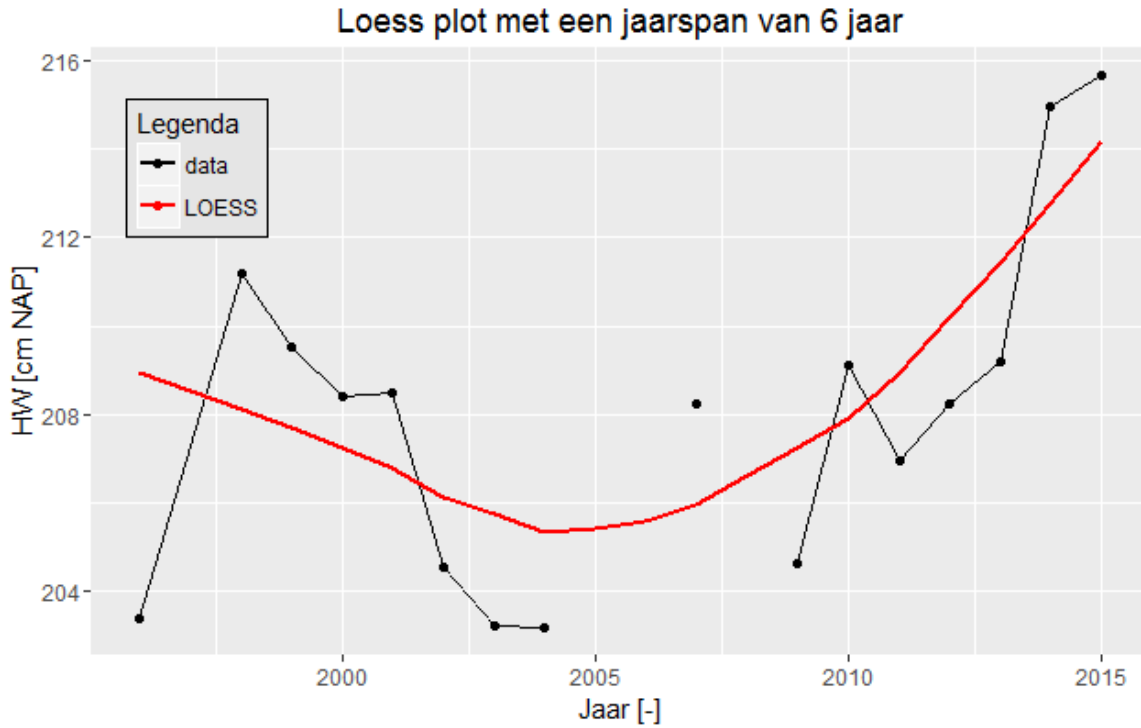
Figuur A-8: Residuen trendanalyse T2009 met een forecast t/m 2015 en de nieuwe trend t/m 2015 voor Vlissingen (trendbreuk: jaar 1965).



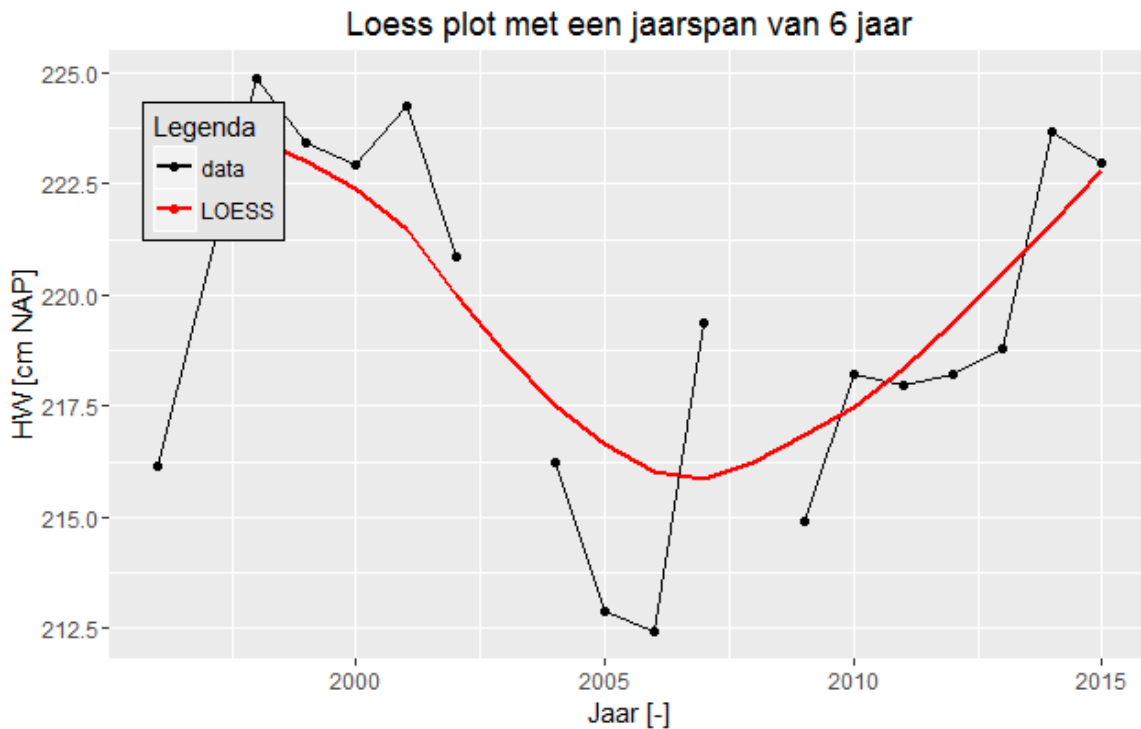
Figuur A-9: Resultaten trendanalyse jaargemiddelde hoogwaterstanden Hansweert met de trends t/m 2009 en 2015 voor de periode 1881-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen. Trendbreuk: jaar 1960



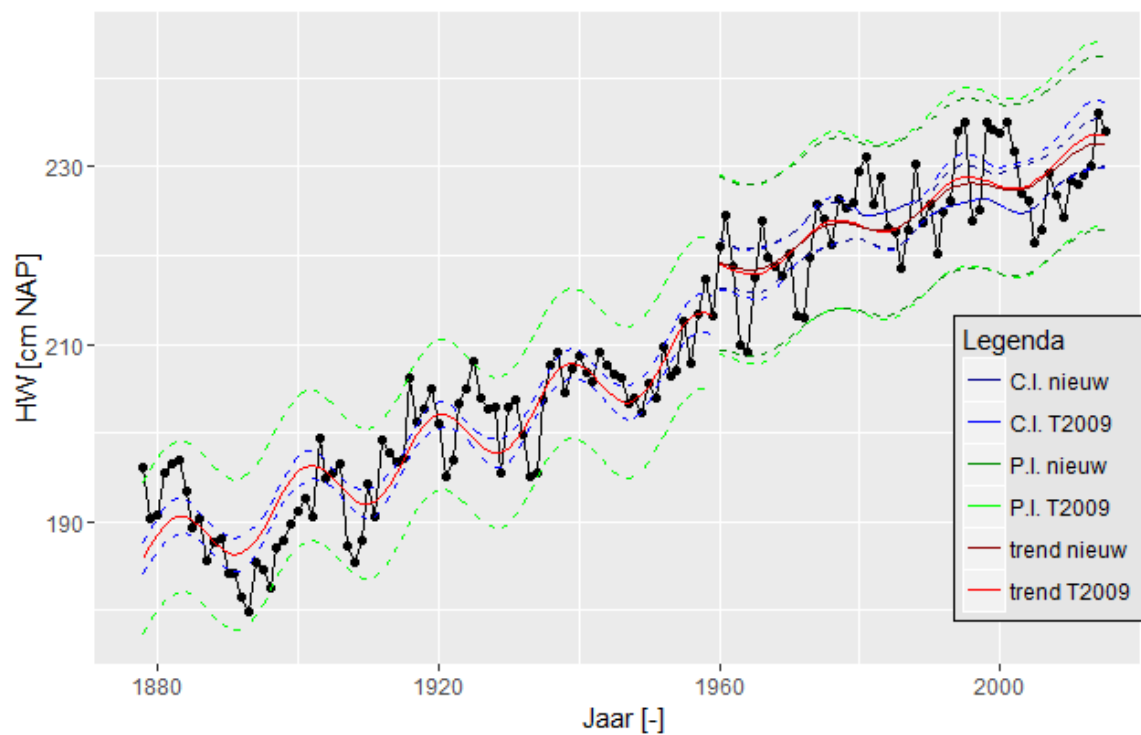
Figuur A-10: Residuen trendanalyse T2009 met een forecast t/m 2015 en de nieuwe trend t/m 2015 voor Hansweert (trendbreuk: jaar 1960).



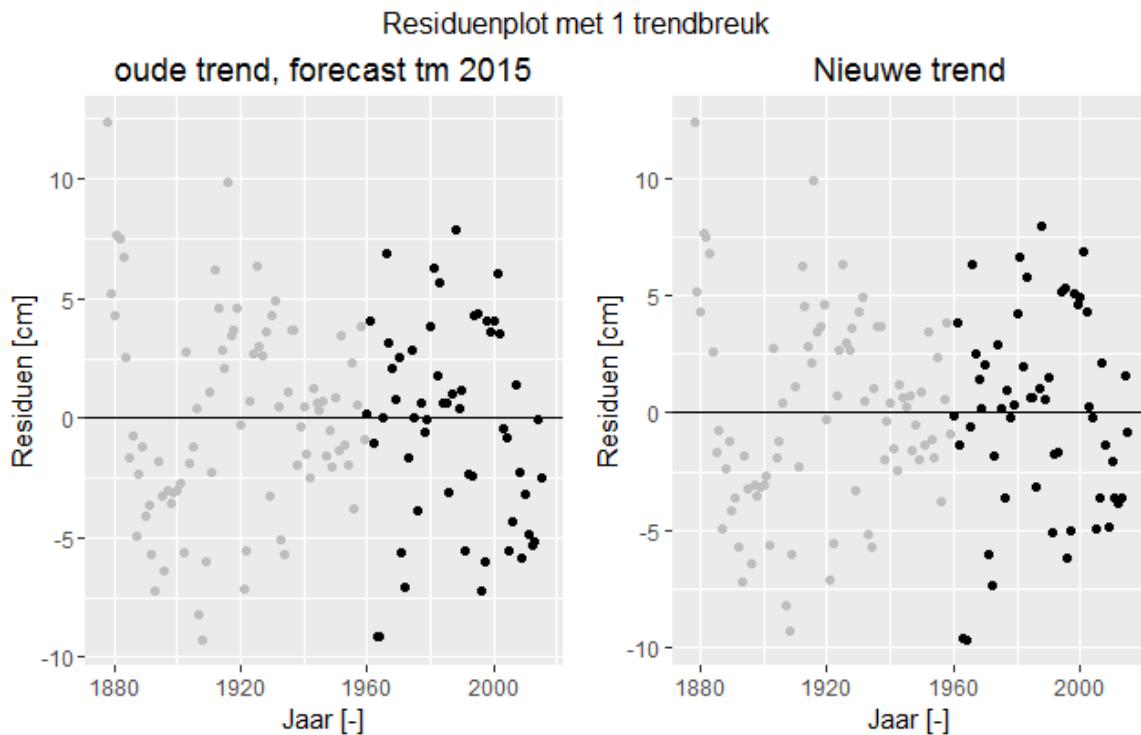
Figuur A-11: Datapunten van jaargemiddelde hoogwaterstanden voor Breskens Veerhaven voor de periode van 1996-2015 en een LOESS filter met spanwijdte van 6 jaar.



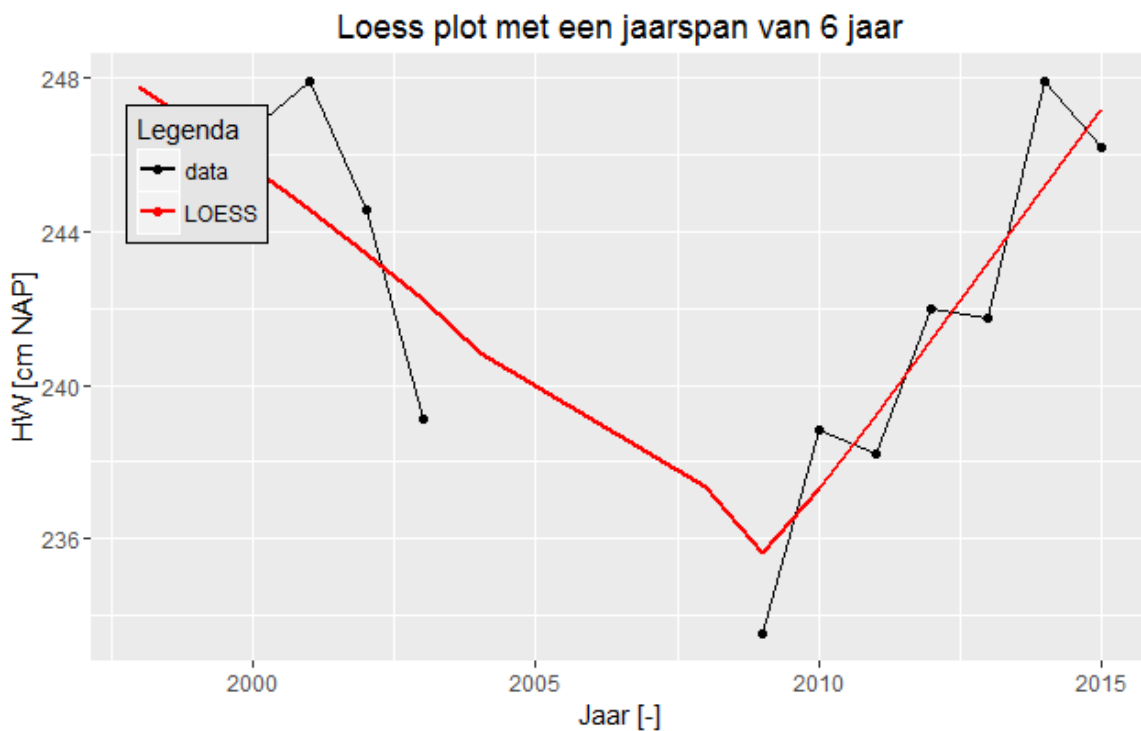
Figuur A-12: Datapunten van jaargemiddelde hoogwaterstanden voor Gat van Borssele voor de periode van 1996-2015 en een LOESS filter met spanwijdte van 6 jaar.



Figuur A-13: Resultaten trendanalyse jaargemiddelde hoogwaterstanden Terneuzen met de trends  $t/m$  2009 en 2015 voor de periode 1878-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen. Trendbreuk: jaar 1960.

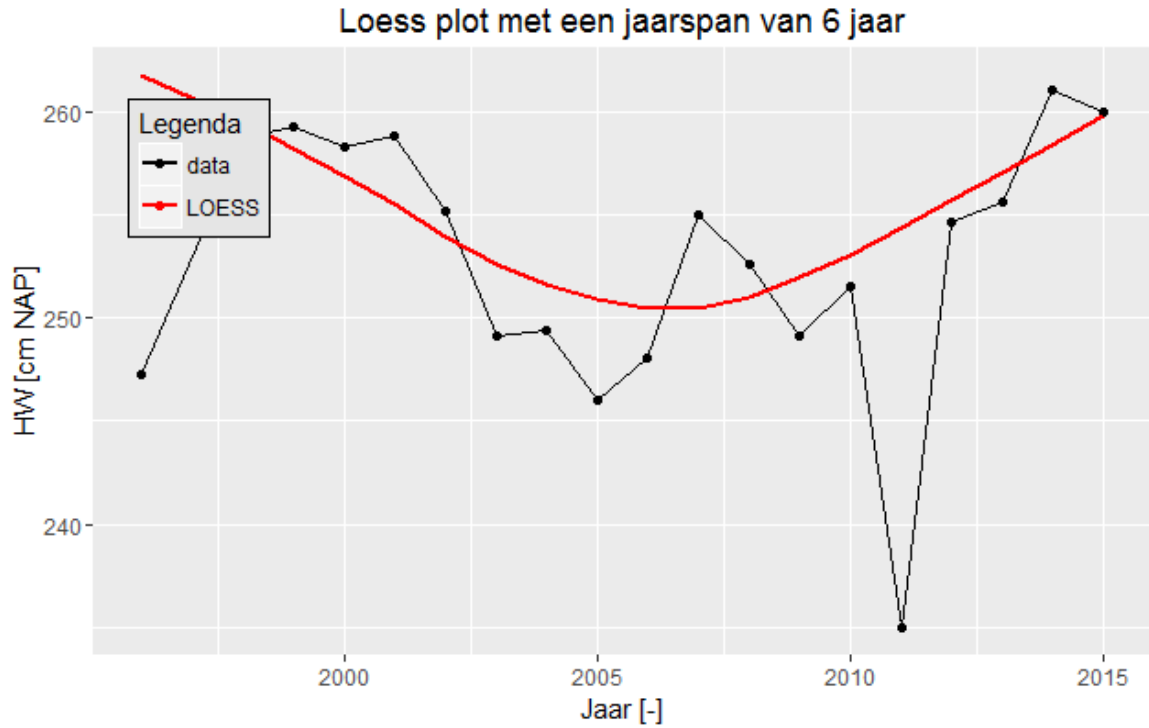


Figuur A-14: Residuen trendanalyse T2009 met een forecast t/m 2015 en de nieuwe trend t/m 2015 voor Terneuzen (trendbreuk: jaar 1960).

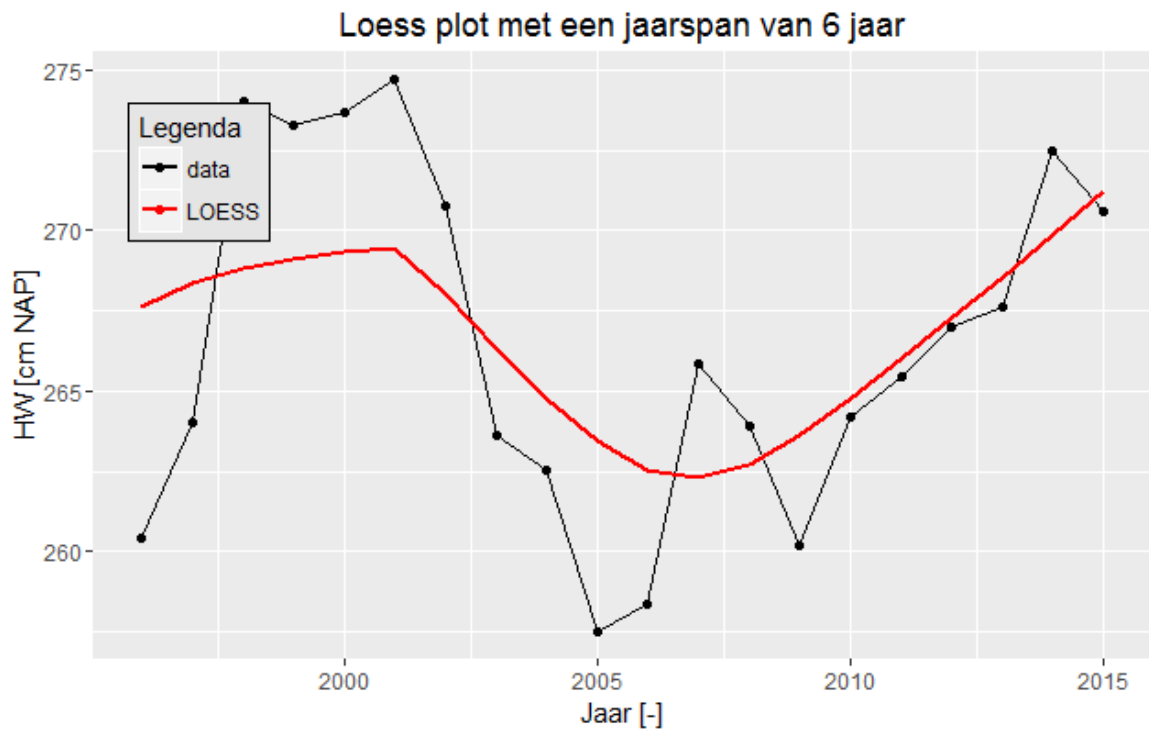


Figuur A-15: Datapunten van jaargemiddelde hoogwaterstanden voor Overloop van Hansweert voor de periode van 1997-2015 en een LOESS filter met spanwijdte van 6 jaar .

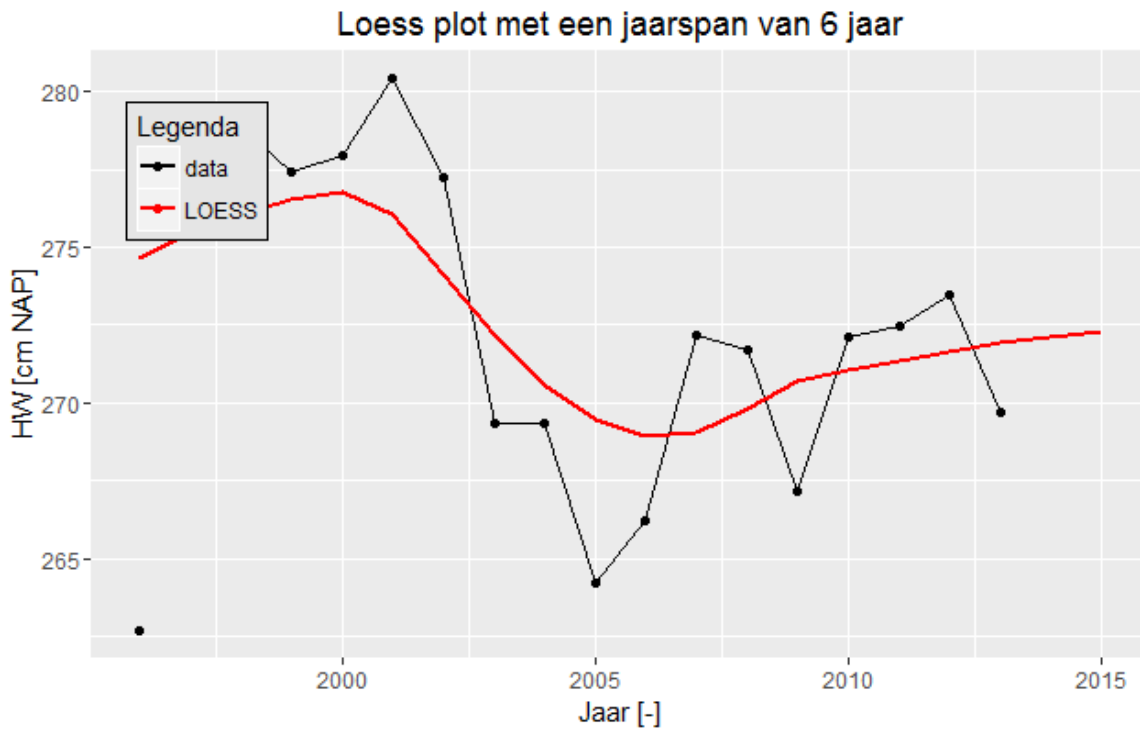




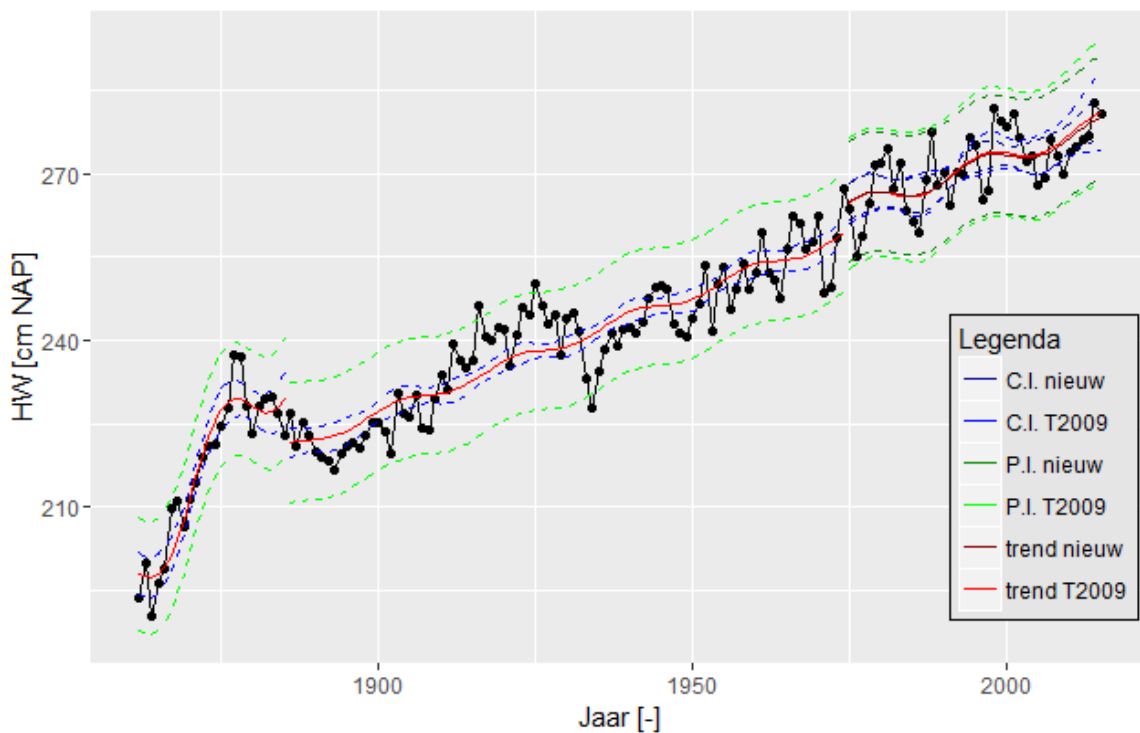
Figuur A-16: Datapunten van jaargemiddelde hoogwaterstanden voor Walsoorden voor de periode van 1996-2015 en een LOESS filter met spanwijdte van 6 jaar.



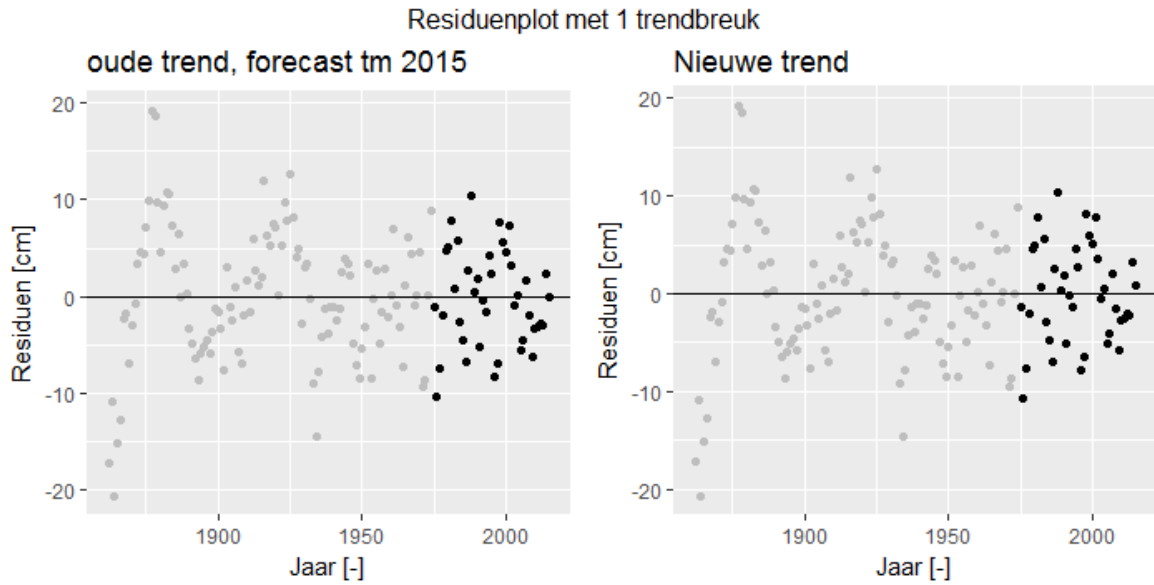
Figuur A-17: Datapunten van jaargemiddelde hoogwaterstanden voor Baalhoek voor de periode van 1996-2015 en een LOESS filter met spanwijdte van 6 jaar.



Figuur A-18: Datapunten van jaargemiddelde hoogwaterstanden voor Schaar van de Noord voor de periode van 1996-2015 en een LOESS filter met spanwijdte van 6 jaar.

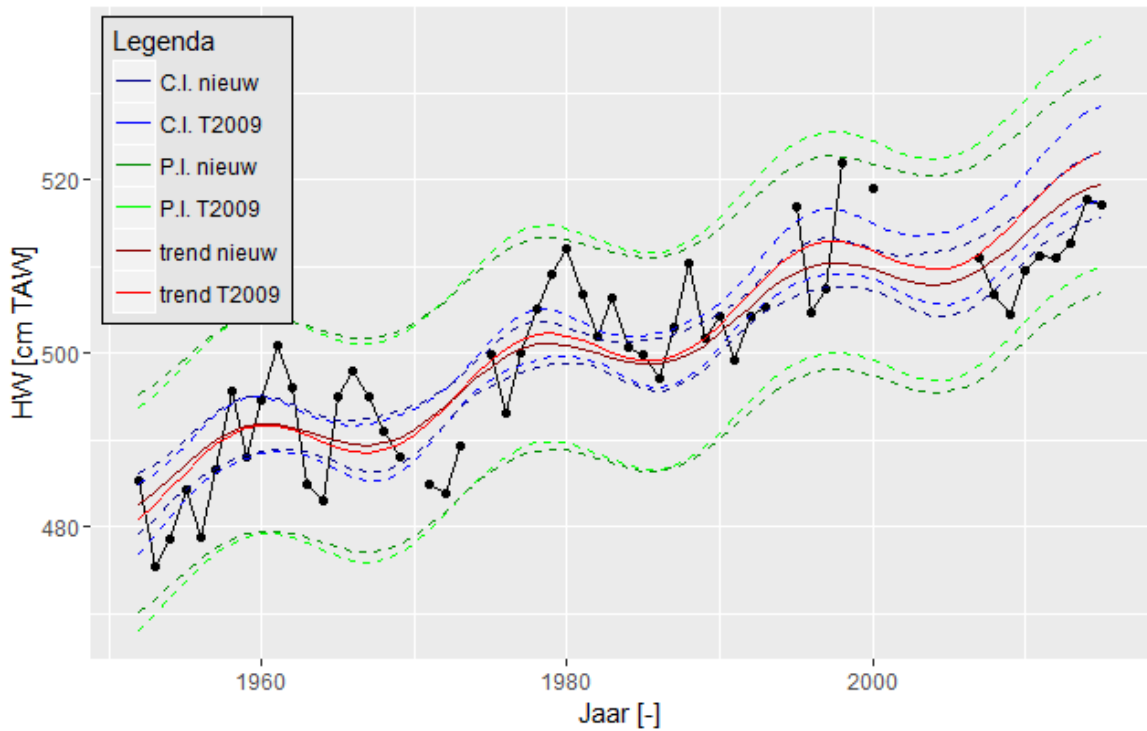


Figuur A-19: Resultaten trendanalyse jaargemiddelde hoogwaterstanden Bath met de trends t/m 2009 en 2015 voor de periode 1862-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen. Trendbreuk: jaar 1975.

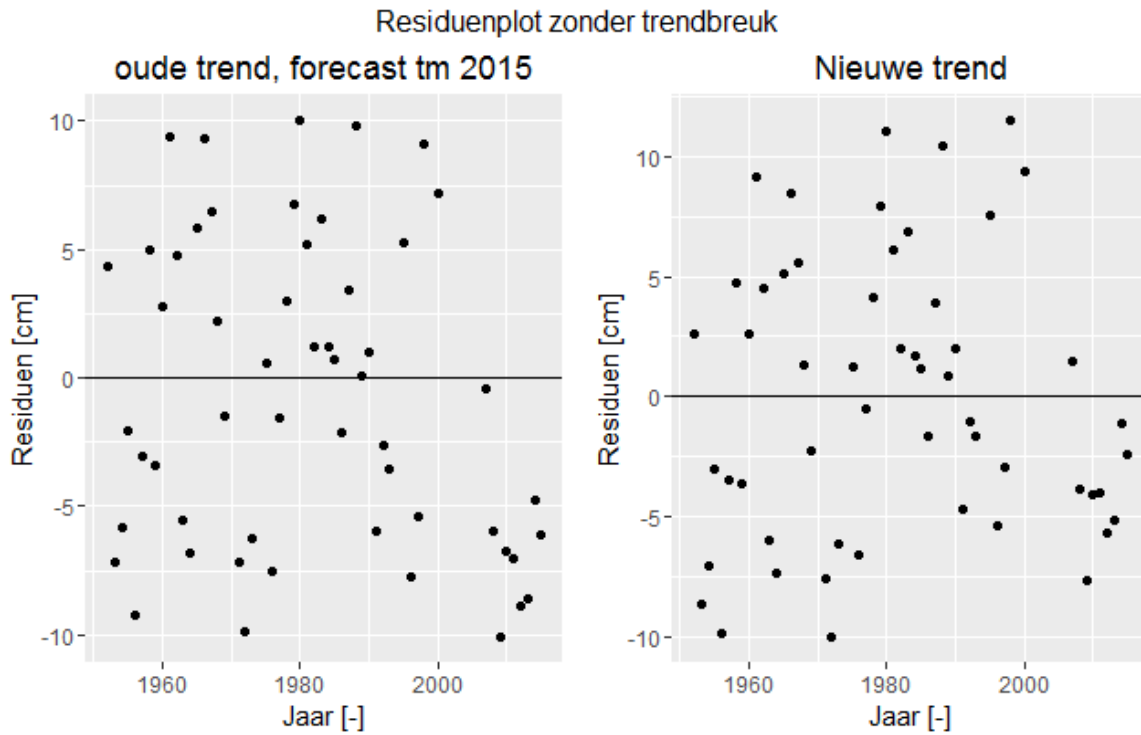


Figuur A-20: Residuen trendanalyse T2009 met een forecast t/m 2015 en de nieuwe trend t/m 2015 voor Bath (trendbreuk: jaar 1975).

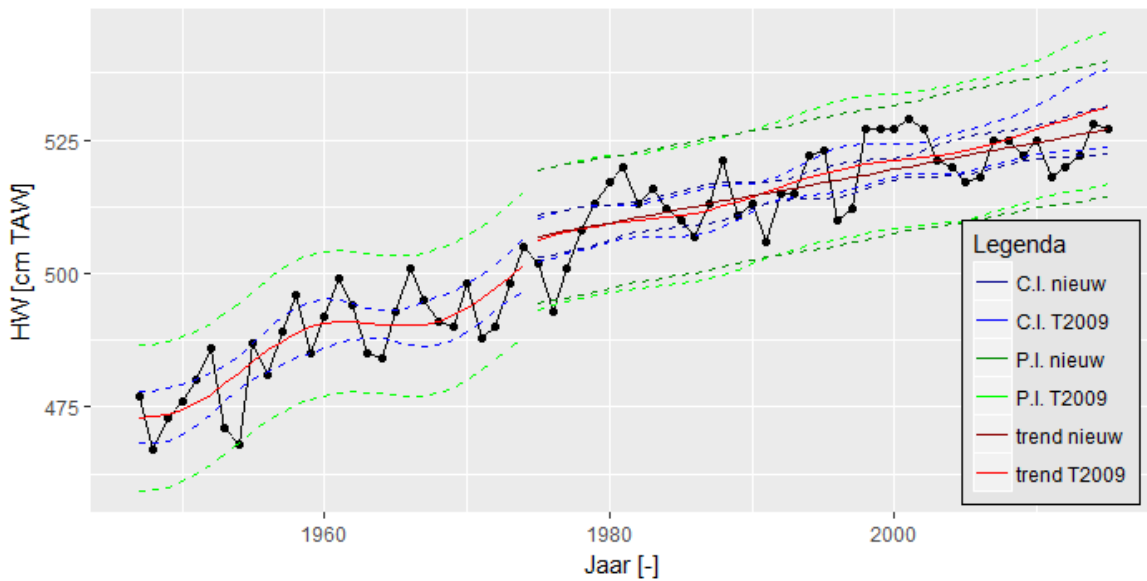
Zeeschelde



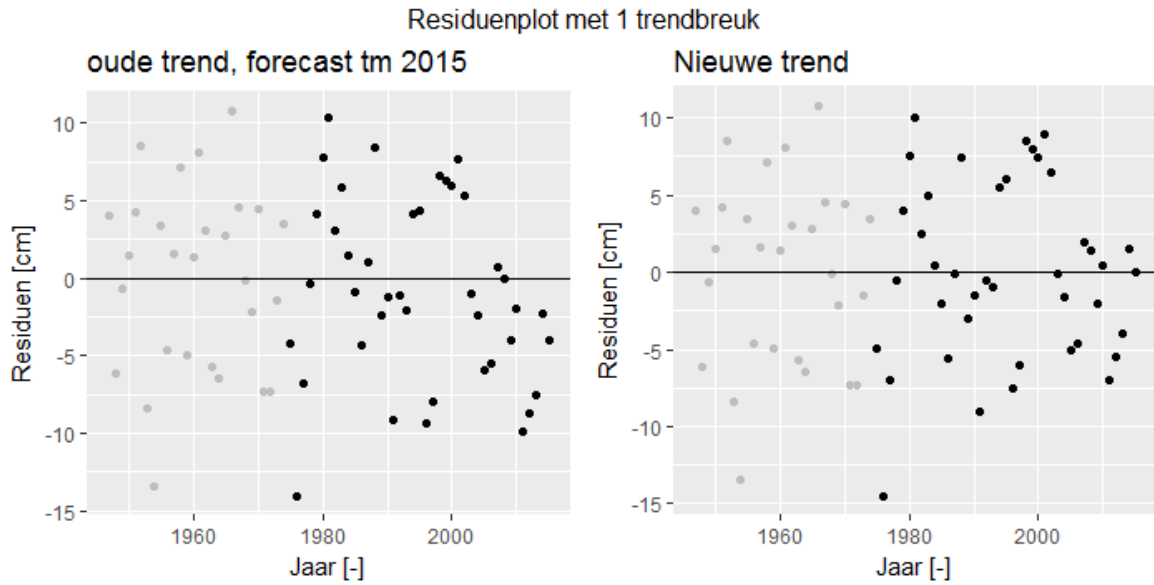
Figuur A-21: Resultaten trendanalyse jaargemiddelde hoogwaterstanden Prosperpolder met de trends t/m 2009 en 2015 voor de periode 1952-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen.



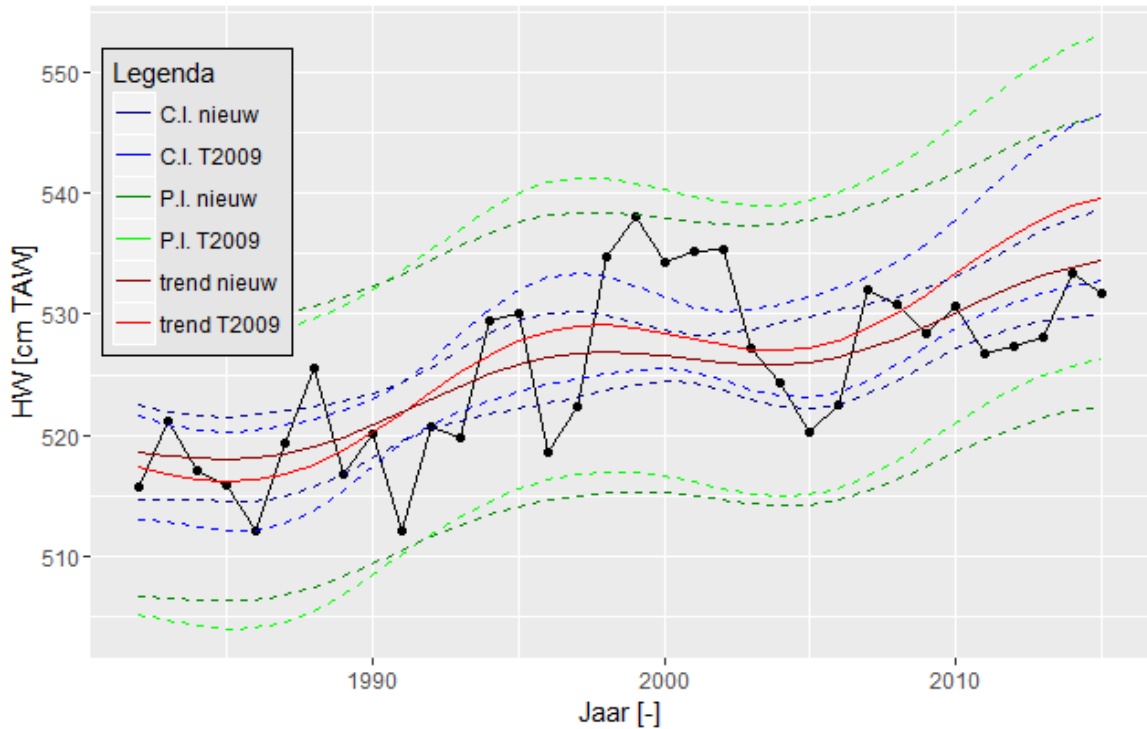
Figuur A-22: Residuen trendanalyse T2009 met een forecast t/m 2015 en de nieuwe trend t/m 2015 voor Prosperpolder.



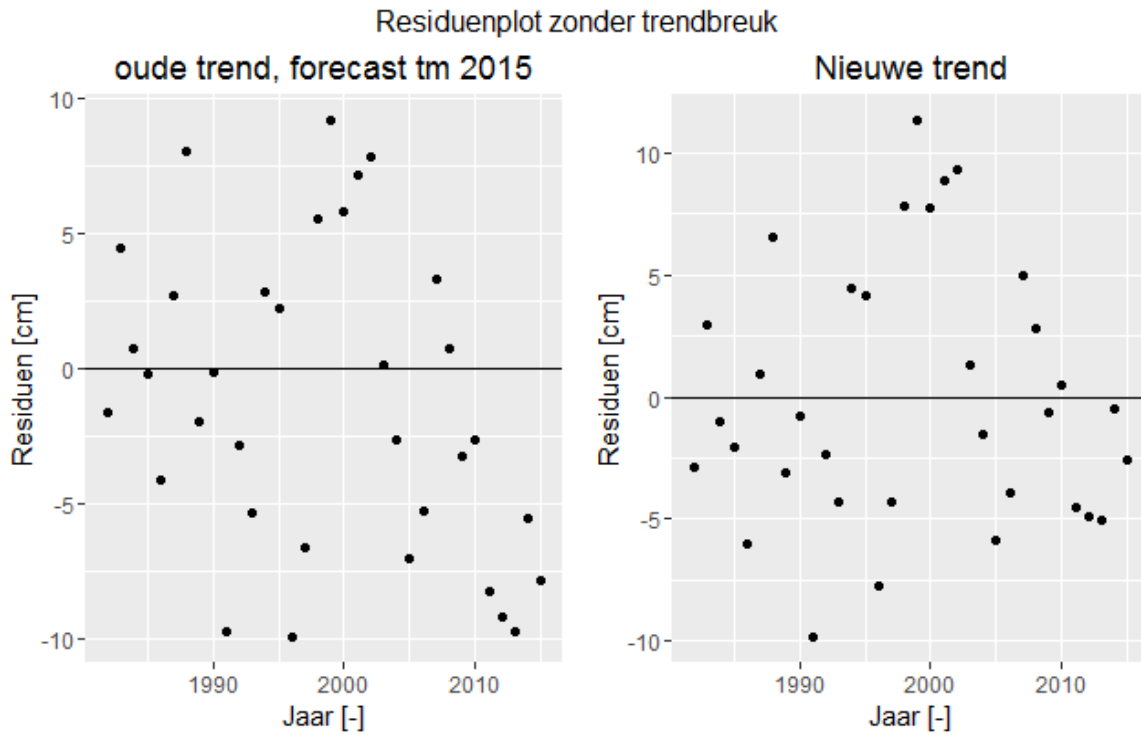
Figuur A-23: Resultaten trendanalyse jaargemiddelde hoogwaterstanden Liefkenshoek met de trends t/m 2009 en 2015 voor de periode 1947-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen. Trendbreuk: jaar 1975.



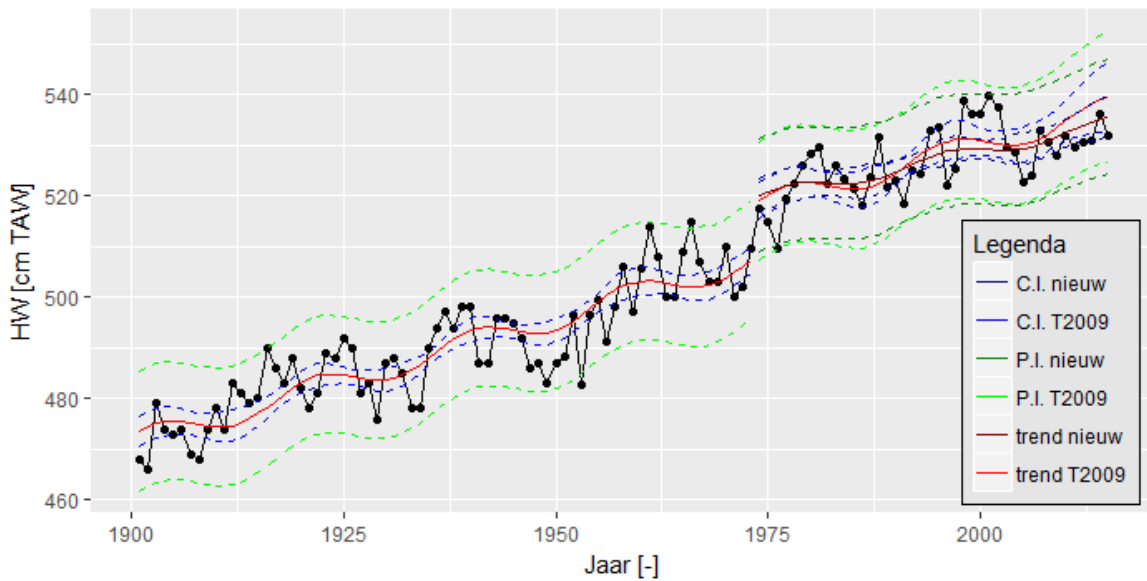
Figuur A-24: Residuen trendanalyse T2009 met een forecast t/m 2015 en de nieuwe trend t/m 2015 voor Liefkenshoek (trendbreuk: jaar 1975).



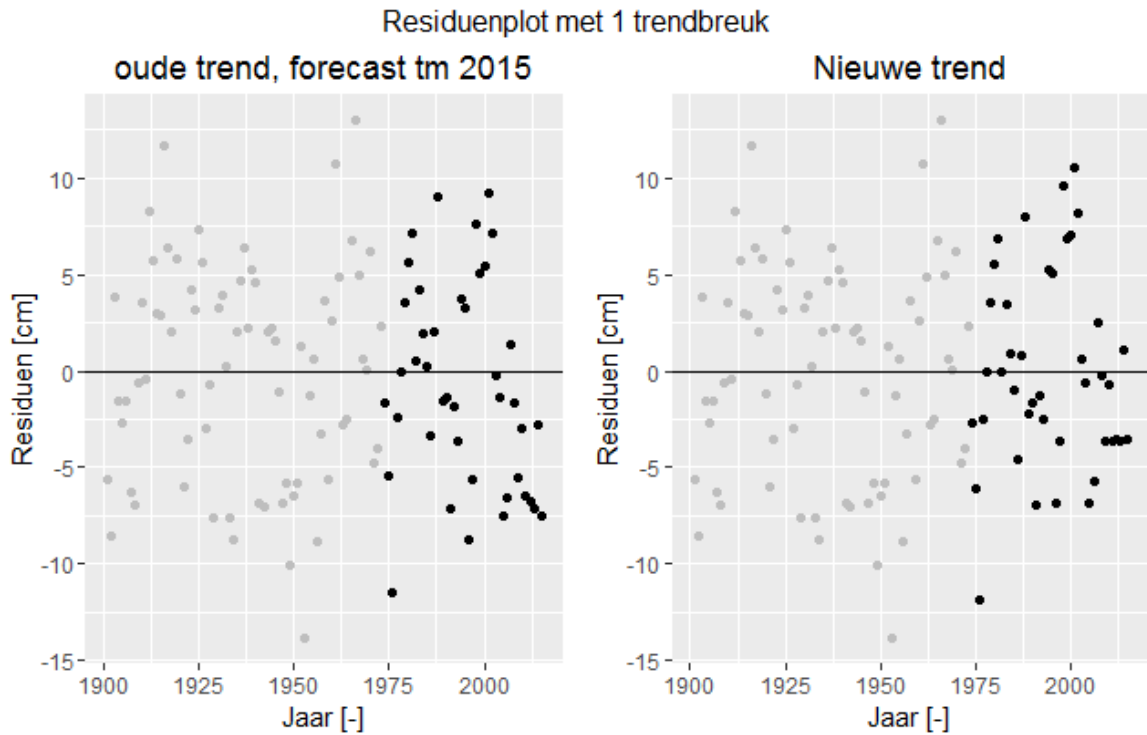
Figuur A-25: Resultaten trendanalyse jaargemiddelde hoogwaterstanden Kallosluis met de trends t/m 2009 en 2015 voor de periode 1982-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen.



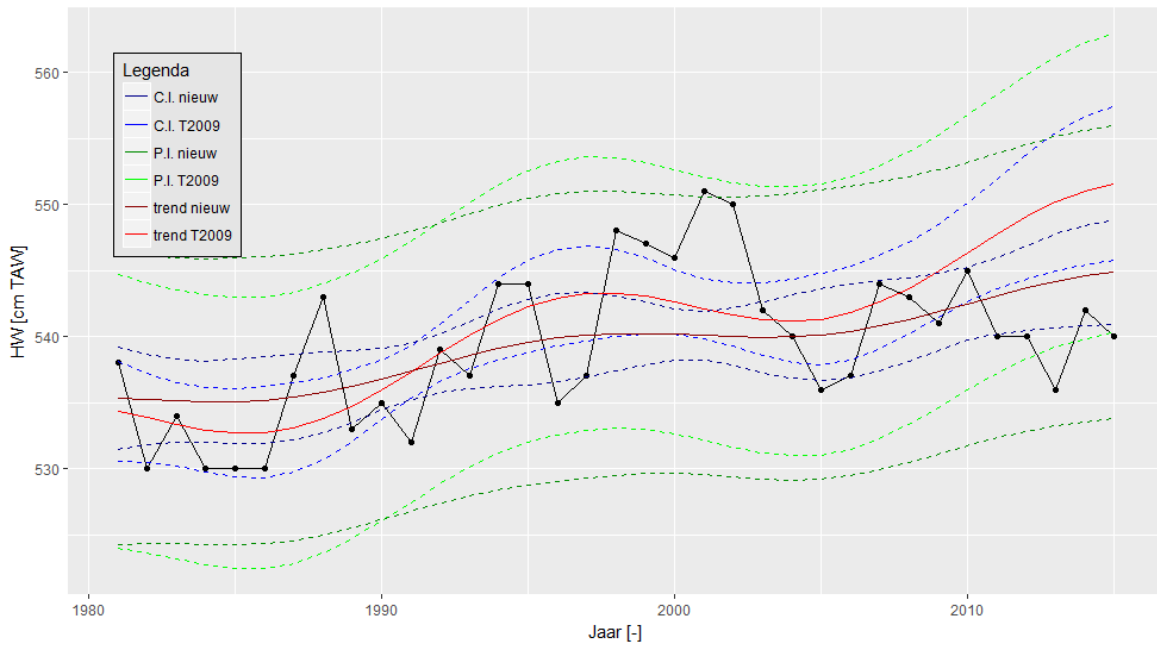
Figuur A-26: Residuen trendanalyse T2009 met een forecast t/m 2015 en de nieuwe trend t/m 2015 voor Kallosluis.



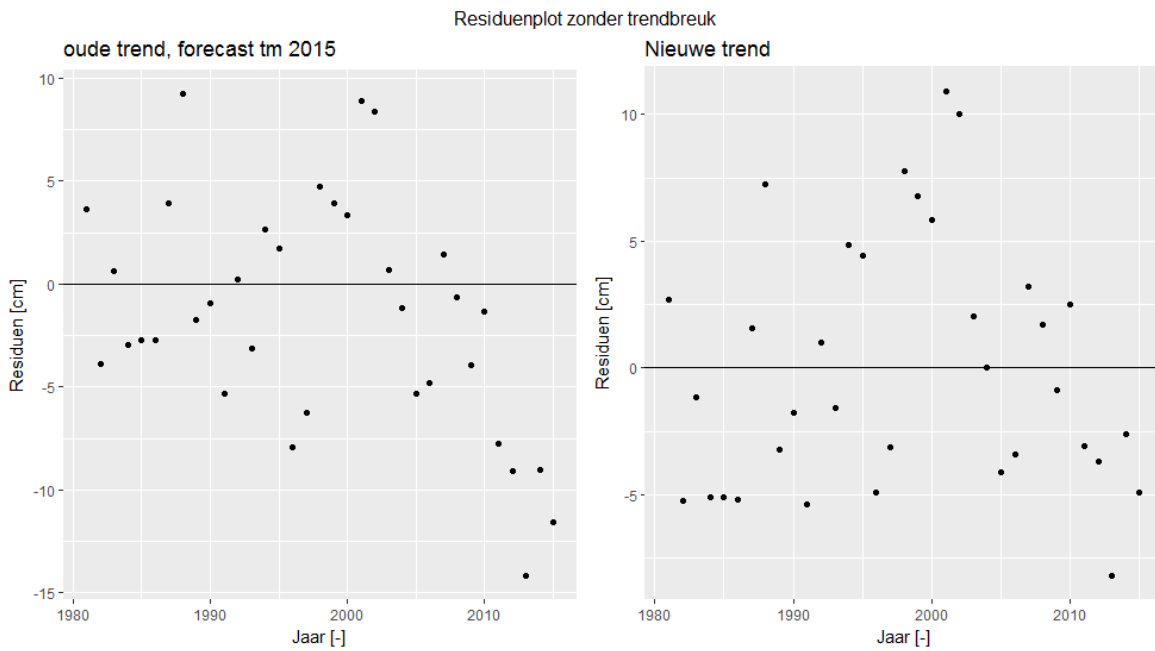
Figuur A-27: Resultaten trendanalyse jaargemiddelde hoogwaterstanden Antwerpen met de trends t/m 2009 en 2015 voor de periode 1901-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen. Trendbreuk: jaar 1974.



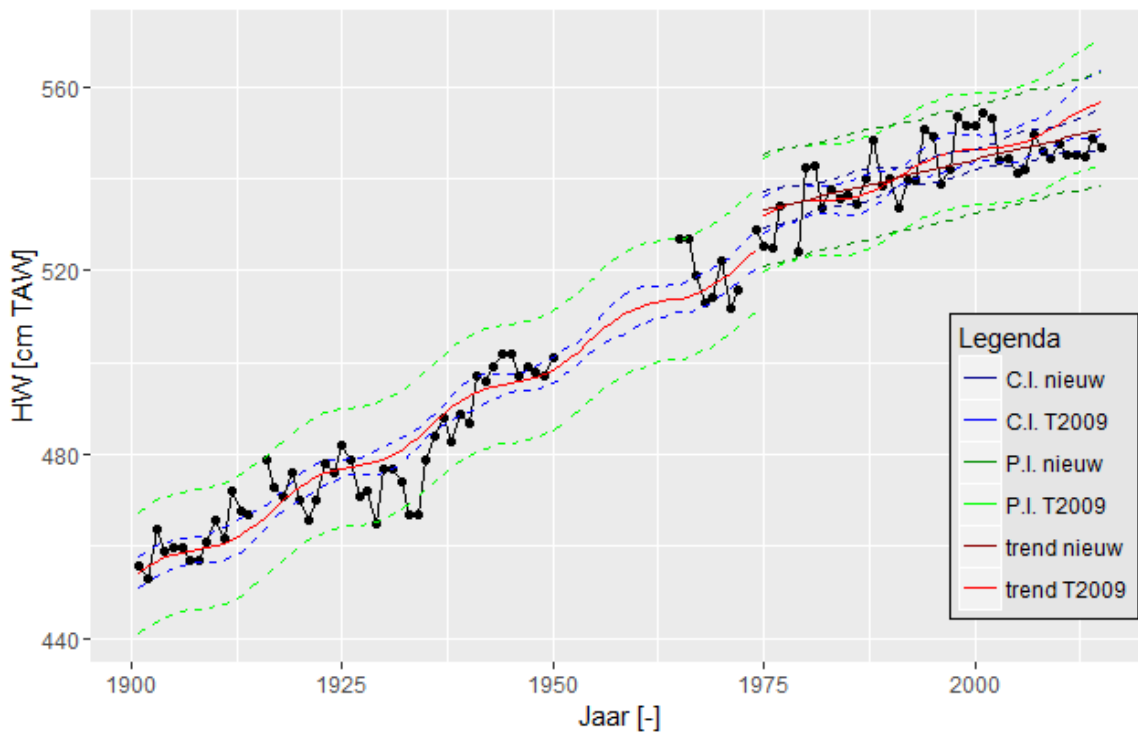
Figuur A-28: Residuen trendanalyse T2009 met een forecast t/m 2015 en de nieuwe trend t/m 2015 voor Antwerpen (trendbreuk: jaar 1974).



Figuur A-29: Resultaten trendanalyse jaargemiddelde hoogwaterstanden Hemiksem met de trends t/m 2009 en 2015 voor de periode 1981-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen.

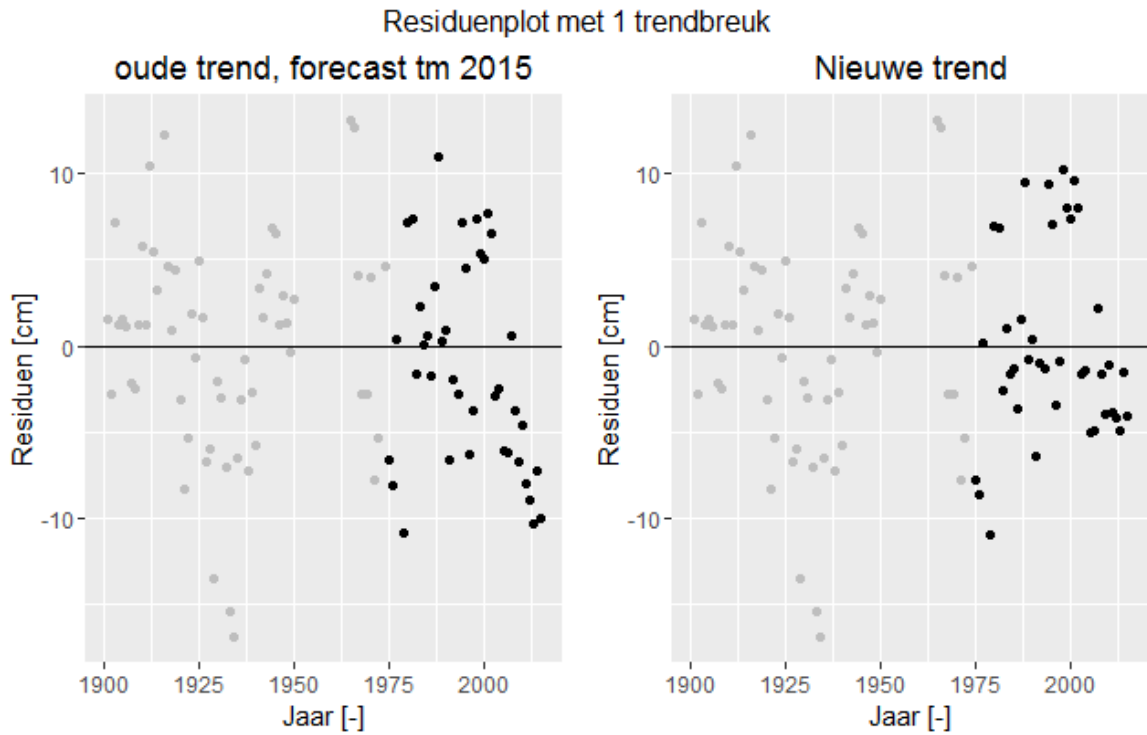


Figuur A-30: Residuen trendanalyse T2009 met een forecast t/m 2015 en de nieuwe trend t/m 2015 voor Hemiksem (trendbreuk: 1981, data 1940-1960 niet getoond).

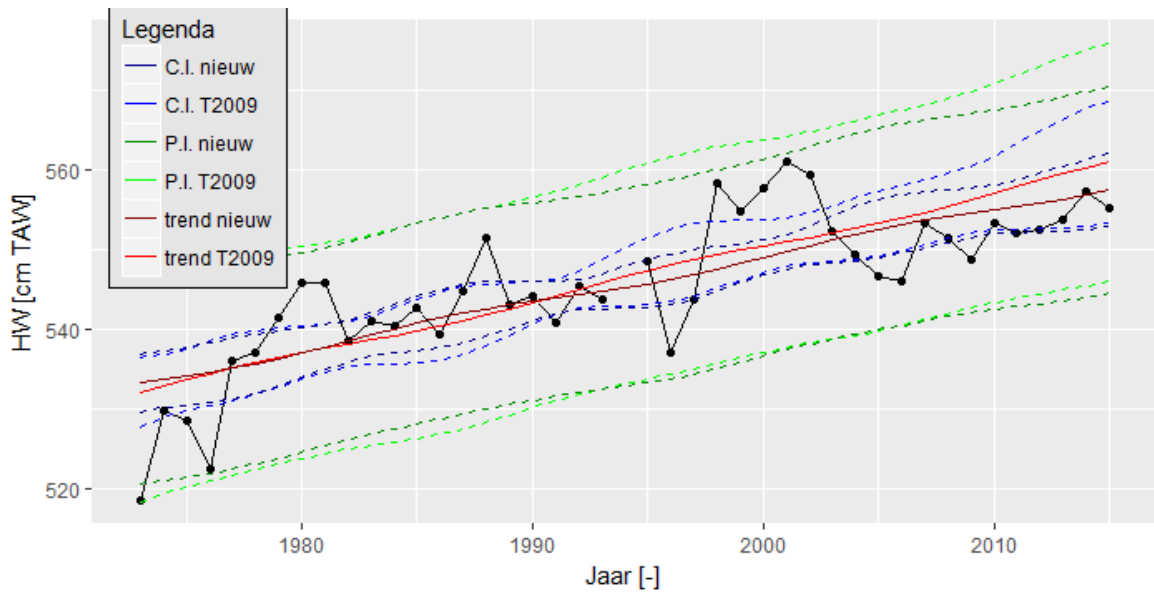


Figuur A-31: Resultaten trendanalyse jaargemiddelde hoogwaterstanden Schelle met de trends t/m 2009 en 2015 voor de periode 1901-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen. Trendbreuk: jaar 1975.

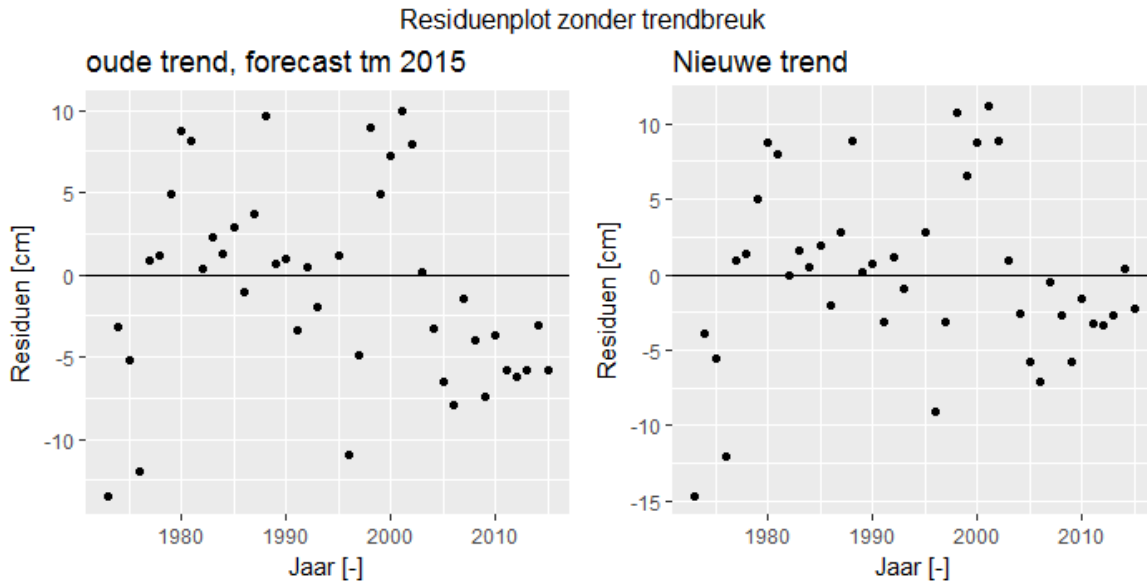




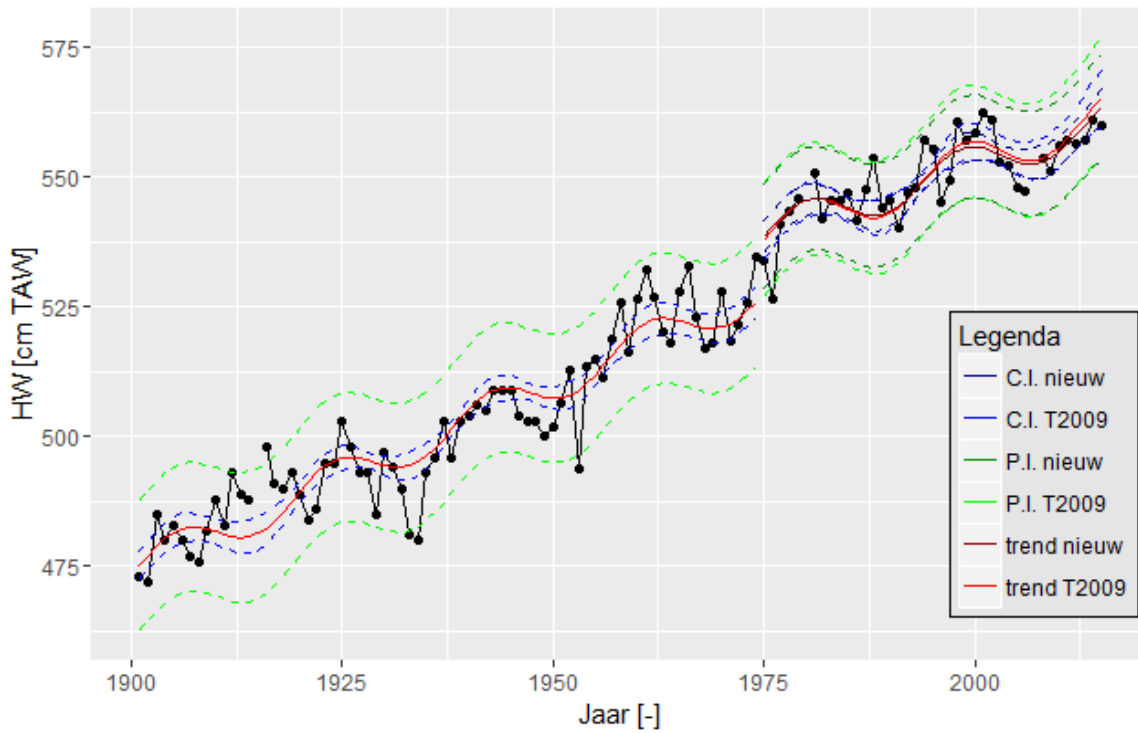
Figuur A-32: Residuen trendanalyse T2009 met een forecast t/m 2015 en de nieuwe trend t/m 2015 voor Schelle (trendbreuk: jaar 1975).



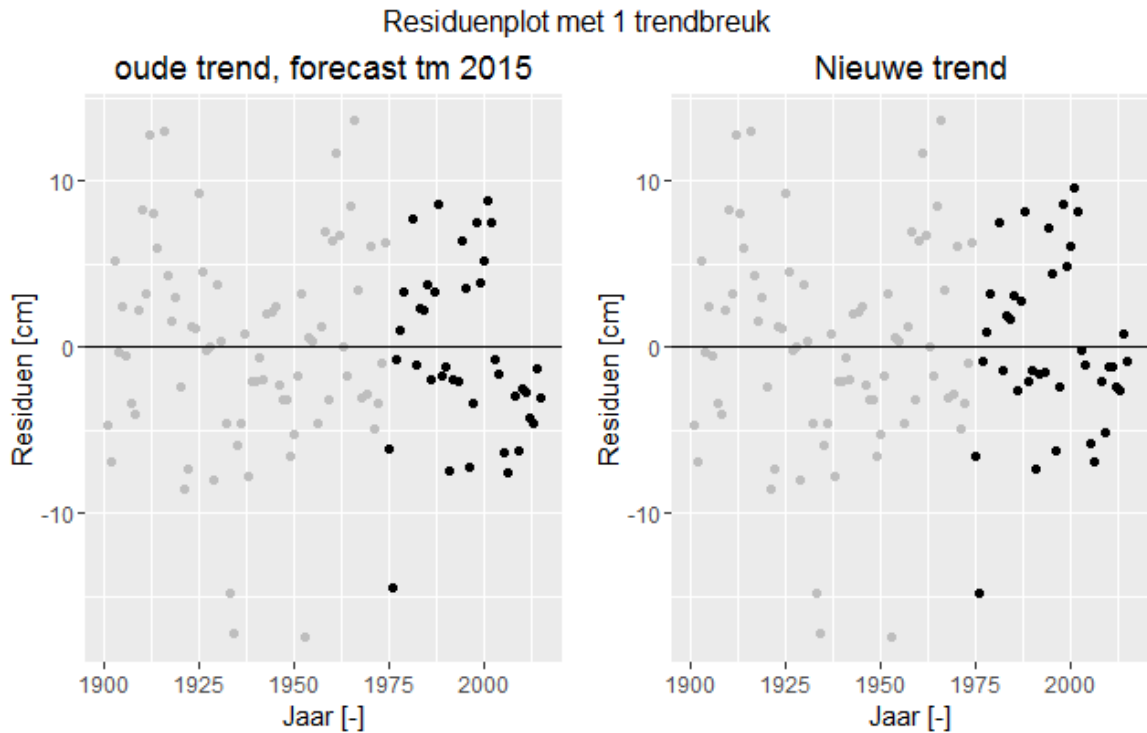
Figuur A-33: Resultaten trendanalyse jaargemiddelde hoogwaterstanden Boom met de trends t/m 2009 en 2015 voor de periode 1973-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen.



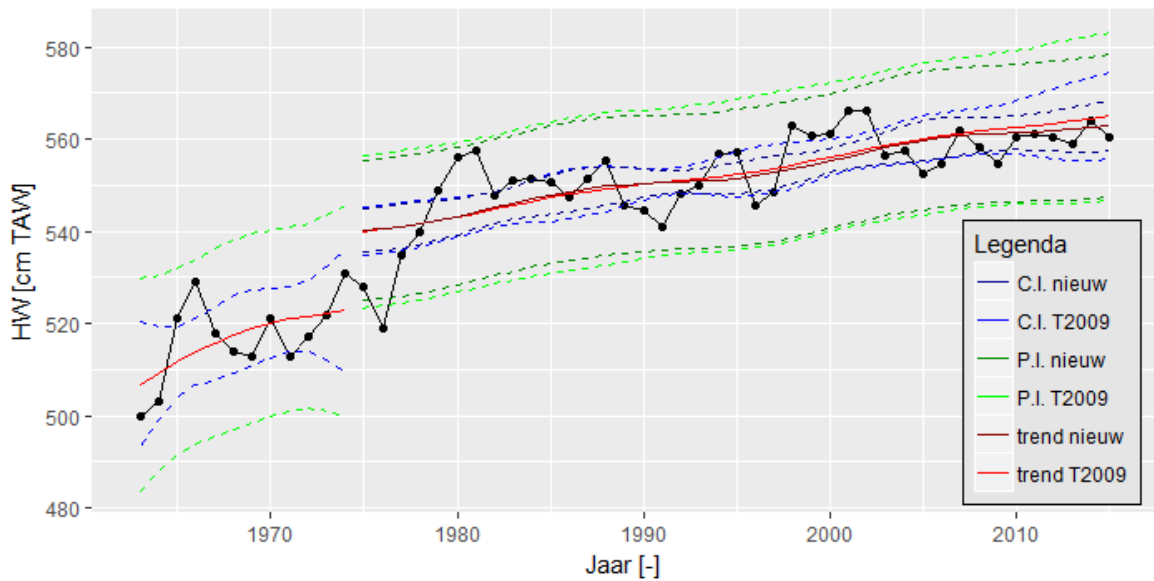
Figuur A-34: Residuen trendanalyse T2009 met een forecast t/m 2015 en de nieuwe trend t/m 2015 voor Boom.



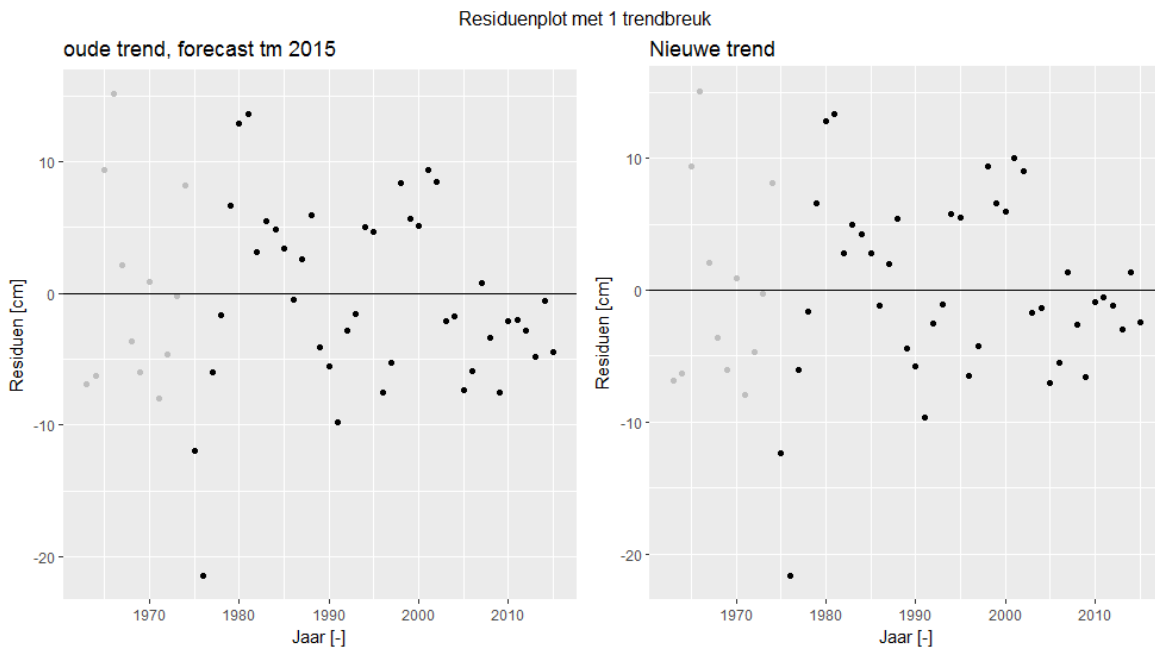
Figuur A-35: Resultaten trendanalyse jaargemiddelde hoogwaterstanden Walem met de trends t/m 2009 en 2015 voor de periode 1901-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen. Trendbreuk: jaar 1975.



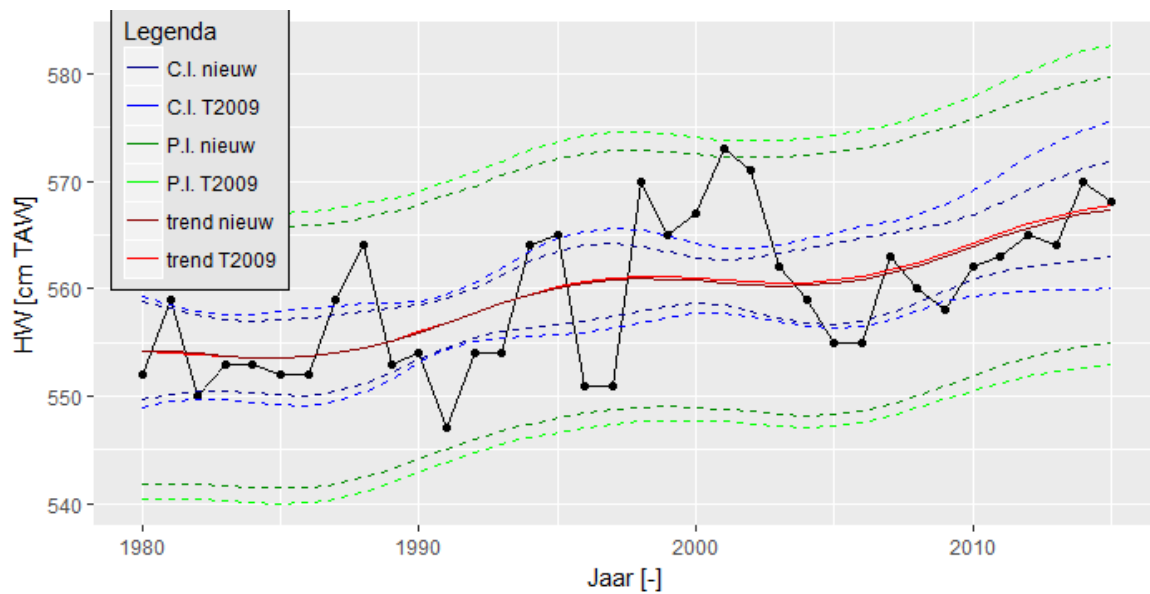
Figuur A-36: Residuen trendanalyse T2009 met een forecast t/m 2015 en de nieuwe trend t/m 2015 voor Walem (trendbreuk: jaar 1975).



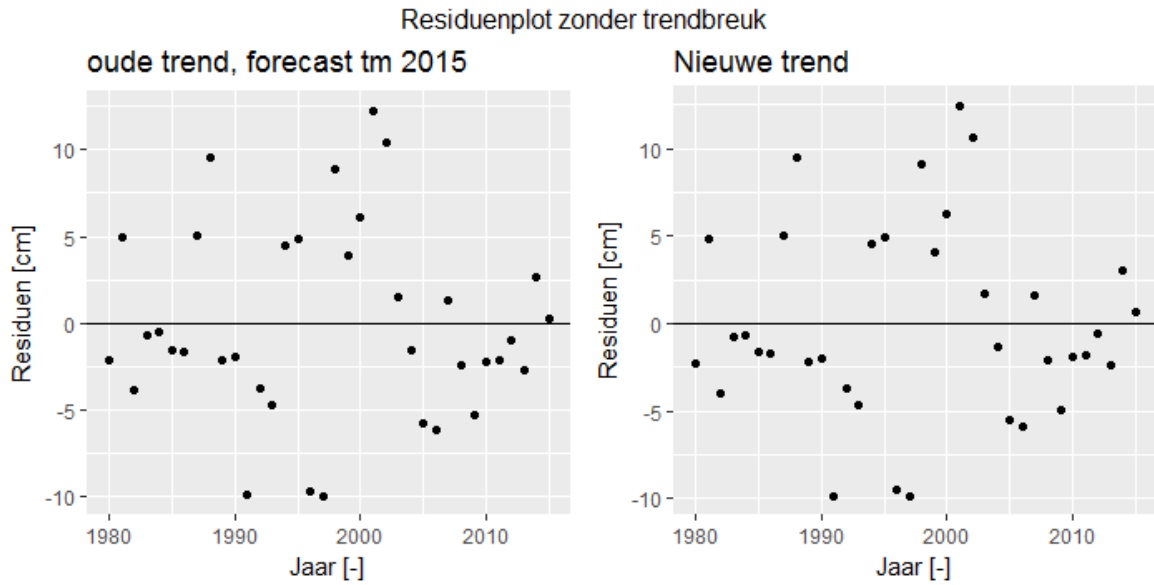
Figuur A-37: Resultaten trendanalyse jaargemiddelde hoogwaterstanden Duffel-Sluis met de trends t/m 2009 en 2015 voor de periode 1963-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen. Trendbreuk: jaar 1975.



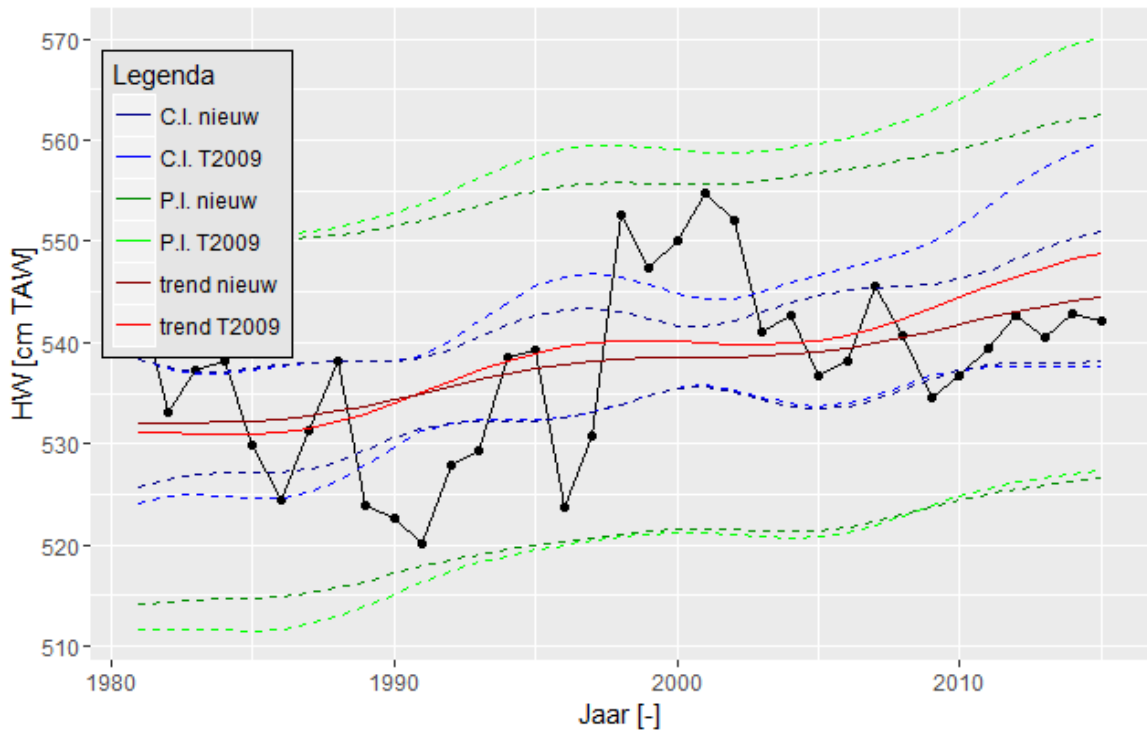
Figuur A-38: Residuen trendanalyse T2009 met een forecast t/m 2015 en de nieuwe trend t/m 2015 voor Duffel-Sluis (trendbreuk: jaar 1975).



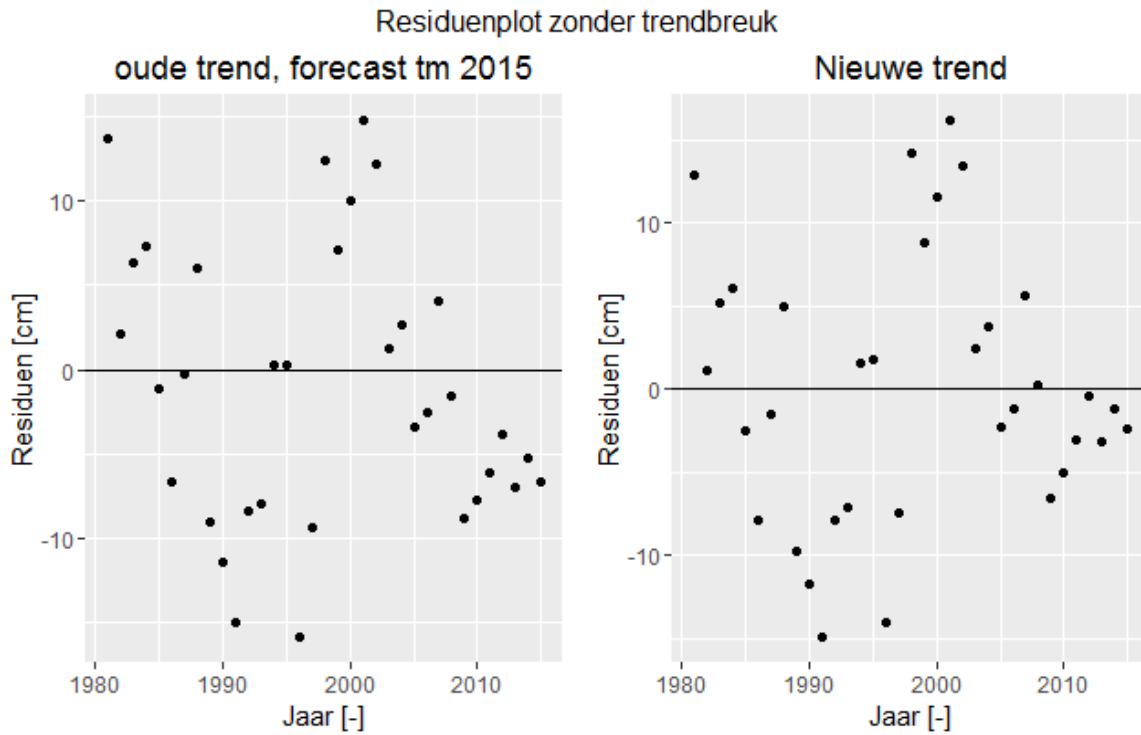
Figuur A-39: Resultaten trendanalyse jaargemiddelde hoogwaterstanden Mechelen-Benedensluis met de trends t/m 2009 en 2015 voor de periode 1980-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen.



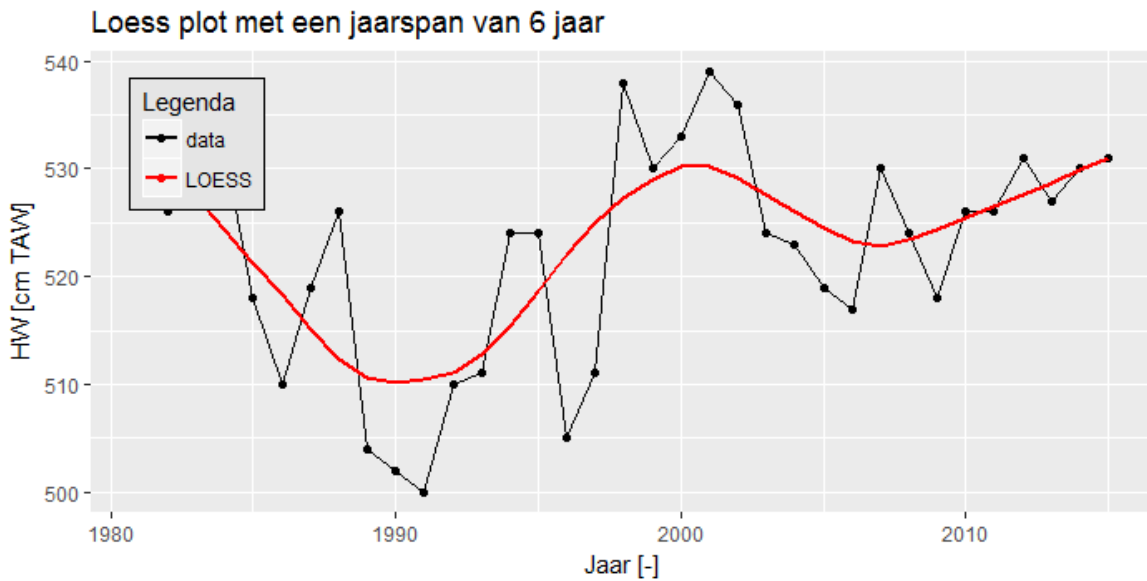
Figuur A-40: Residuen trendanalyse T2009 met een forecast t/m 2015 en de nieuwe trend t/m 2015 voor Mechelen-Benedensluis.



Figuur A-41: Resultaten trendanalyse jaargemiddelde hoogwaterstanden Lier-Molbrug met de trends t/m 2009 en 2015 voor de periode 1981-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen.



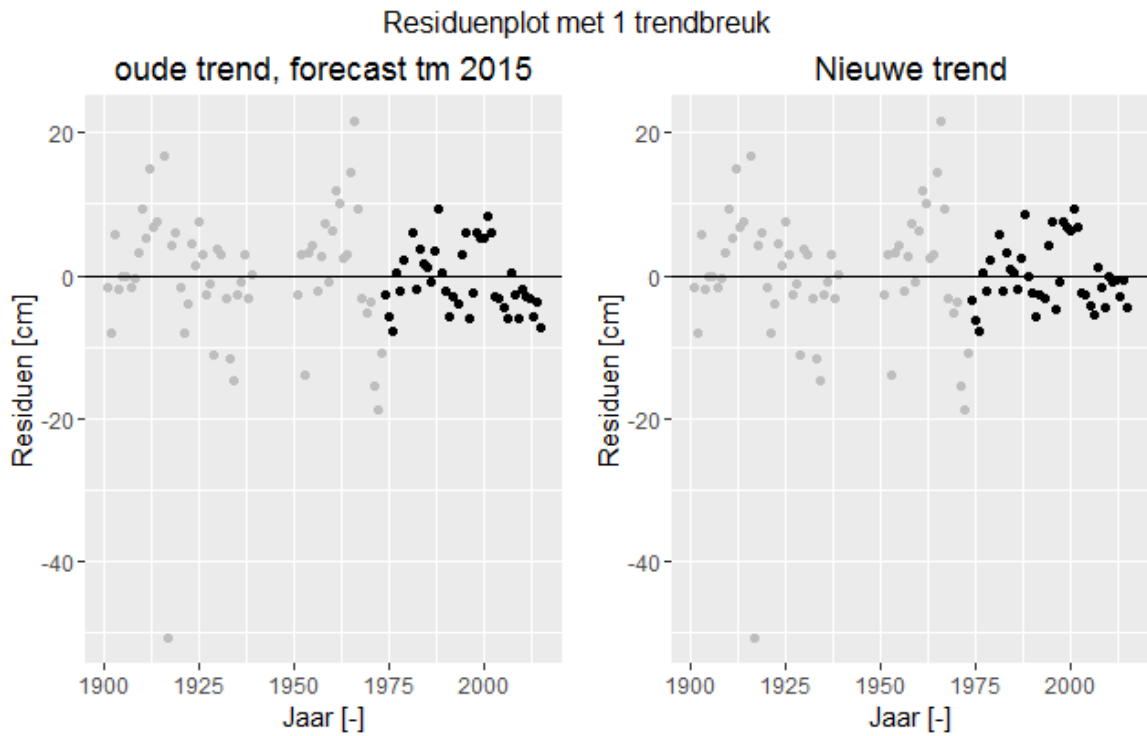
Figuur A-42: Residuen trendanalyse T2009 met een forecast t/m 2015 en de nieuwe trend t/m 2015 voor Lier-Molbrug.



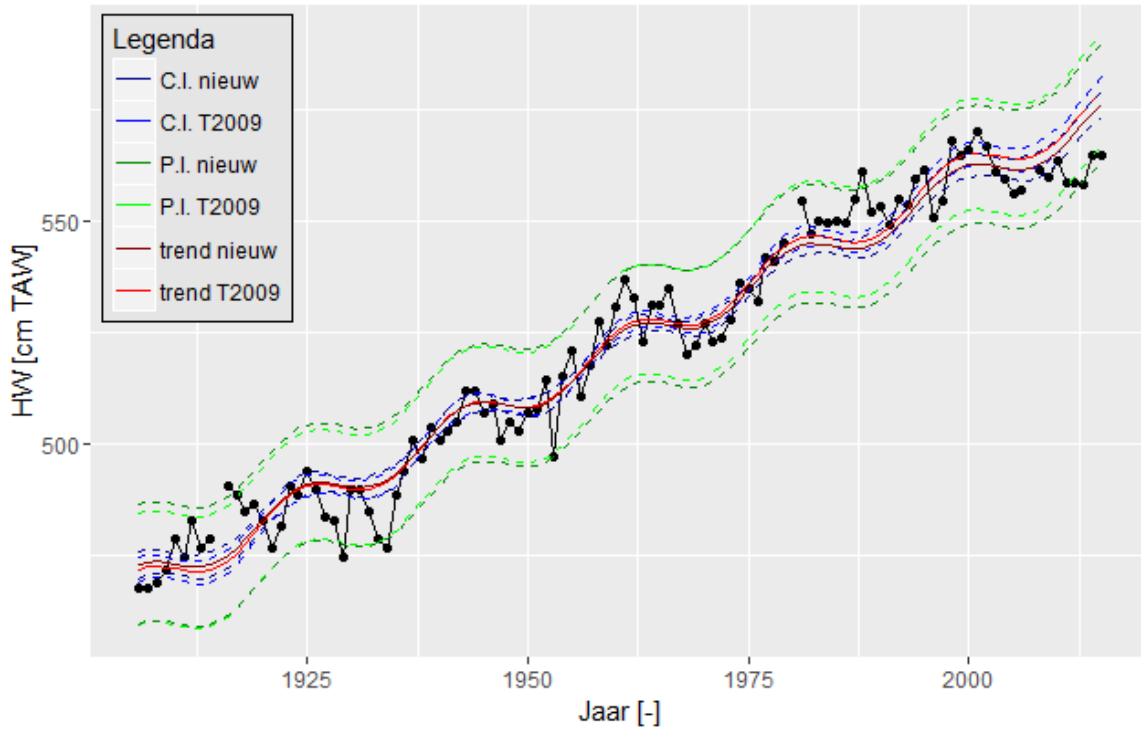
Figuur A-43: Datapunten van jaargemiddelde hoogwaterstanden voor Lier-Maasfort voor de periode 1981-2015 en een LOESS filter met spanwijdte van 6 jaar.



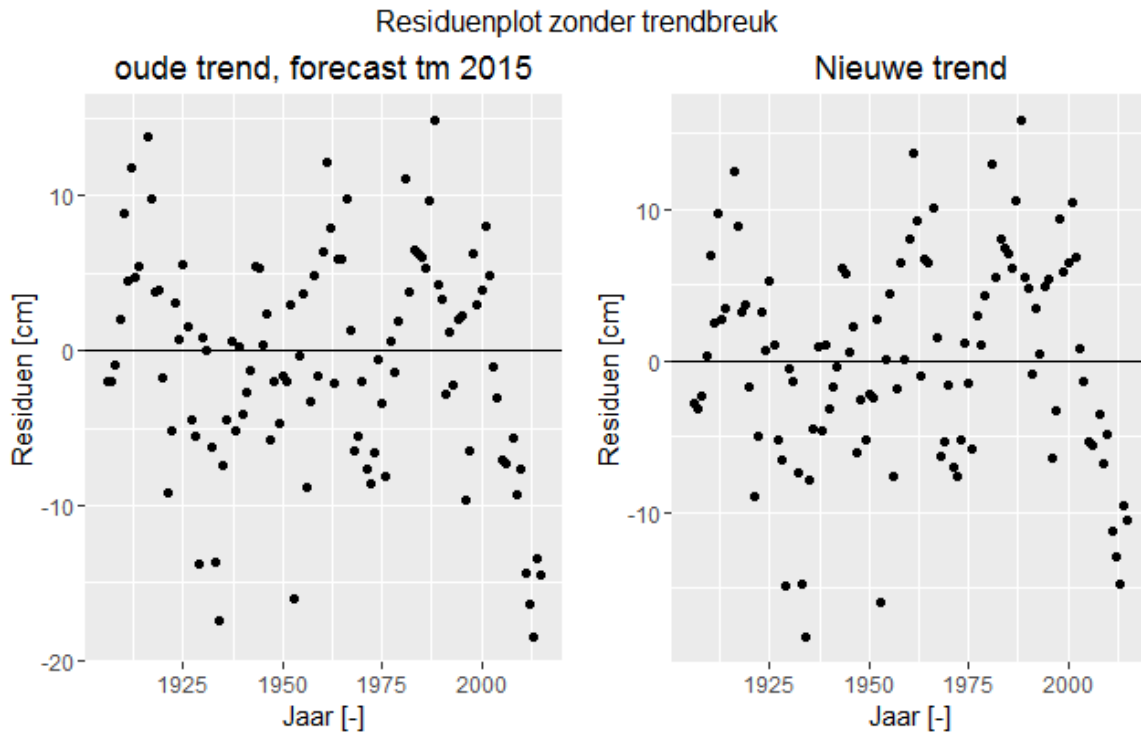
Figuur A-44: Resultaten trendanalyse jaargemiddelde hoogwaterstanden Temse met de trends t/m 2009 en 2015 voor de periode 1901-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen. Trendbreuk: jaar 1974.



Figuur A-45: Residuen trendanalyse T2009 met een forecast t/m 2015 en de nieuwe trend t/m 2015 voor Temse (trendbreuk: jaar 1974).

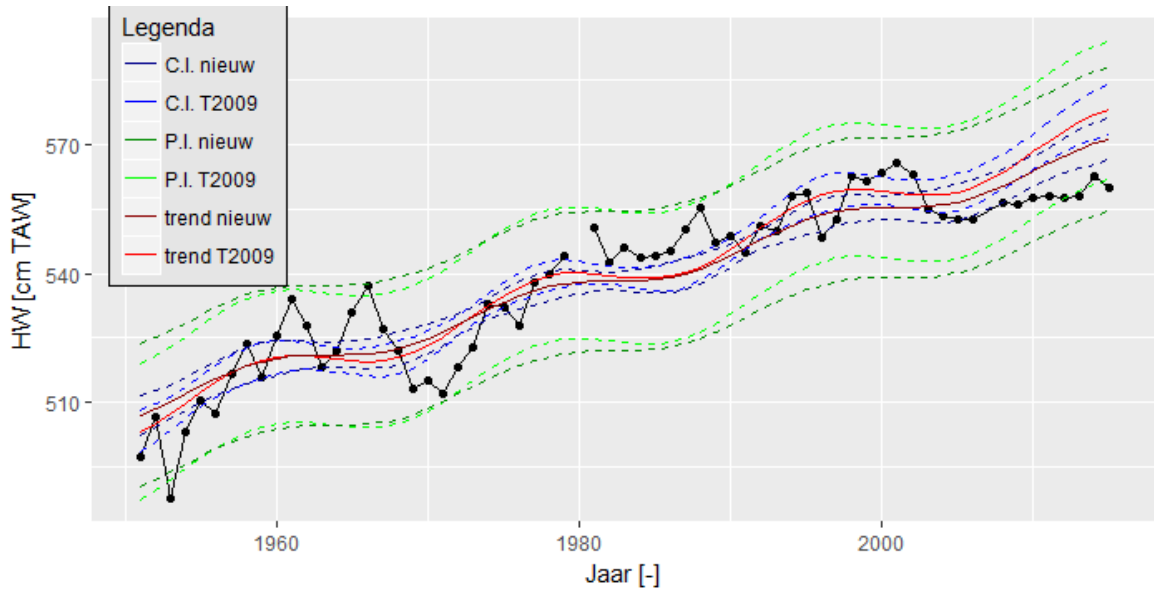


Figuur A-46: Resultaten trendanalyse jaargemiddelde hoogwaterstanden Tielrode met de trends t/m 2009 en 2015 voor de periode 1901-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen.

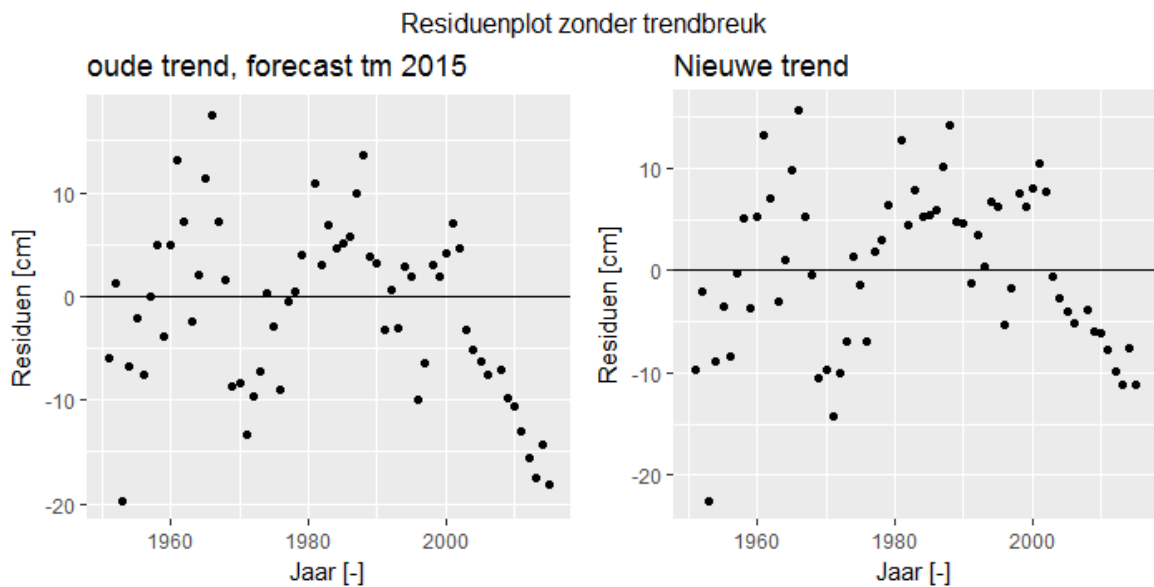


Figuur A-47: Residuen trendanalyse T2009 met een forecast t/m 2015 en de nieuwe trend t/m 2015 voor Tielrode.

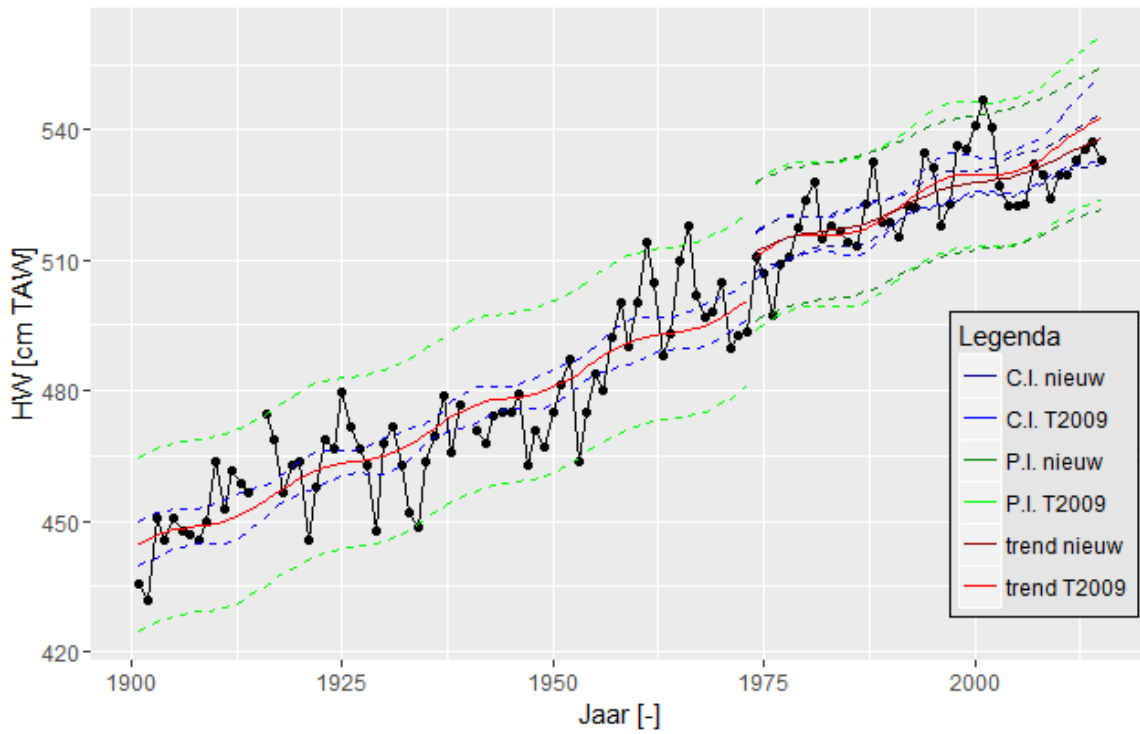




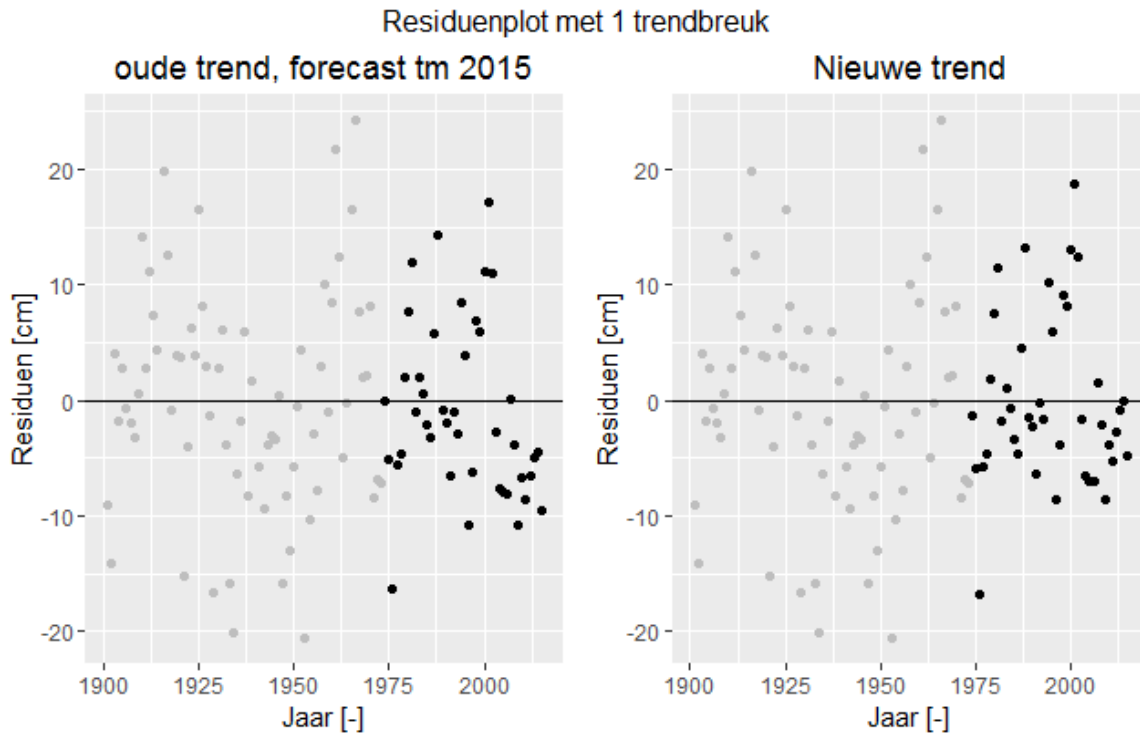
Figuur A-48: Resultaten trendanalyse jaargemiddelde hoogwaterstanden Sint-Amands met de trends t/m 2009 en 2015 voor de periode 1951-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen.



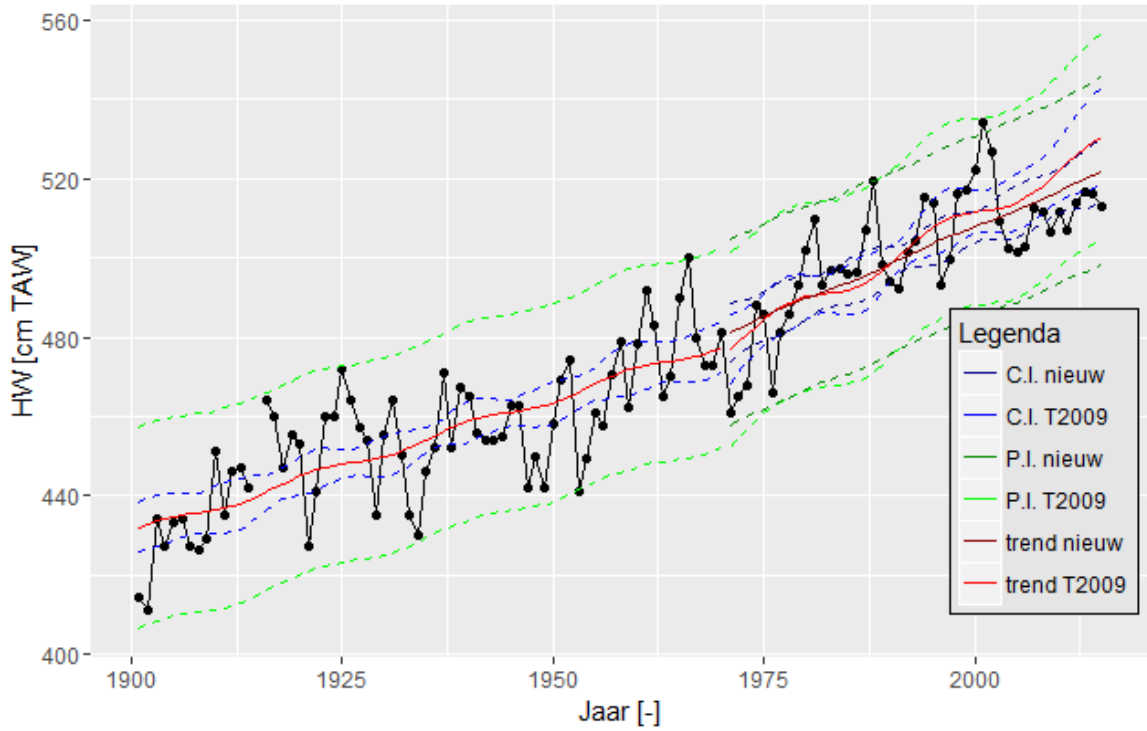
Figuur A-49: Residuen trendanalyse T2009 met een forecast t/m 2015 en de nieuwe trend t/m 2015 voor Sint-Amands.



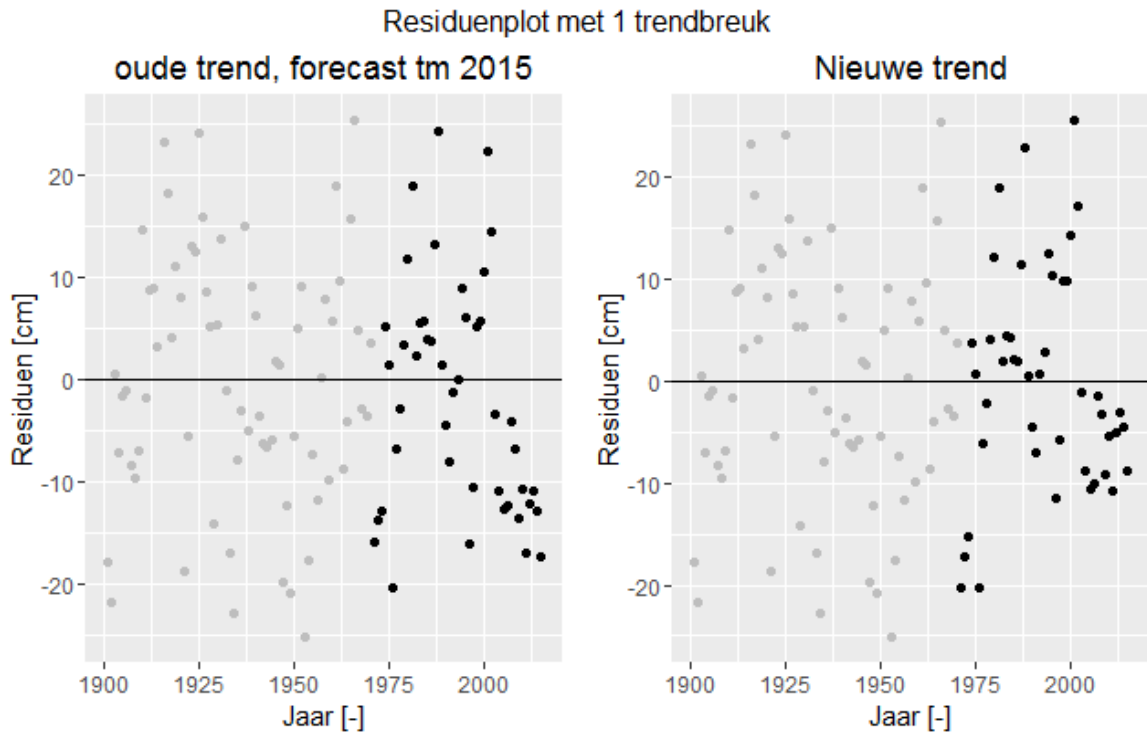
Figuur A-50: Resultaten trendanalyse jaargemiddelde hoogwaterstanden Dendermonde met de trends t/m 2009 en 2015 voor de periode 1901-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen. Trendbreuk: jaar 1974.



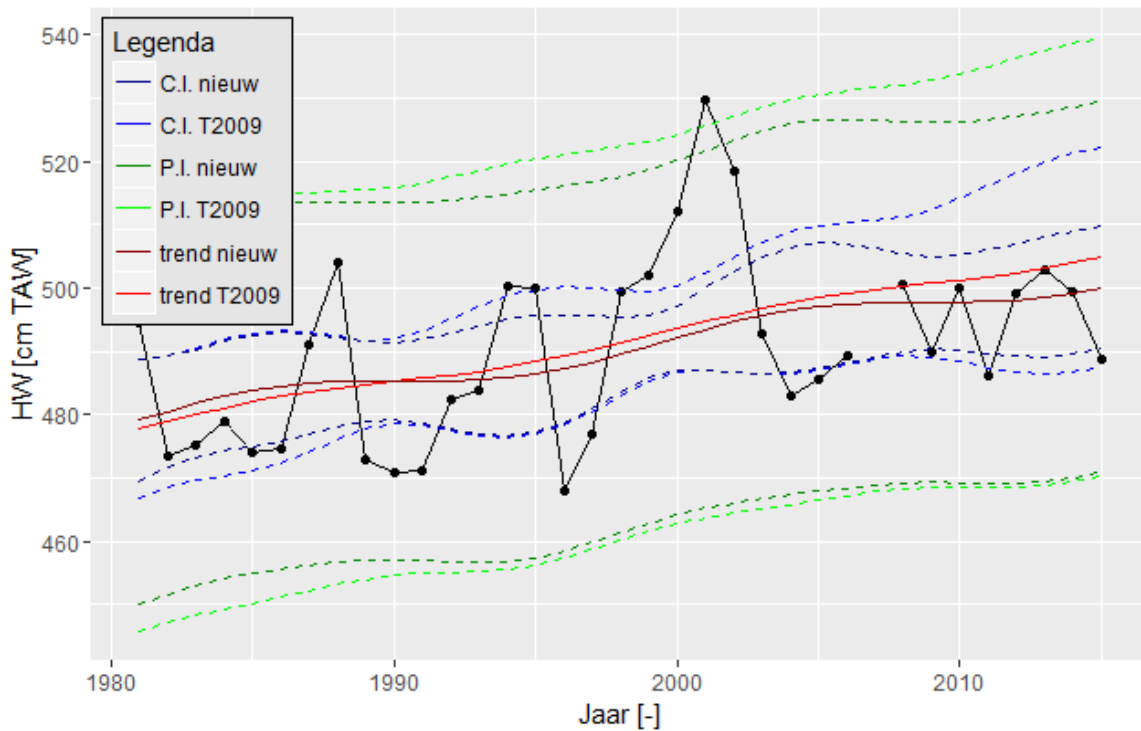
Figuur A-51: Residuen trendanalyse T2009 met een forecast t/m 2015 en de nieuwe trend t/m 2015 voor Dendermonde (trendbreuk: jaar 1974).



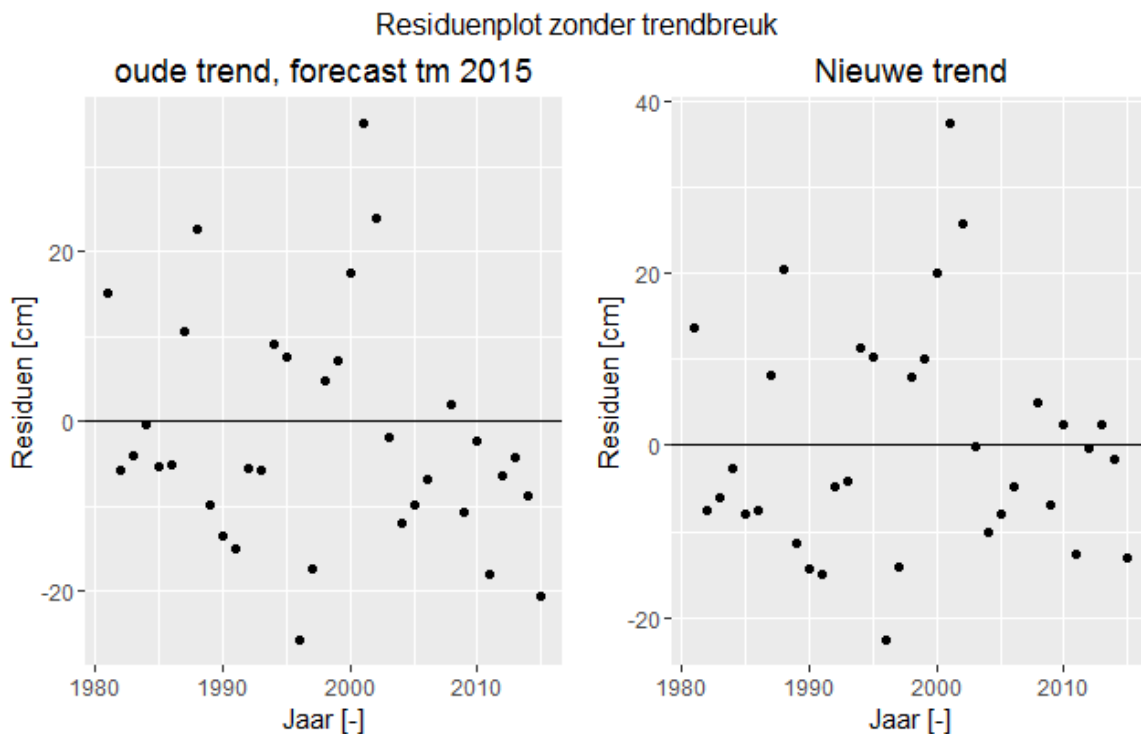
Figuur A-52: Resultaten trendanalyse jaargemiddelde hoogwaterstanden Schoonaarde met de trends t/m 2009 en 2015 voor de periode 1901-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen. Trendbreuk: jaar 1971.



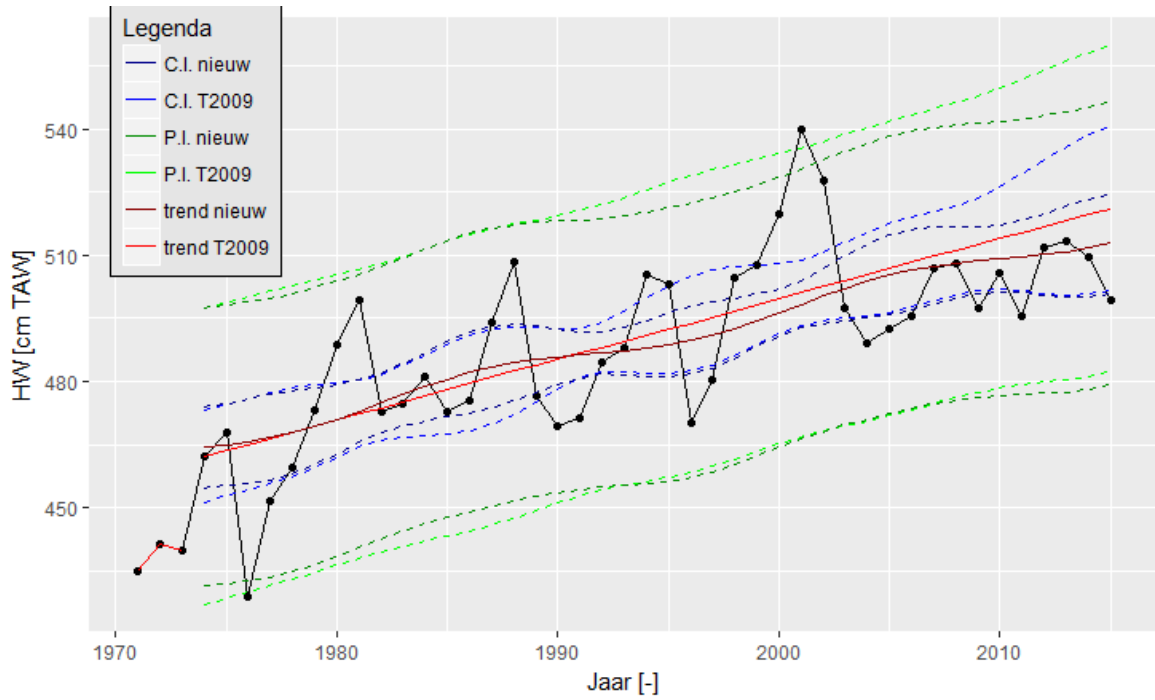
Figuur A-53: Residuen trendanalyse T2009 met een forecast t/m 2015 en de nieuwe trend t/m 2015 voor Schoonaarde (trendbreuk: jaar 1971).



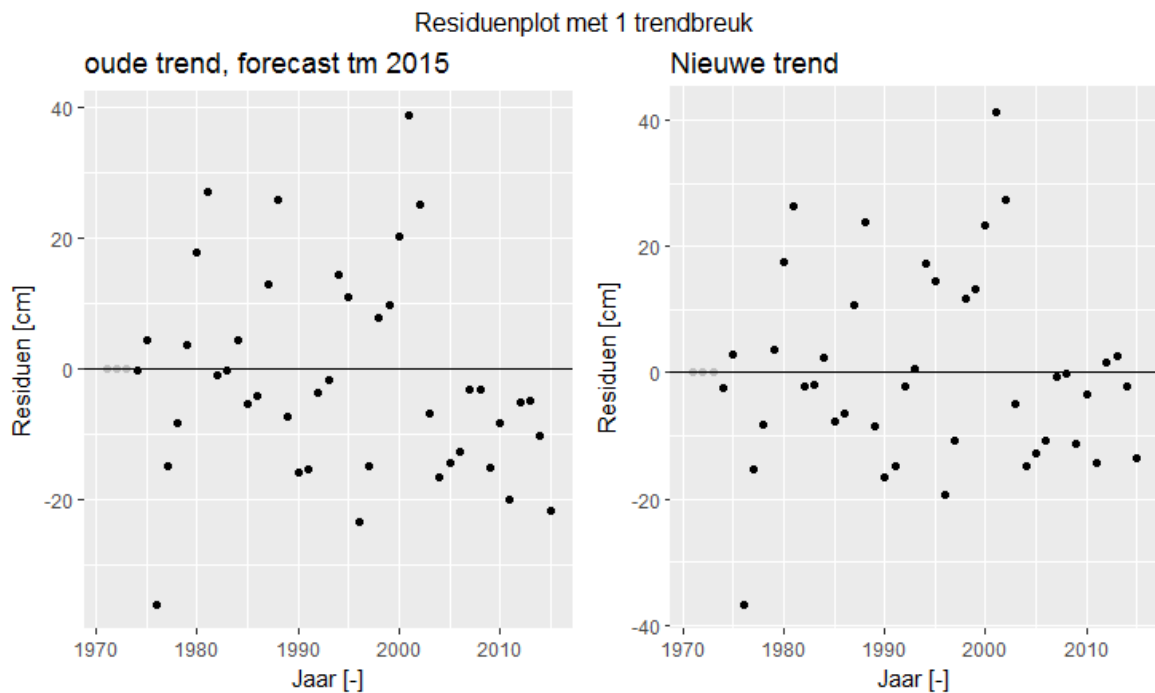
Figuur A-54: Resultaten trendanalyse jaargemiddelde hoogwaterstanden Wetteren met de trends t/m 2009 en 2015 voor de periode 1981-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen.



Figuur A-55: Residuen trendanalyse T2009 met een forecast t/m 2015 en de nieuwe trend t/m 2015 voor Wetteren.



Figuur A-56: Resultaten trendanalyse jaargemiddelde hoogwaterstanden Melle met de trends t/m 2009 en 2015 voor de periode 1971-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen. Trendbreuk: jaar 1974.

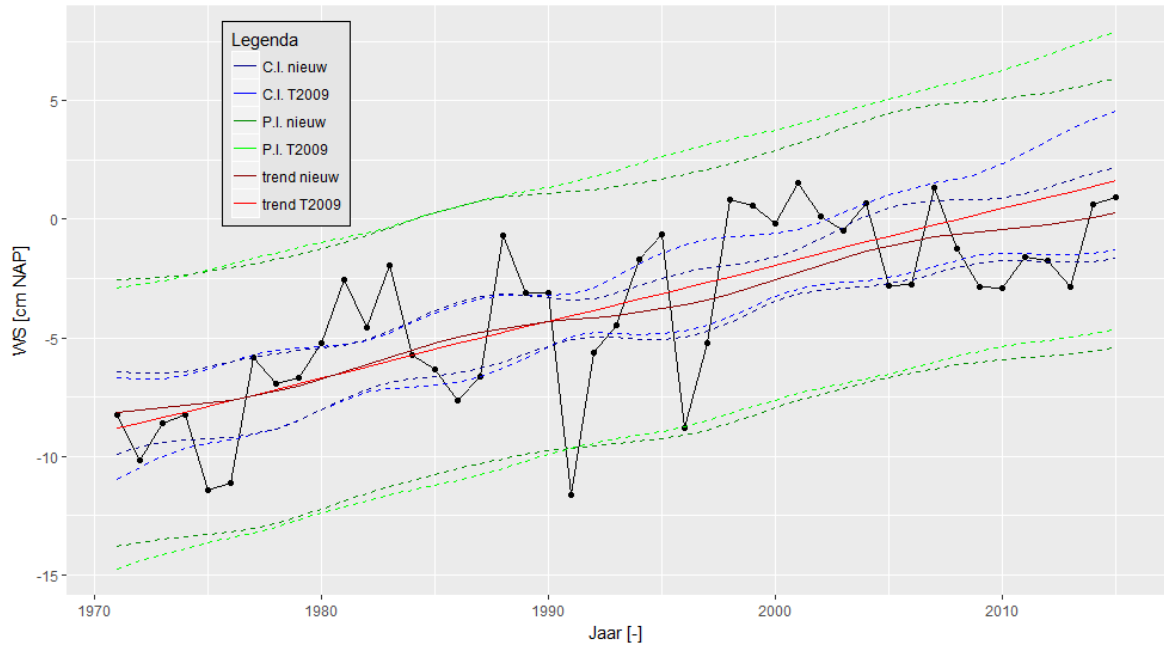


Figuur A-57: Residuen trendanalyse T2009 met een forecast t/m 2015 en de nieuwe trend t/m 2015 voor Melle (trendbreuk: jaar 1974).

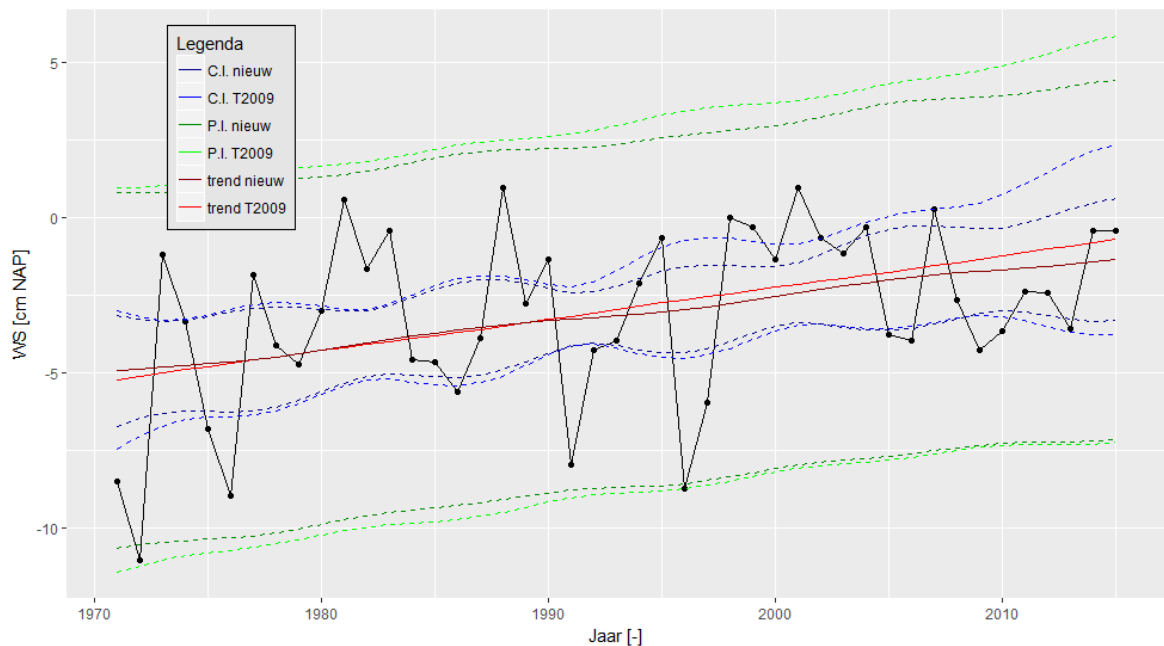


## Bijlage A.2 Jaargemiddelde Waterstand

Buiten het estuarium en monding

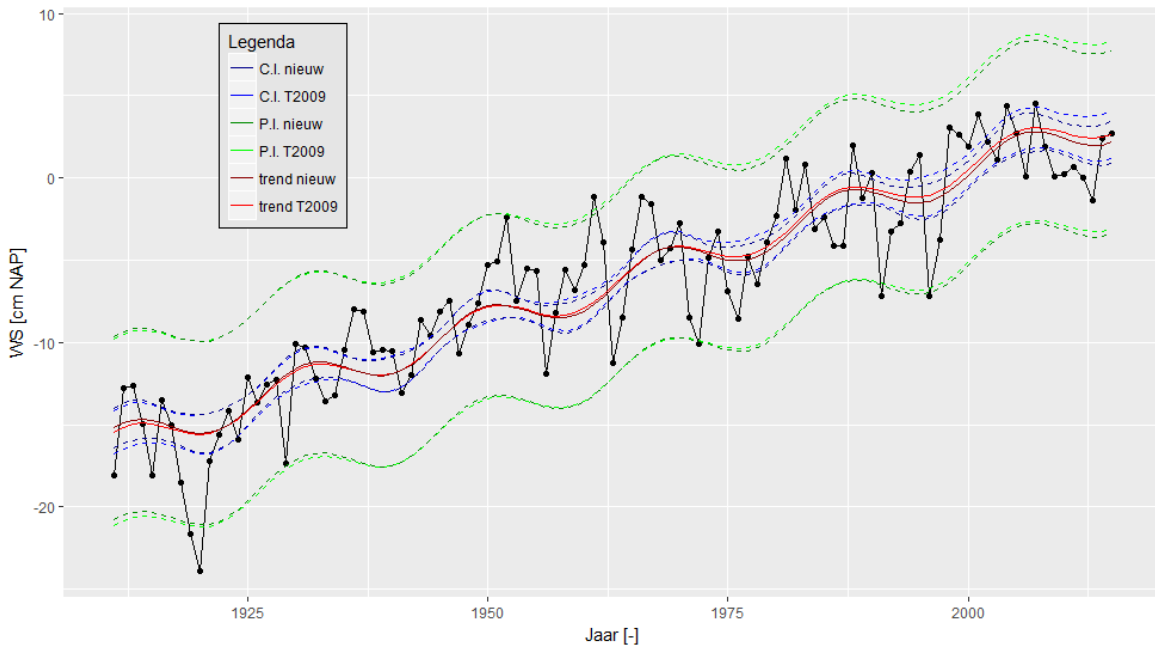


Figuur A-58: Resultaten trendanalyse jaargemiddelde waterstanden Westkapelle met de trends t/m 2009 en 2015 voor de periode 1971-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen.

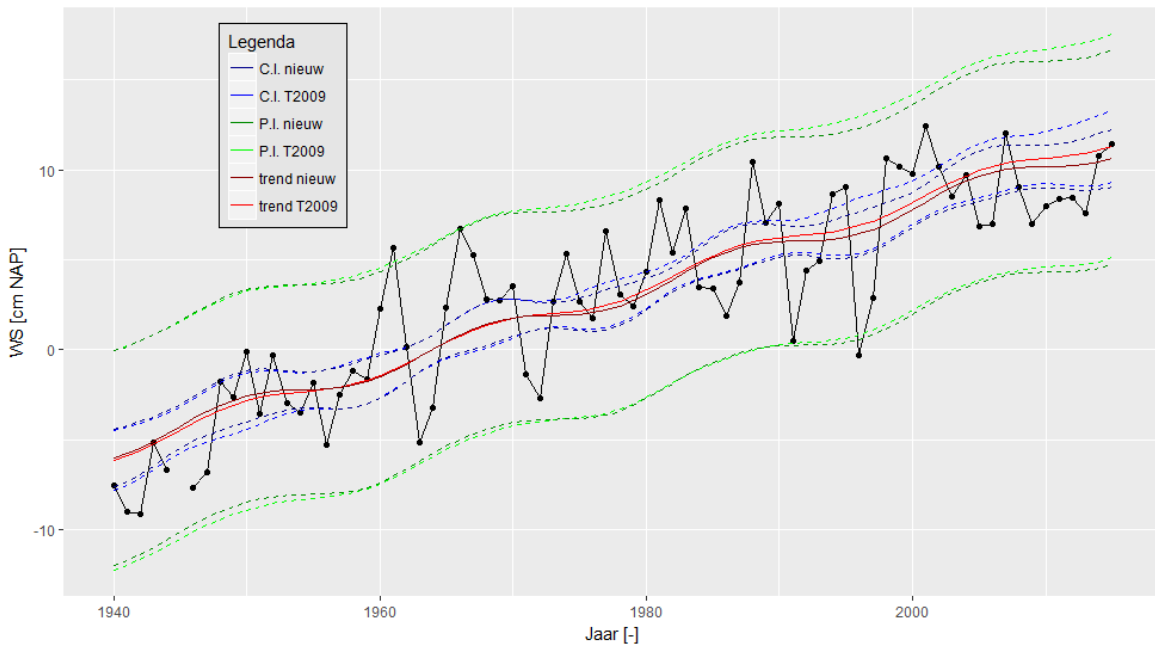


Figuur A-59: Resultaten trendanalyse jaargemiddelde waterstanden Cadzand met de trends t/m 2009 en 2015 voor de periode 1971-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen.

Westerschelde

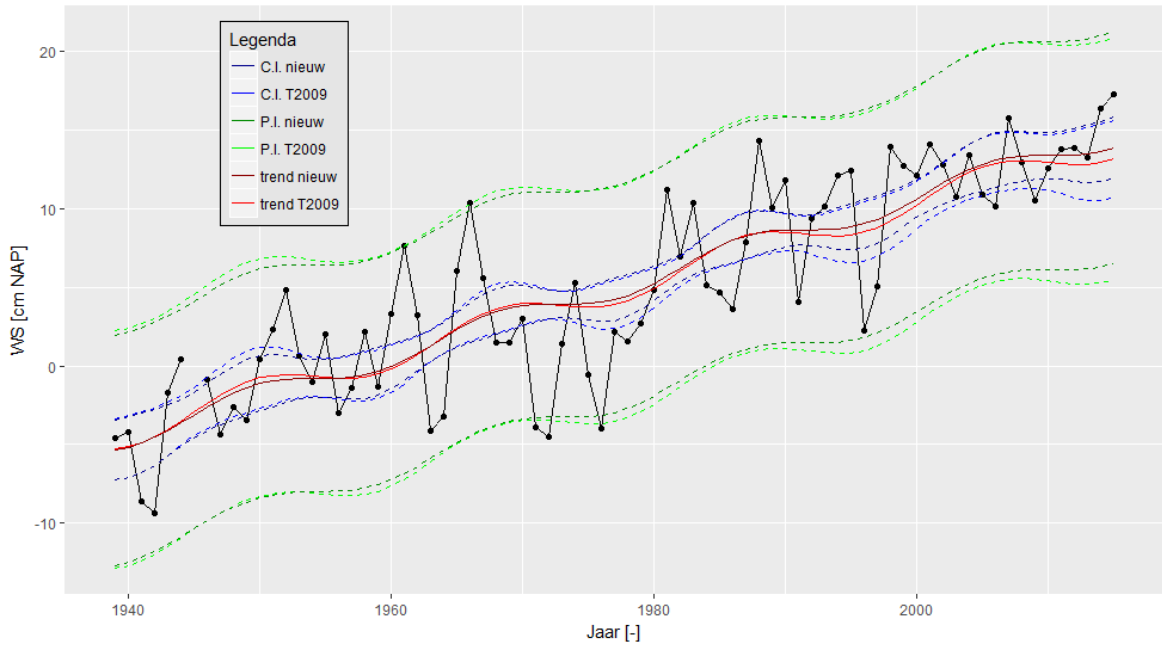


Figuur A-60: Resultaten trendanalyse jaargemiddelde waterstanden Vlissingen met de trends t/m 2009 en 2015 voor de periode 1911-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen.

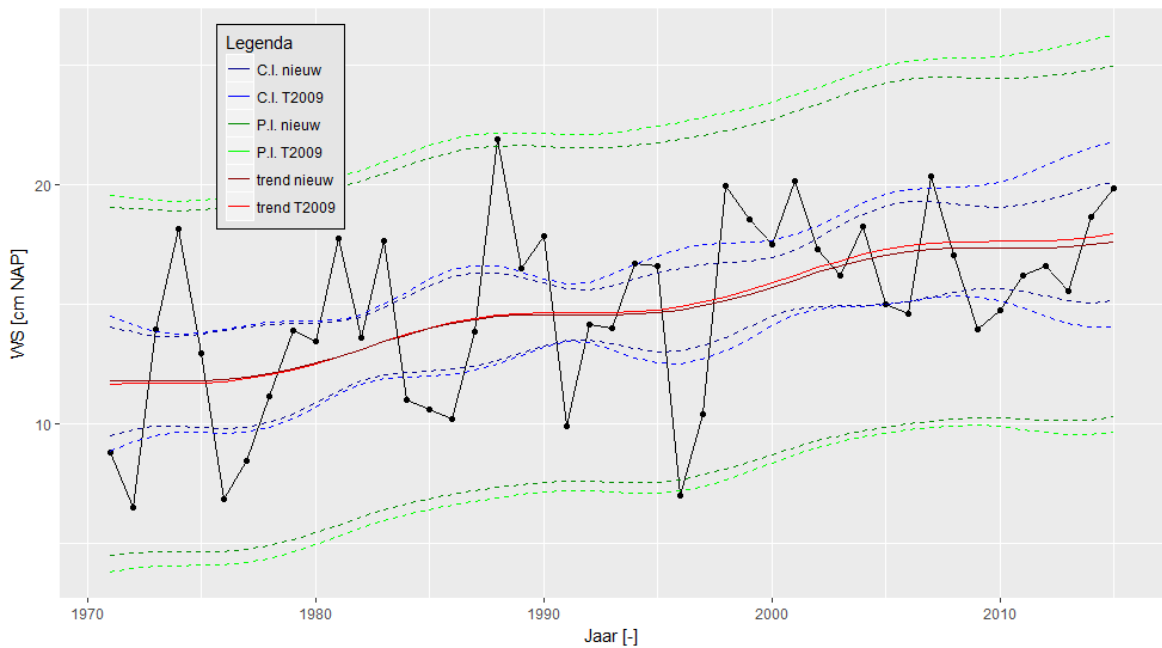


Figuur A-61: Resultaten trendanalyse jaargemiddelde waterstanden Terneuzen met de trends t/m 2009 en 2015 voor de periode 1940-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen.





Figuur A-62: Resultaten trendanalyse jaargemiddelde waterstanden Hansweert met de trends t/m 2009 en 2015 voor de periode 1939-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen.



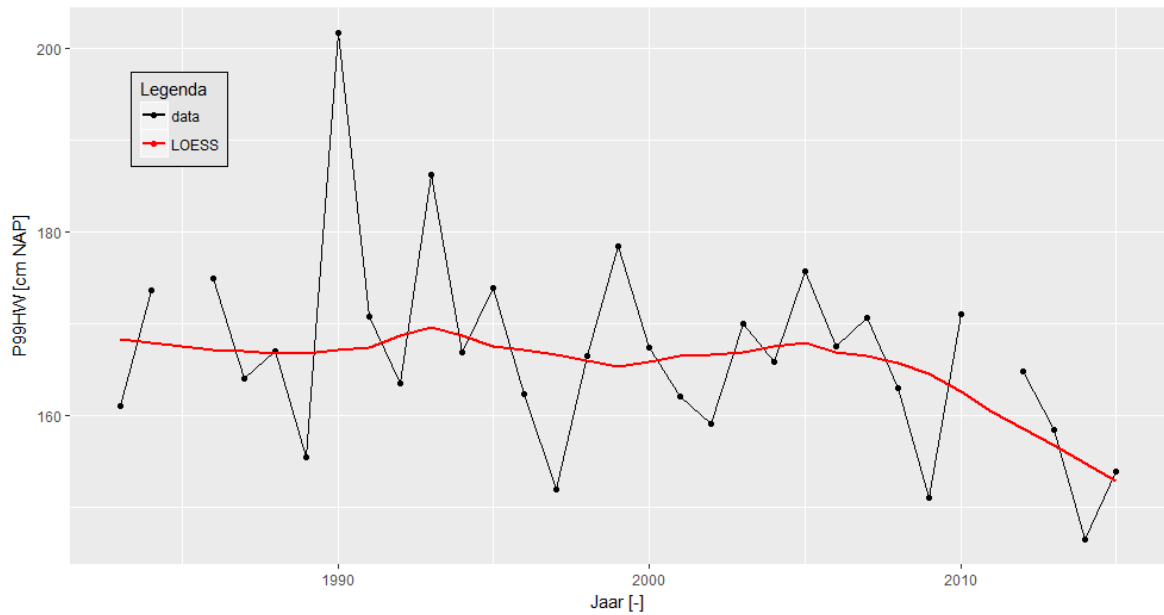
Figuur A-63: Resultaten trendanalyse jaargemiddelde waterstanden Bath met de trends t/m 2009 en 2015 voor de periode 1971-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen.



## Bijlage A.3 99<sup>e</sup> percentiel hoogwater

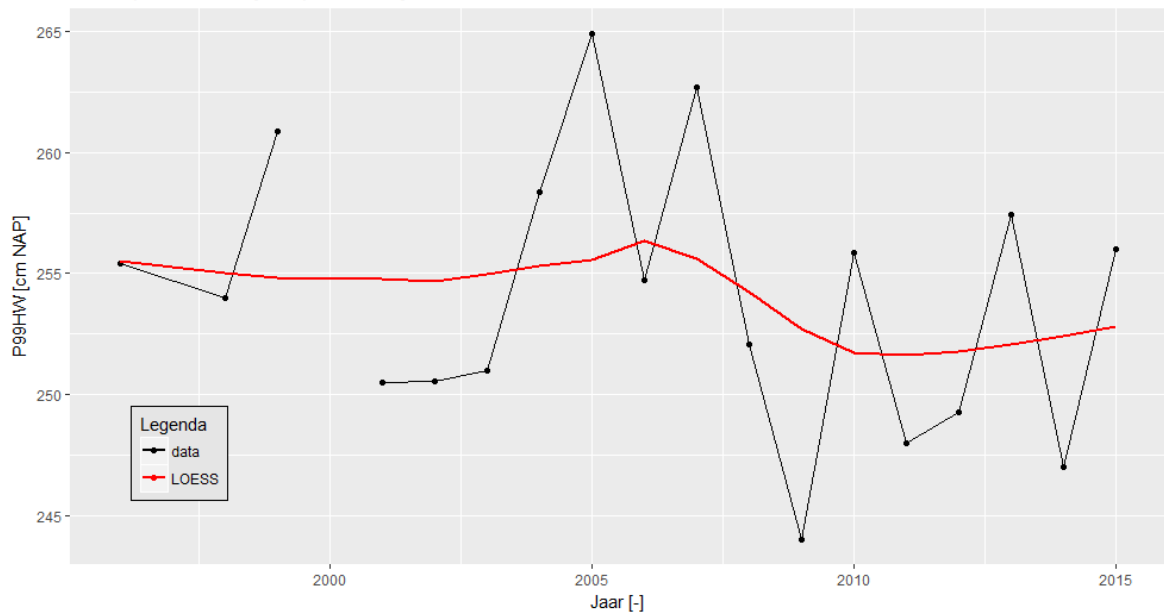
Buiten het estuarium en monding

Loess plot met een jaarspan van 6 jaar

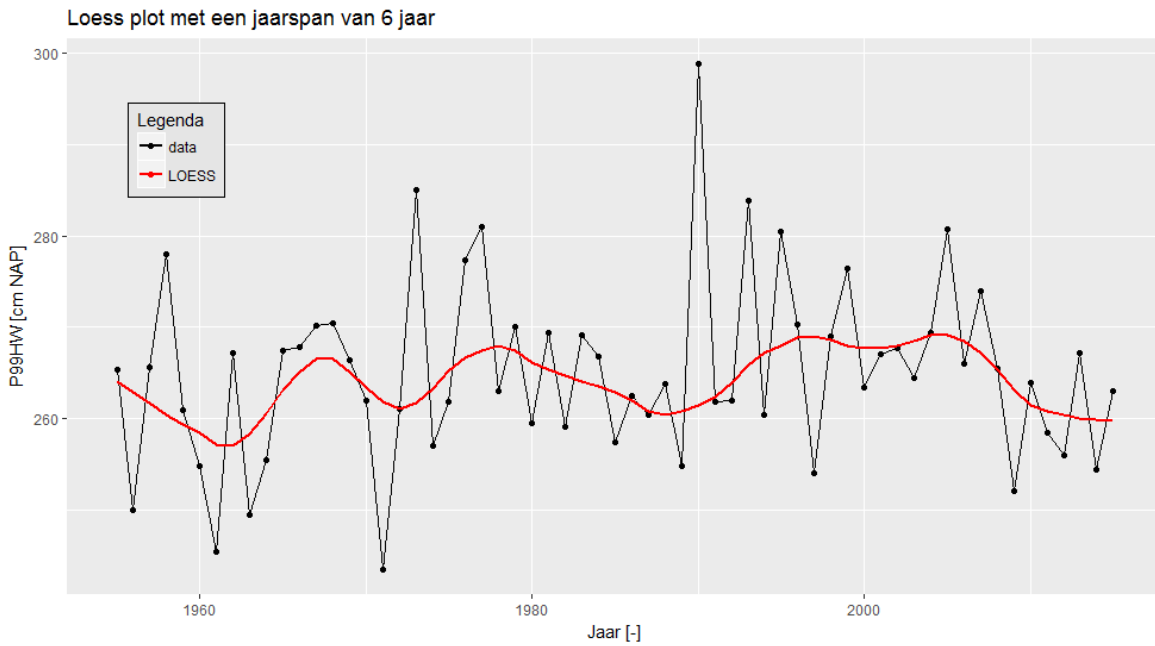


Figuur A-64: Datapunten 99<sup>e</sup> percentiel hoogwaterstanden voor Euro Platform voor de periode 1983-2015 en een LOESS filter met spanwijdte van 6 jaar.

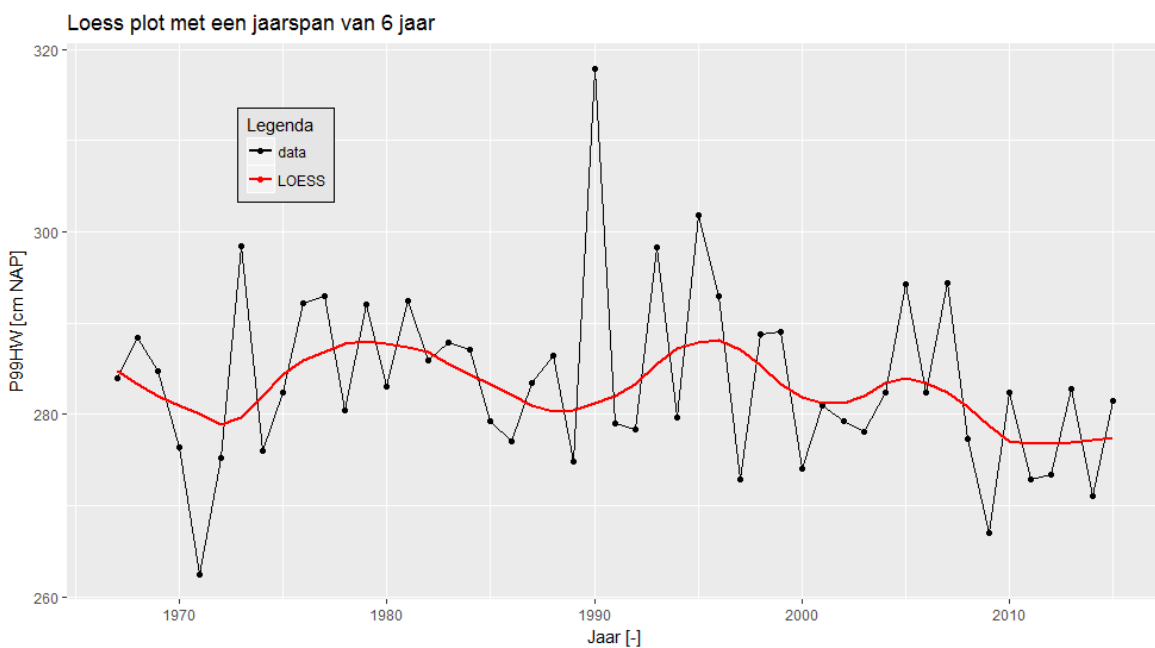
Loess plot met een jaarspan van 6 jaar



Figuur A-65: Datapunten van 99<sup>e</sup> percentiel hoogwaterstanden voor Vlake van de Raan voor de periode 1996-2015 en een LOESS filter met spanwijdte van 6 jaar.

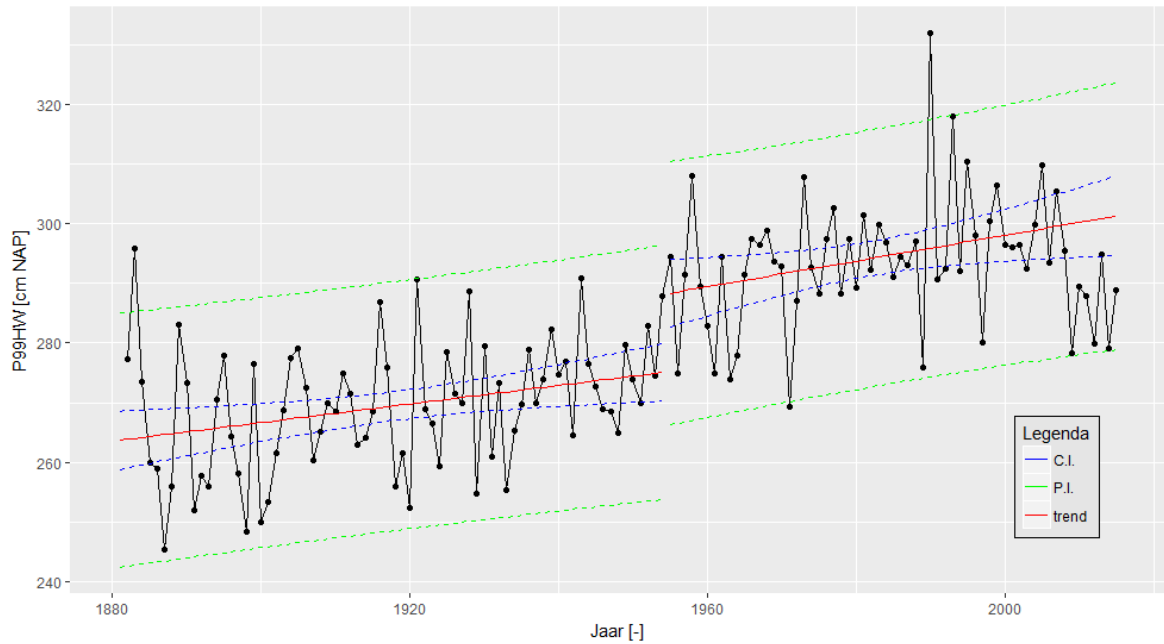


Figuur A-66: Datapunten van 99<sup>e</sup> percentiel hoogwaterstanden voor Westkapelle voor de periode 1954-2015 en een LOESS filter met spanwijdte van 6 jaar.

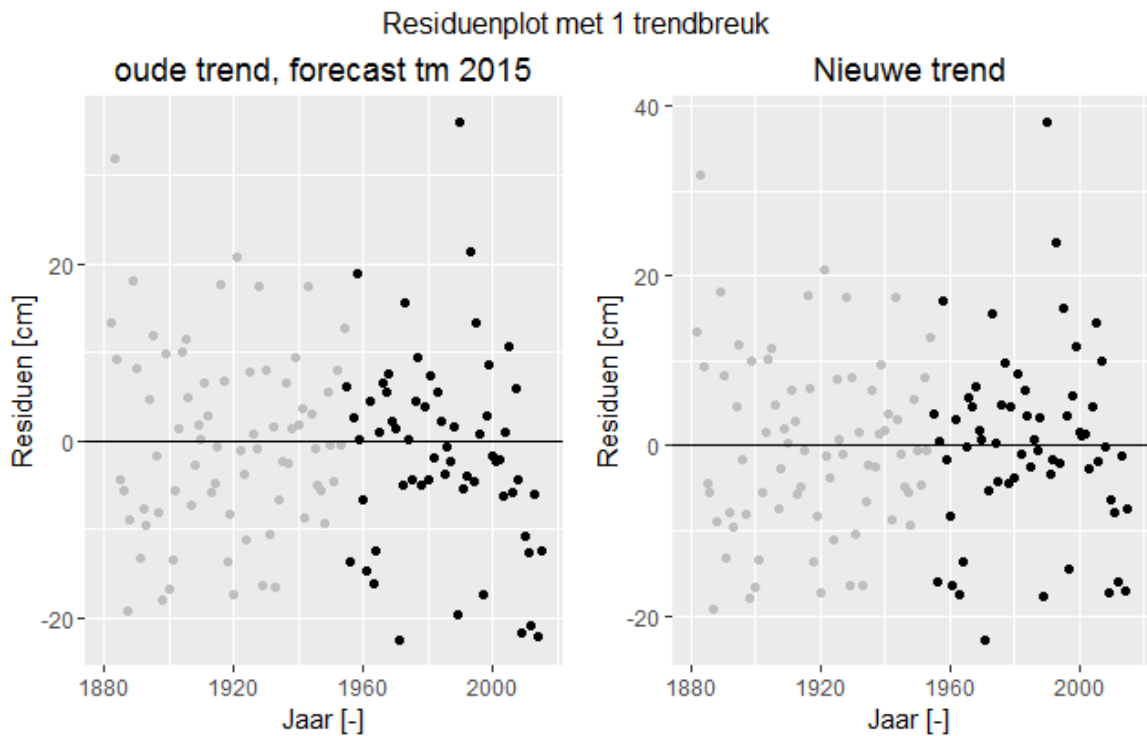


Figuur A-67: Datapunten van 99<sup>e</sup> percentiel hoogwaterstanden voor Cadzand voor de periode 1966-2015 en een LOESS filter met spanwijdte van 6 jaar.

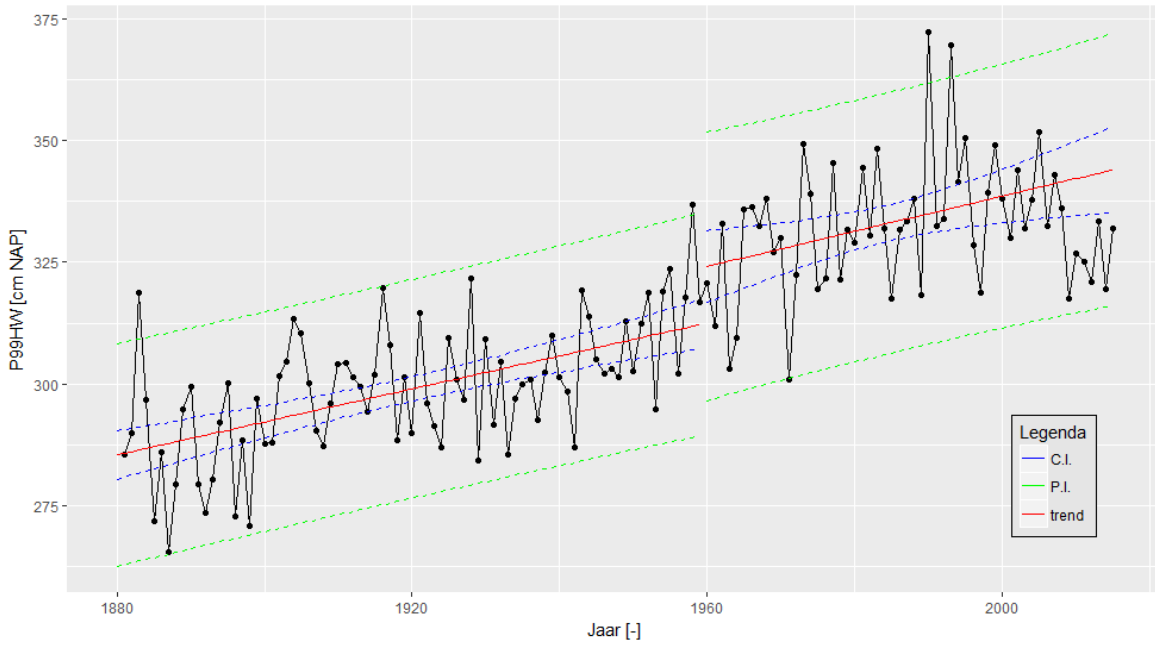
Westerschelde



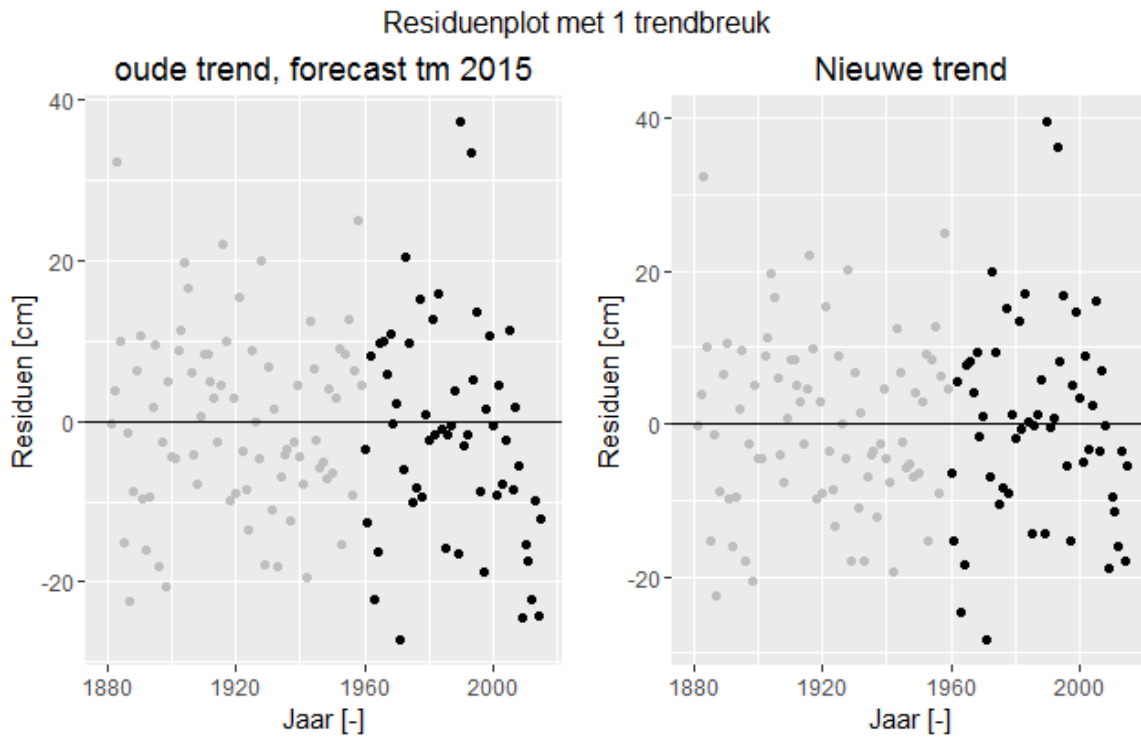
*Figuur A-68: Resultaten trendanalyse 99<sup>e</sup> percentiel hoogwaterstanden Vlissingen met de geëxtrapoleerde trend van 2009 tot 2015 voor de periode 1881-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen. Trendbreuk: jaar 1955.*



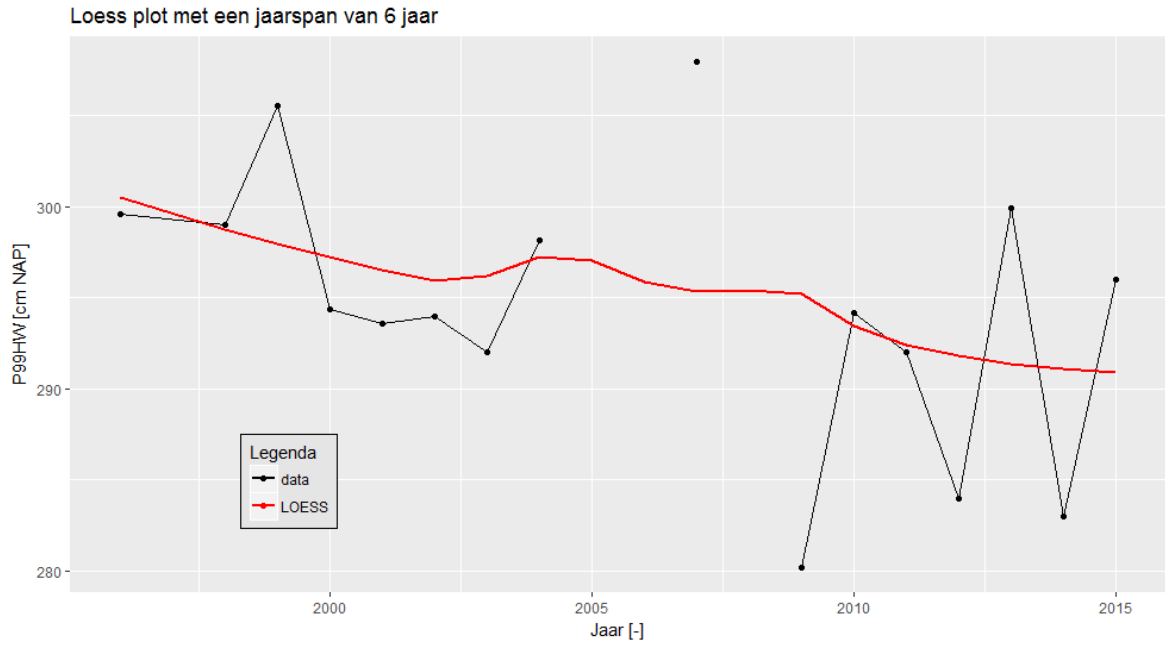
*Figuur A-69: Residuen trendanalyse 99<sup>e</sup> percentiel hoogwaterstanden T2009 met een forecast t/m 2015 en de nieuwe trend t/m 2015 voor Vlissingen (trendbreuk: jaar 1955).*



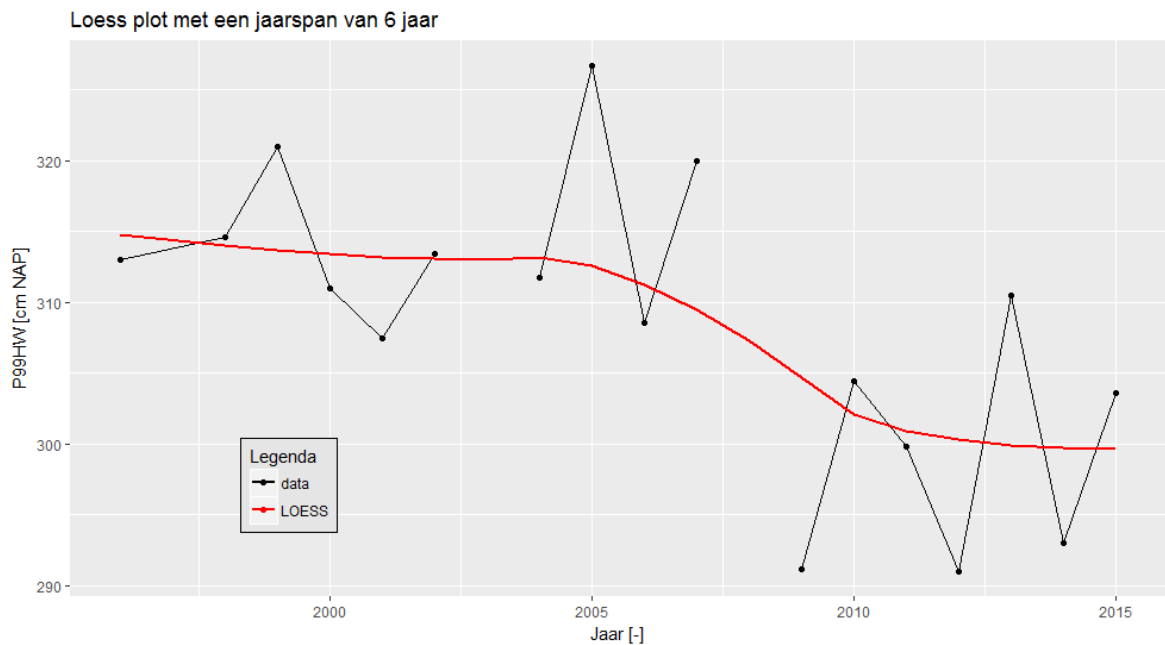
Figuur A-70: Resultaten trendanalyse 99<sup>e</sup> percentiel hoogwaterstanden Hansweert met de geëxtrapolerde trend van 2009 tot 2015 voor de periode 1880-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen. Trendbreuk: jaar 1960.



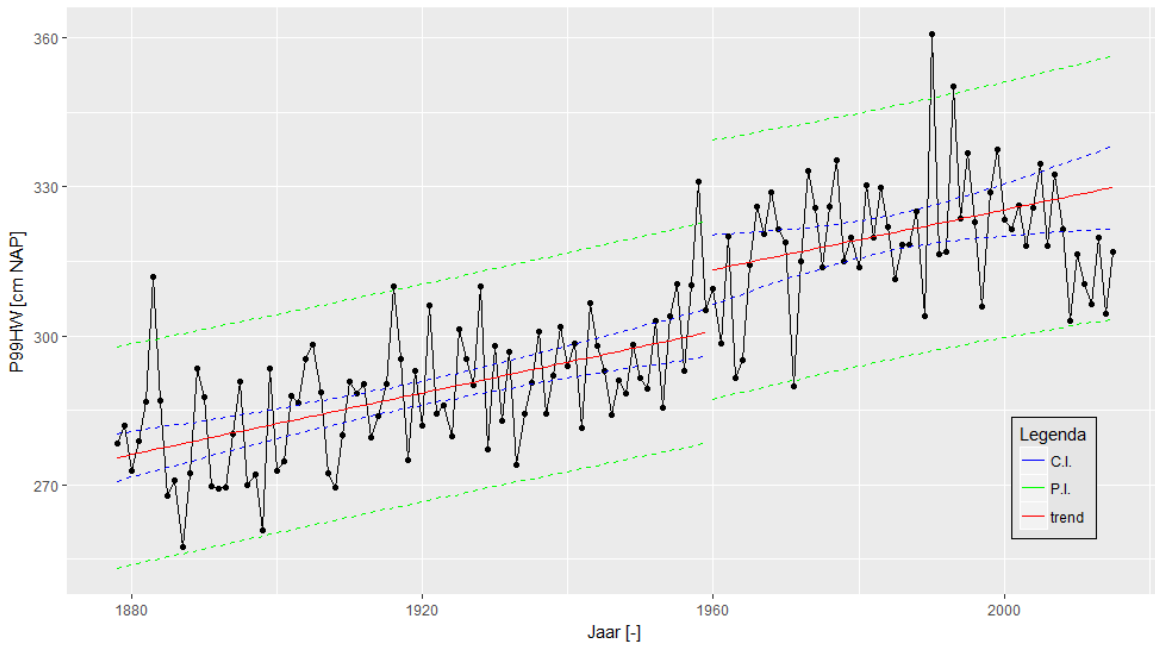
Figuur A-71: Residuen trendanalyse T2009 met een forecast t/m 2015 en de nieuwe trend t/m 2015 voor Hansweert (trendbreuk: jaar 1960).



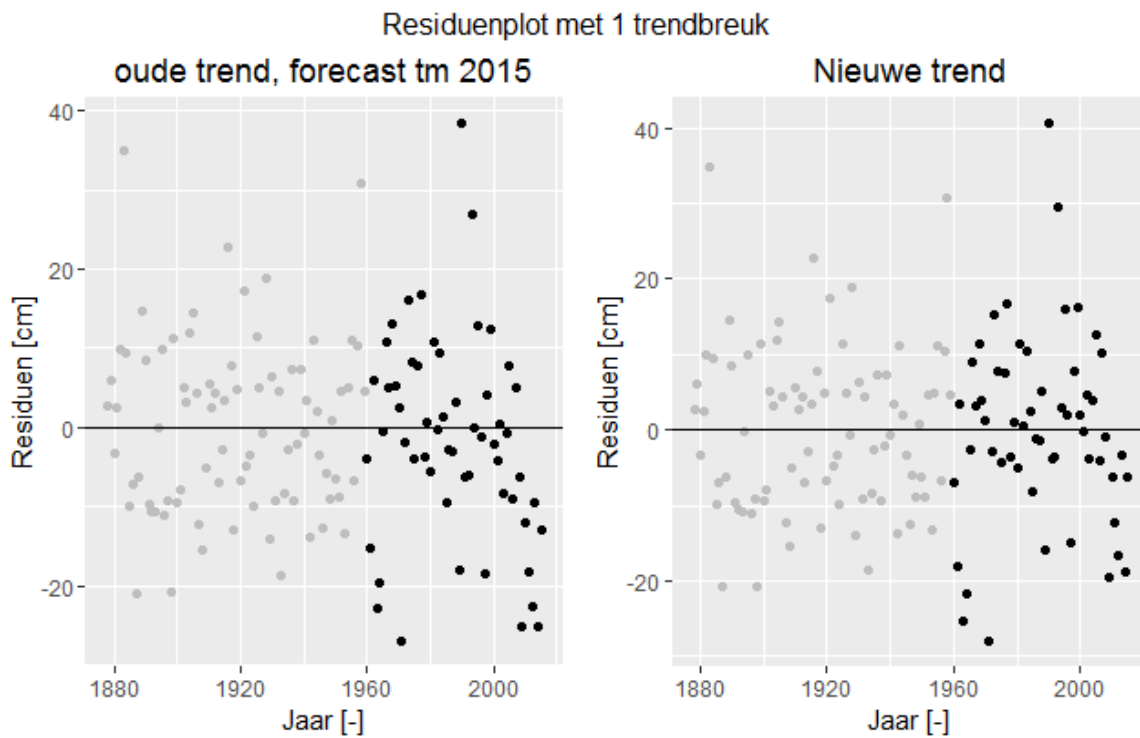
Figuur A-72: Datapunten van jaargemiddelde 99 percentiel hoogwaterstanden voor Breskens-Veerhaven t/m 2015 voor de periode 1996-2015 en een LOESS filter met spanwijdte van 6 jaar.



Figuur A-73: Datapunten van jaargemiddelde 99 percentiel hoogwaterstanden voor Gat van Borssele t/m 2015 voor de periode 1996-2015 en een LOESS filter met spanwijdte van 6 jaar.

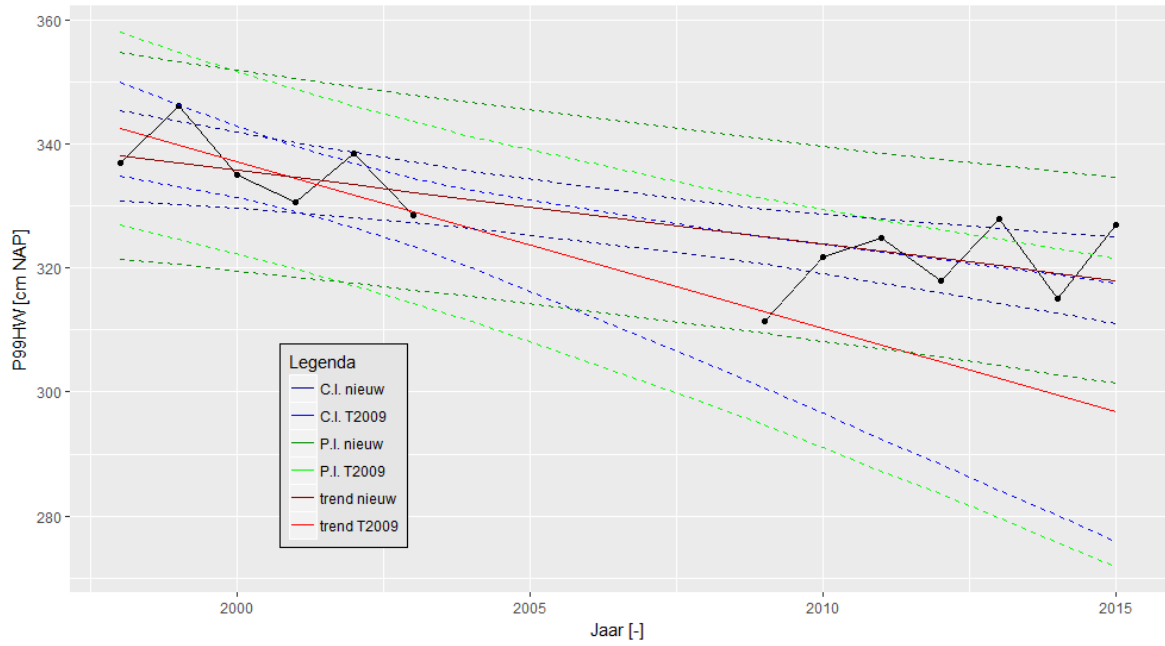


Figuur A-74: Resultaten trendanalyse 99<sup>e</sup> percentiel hoogwaterstanden Terneuzen met de geëxtrapoleerde trend van 2009 tot 2015 voor de periode 1878-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen. Trendbreuk: jaar 1960.

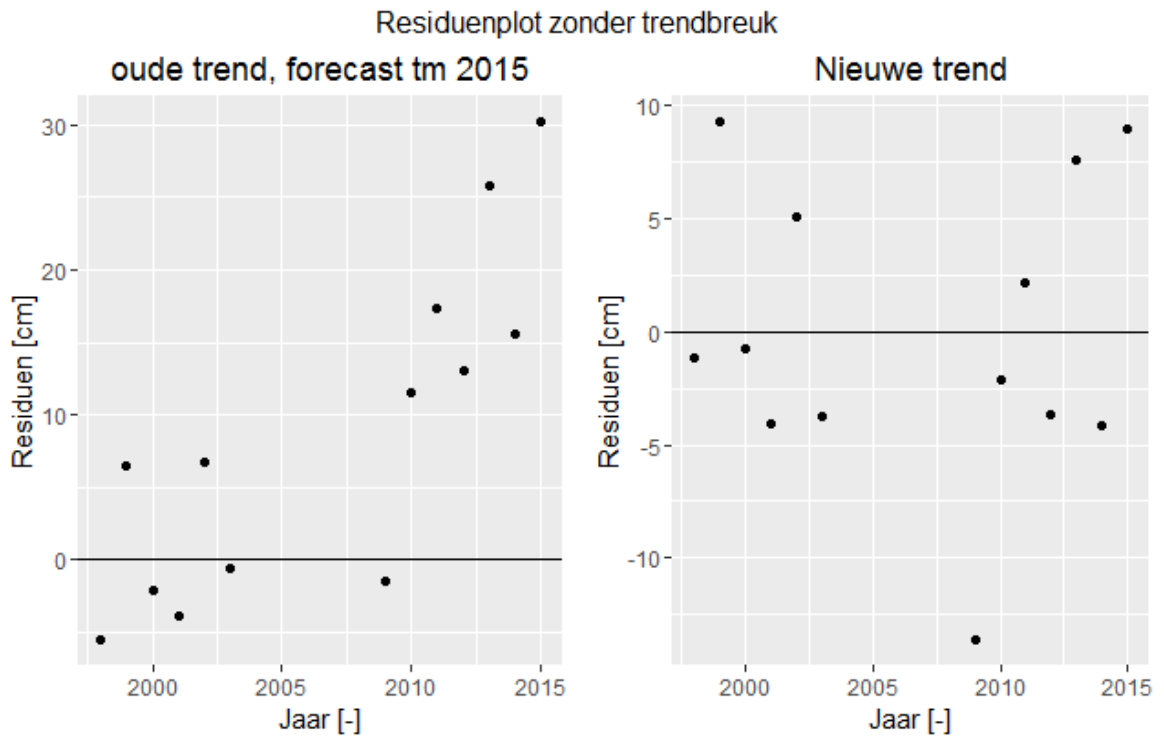


Figuur A-75: Residuen trendanalyse T2009 vanaf de trendbreuk in 1960 met een forecast t/m 2015 en de nieuwe trend t/m 2015 voor Terneuzen.

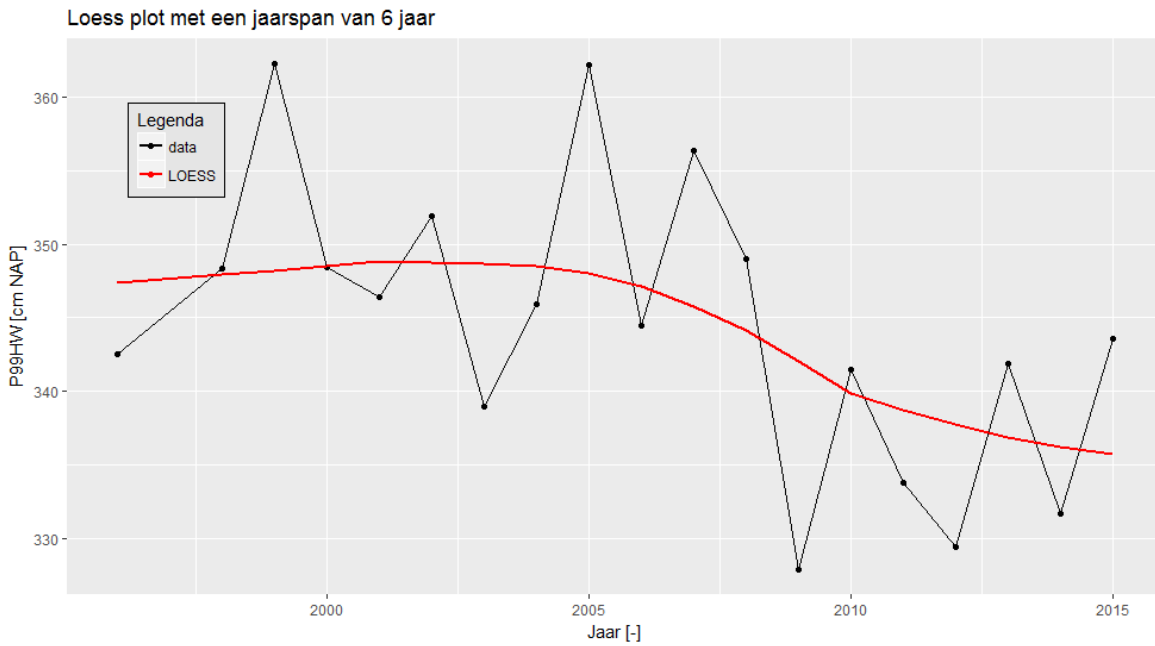




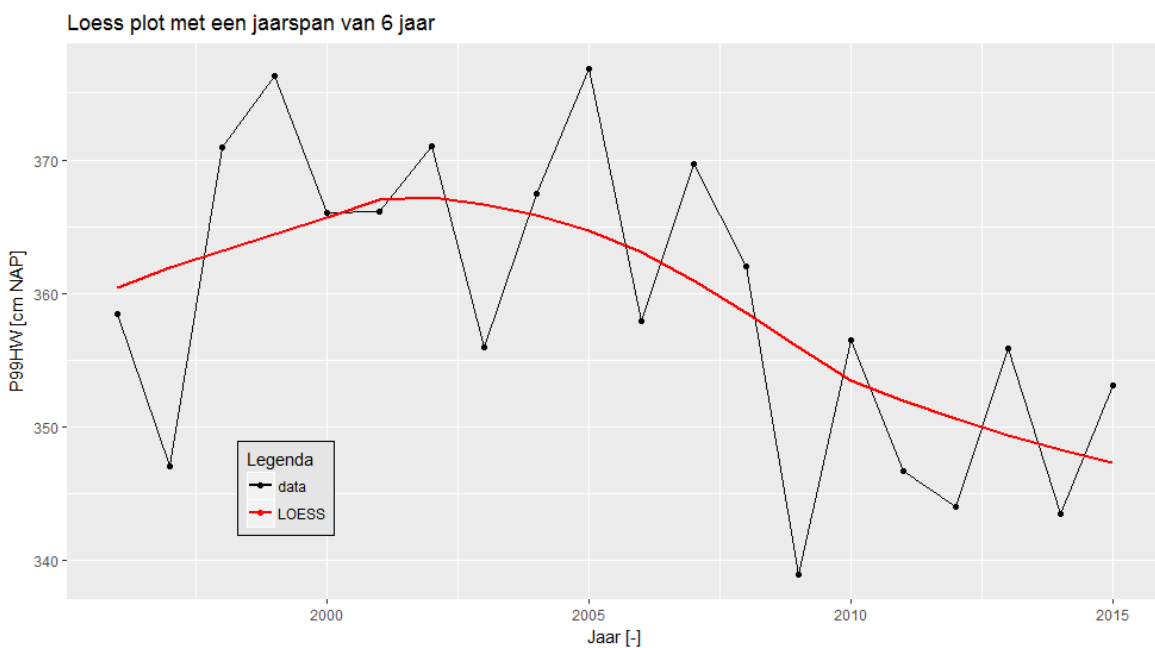
Figuur A-76: Resultaten trendanalyse 99<sup>e</sup> percentiel hoogwaterstanden Overloop van Hansweert met de trends t/m 2009 en 2015 voor de periode 1997-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen.



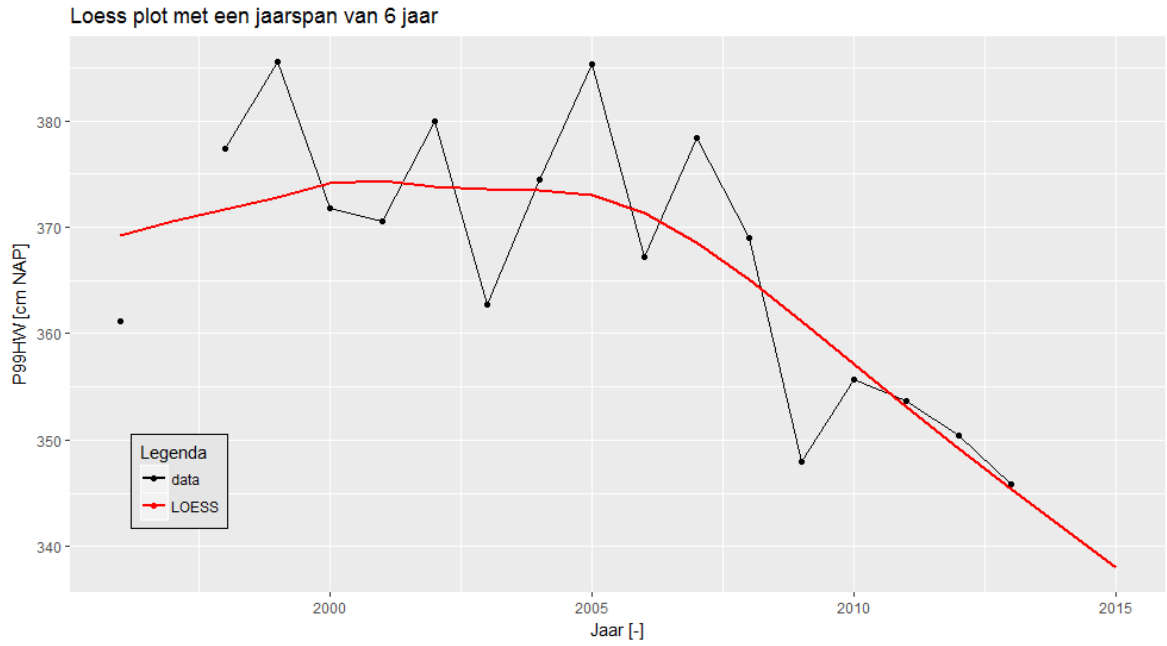
Figuur A-77: Residuen trendanalyse T2009 met een forecast t/m 2015 en de nieuwe trend t/m 2015 voor Overloop van Hansweert.



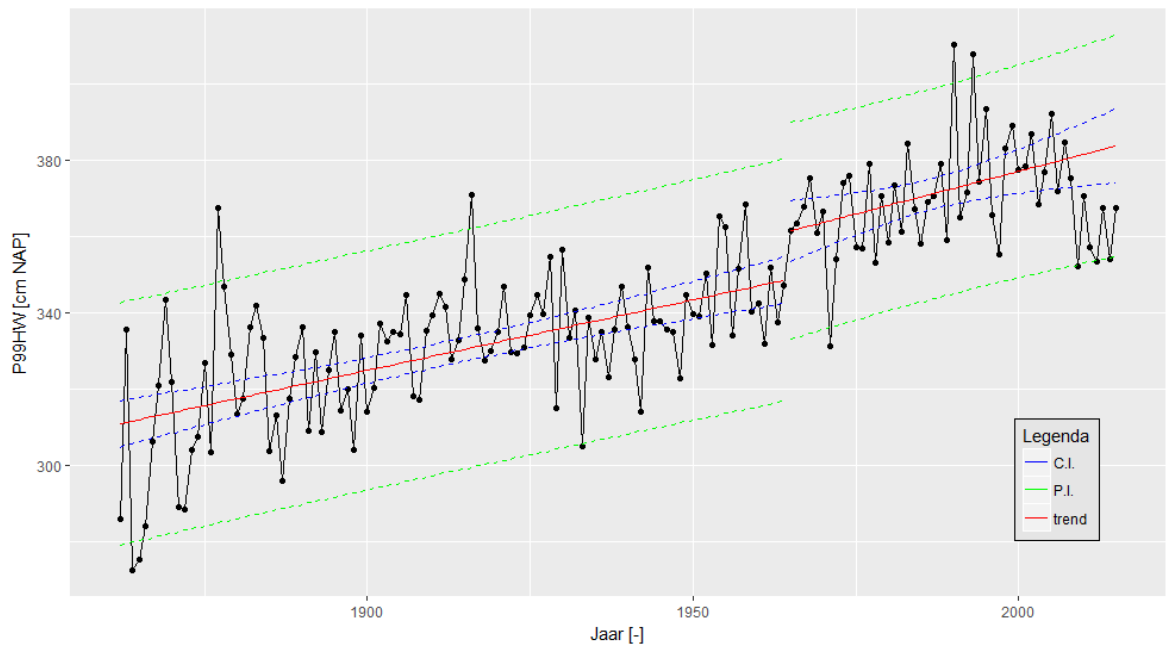
Figuur A-78: Datapunten van jaargemiddelde 99 percentiel hoogwaterstanden voor Walsoorden t/m 2015 voor de periode 1996-2015 en een LOESS filter met spanwijdte van 6 jaar.



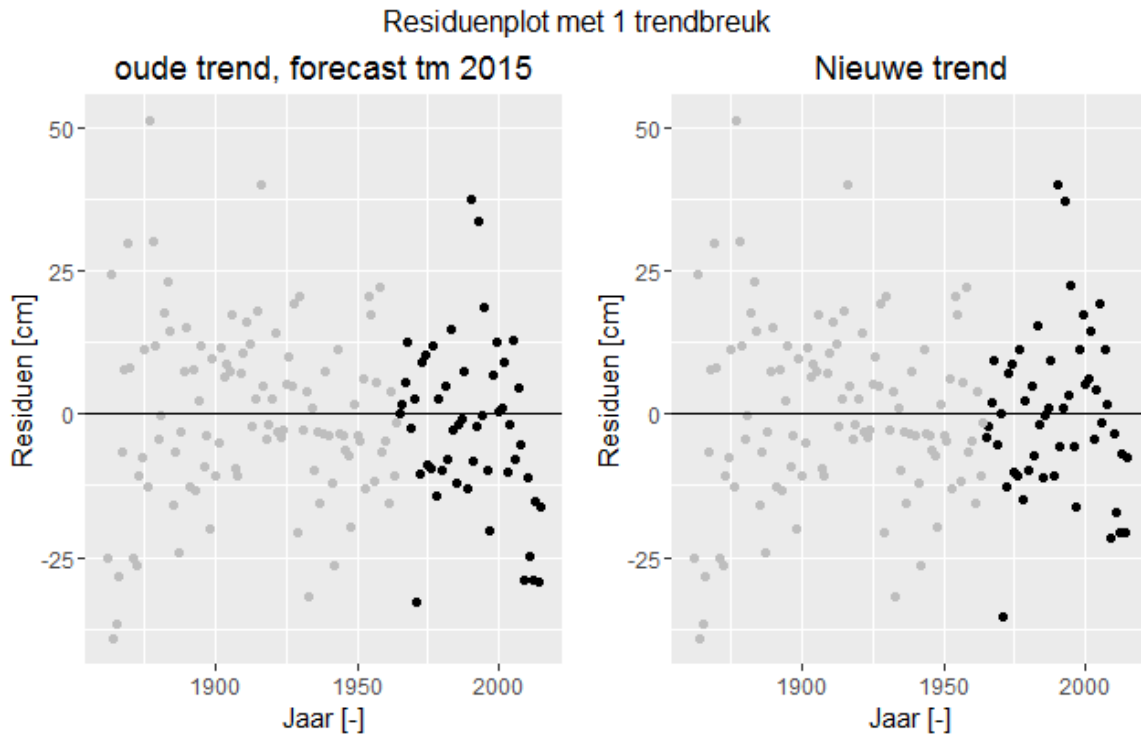
Figuur A-79: Datapunten van jaargemiddelde 99 percentiel hoogwaterstanden voor Baalhoek t/m 2015 voor de periode 1996-2015 en een LOESS filter met spanwijdte van 6 jaar.



Figuur A-80: Datapunten van jaargemiddelde 99 percentiel hoogwaterstanden voor Schaar van de Noord t/m 2015 voor de periode 1996-2015 en een LOESS filter met spanwijdte van 6 jaar.



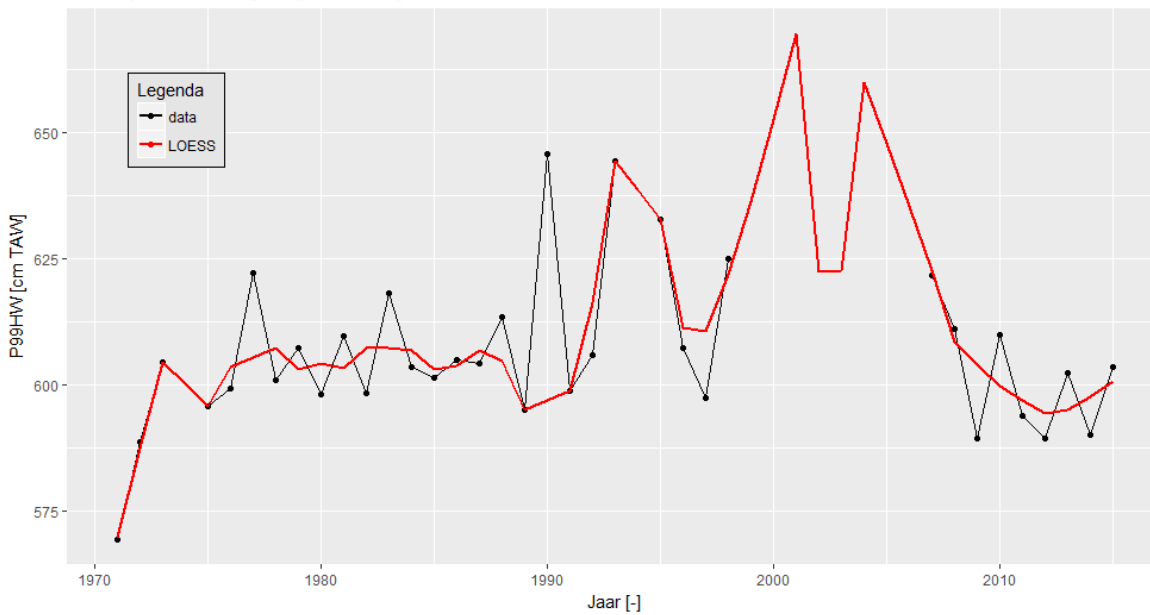
Figuur A-81: Resultaten trendanalyse 99<sup>e</sup> percentiel hoogwaterstanden Bath met de geëxtrapolerde trend van 2009 tot 2015 voor de periode 1982-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen. Trendbreuk: jaar 1965.



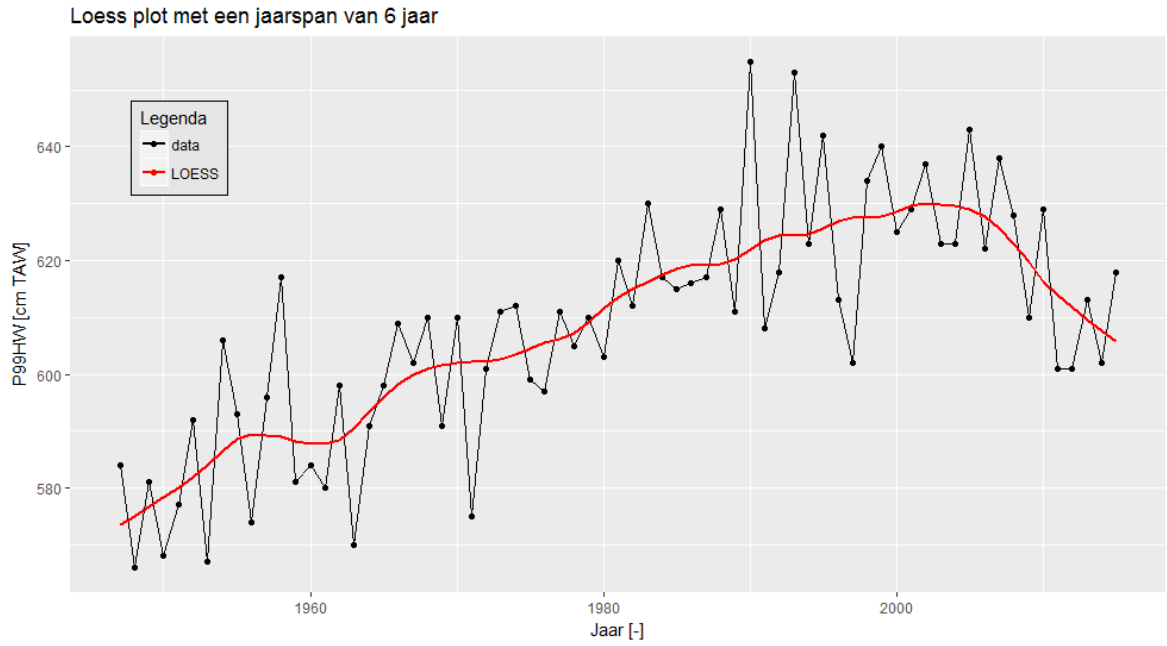
Figuur A-82: Residuen trendanalyse T2009 vanaf de trendbreuk in 1965 met een forecast t/m 2015 en de nieuwe trend t/m 2015 voor Bath.

Zeeschelde

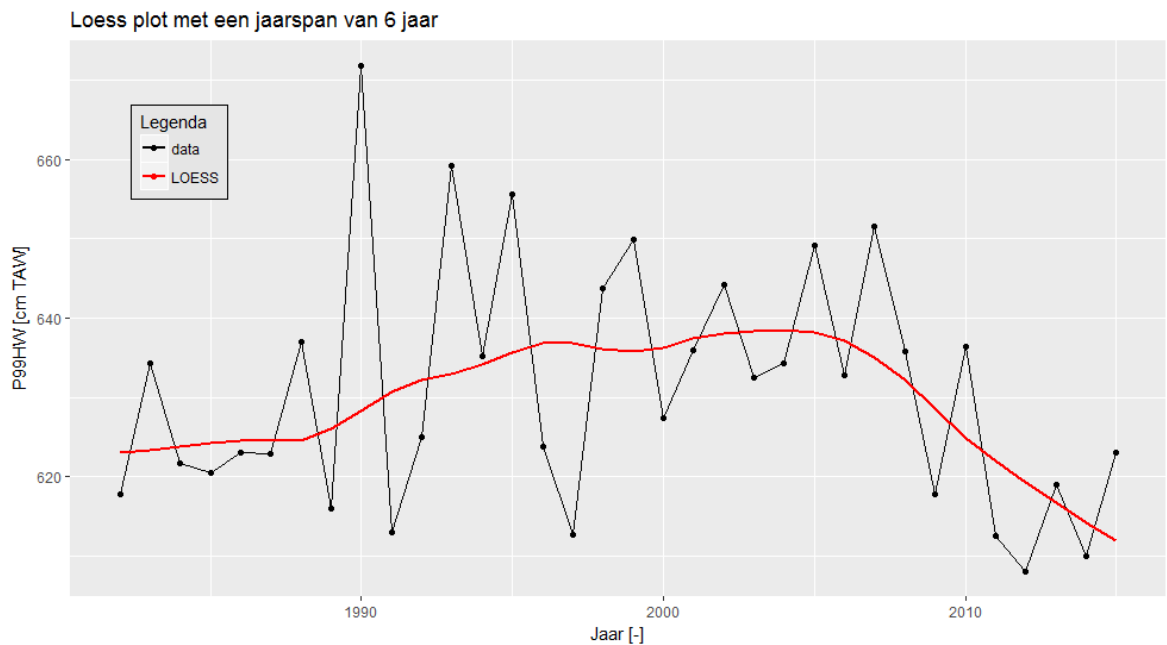
Loess plot met een jaarspan van 7 jaar



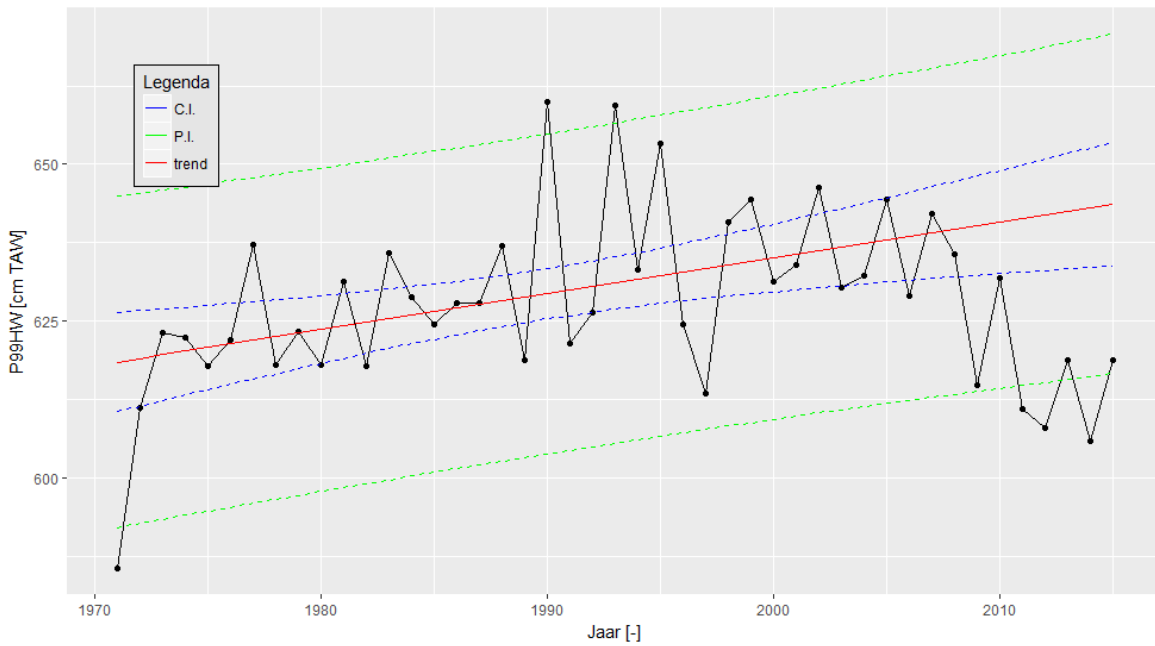
Figuur A-83: Datapunten van jaargemiddelde 99 percentiel hoogwaterstanden voor Prosperpolder t/m 2015 voor de periode 1971-2015 en een LOESS filter met spanwijdte van 7 jaar.



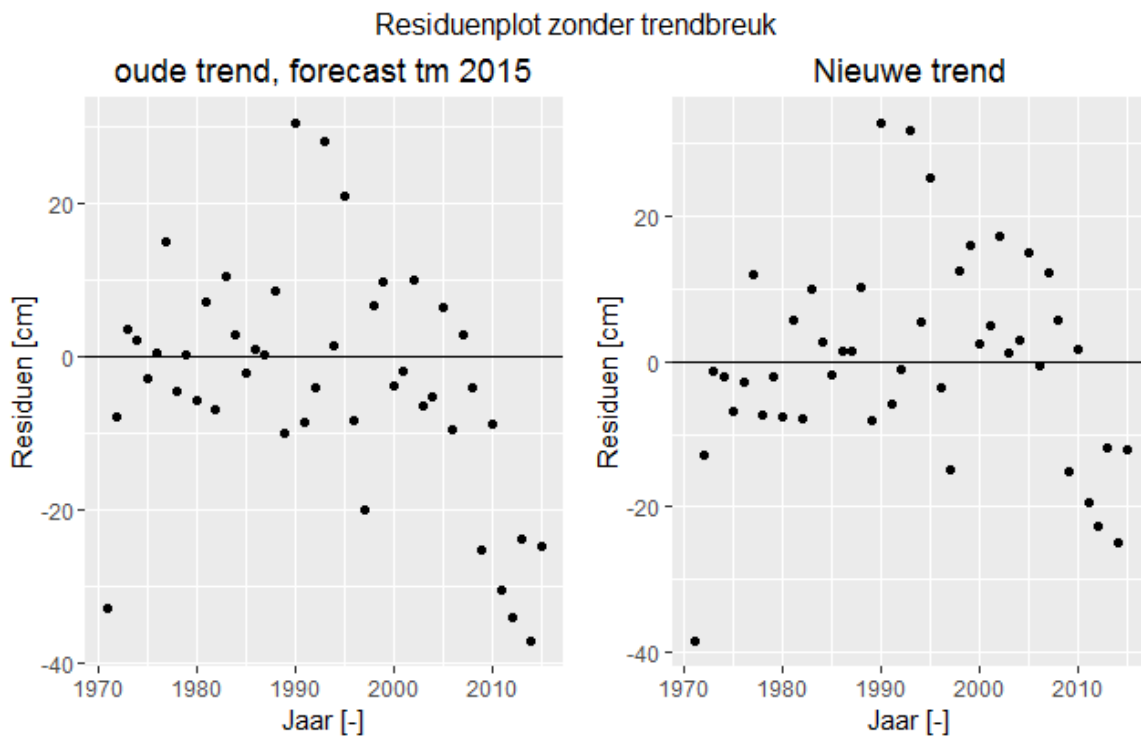
Figuur A-84: Datapunten van jaargemiddelde 99 percentiel hoogwaterstanden voor Liefkenshoek t/m 2015 voor de periode 1947-2015 en een LOESS filter met spanwijdte van 6 jaar.



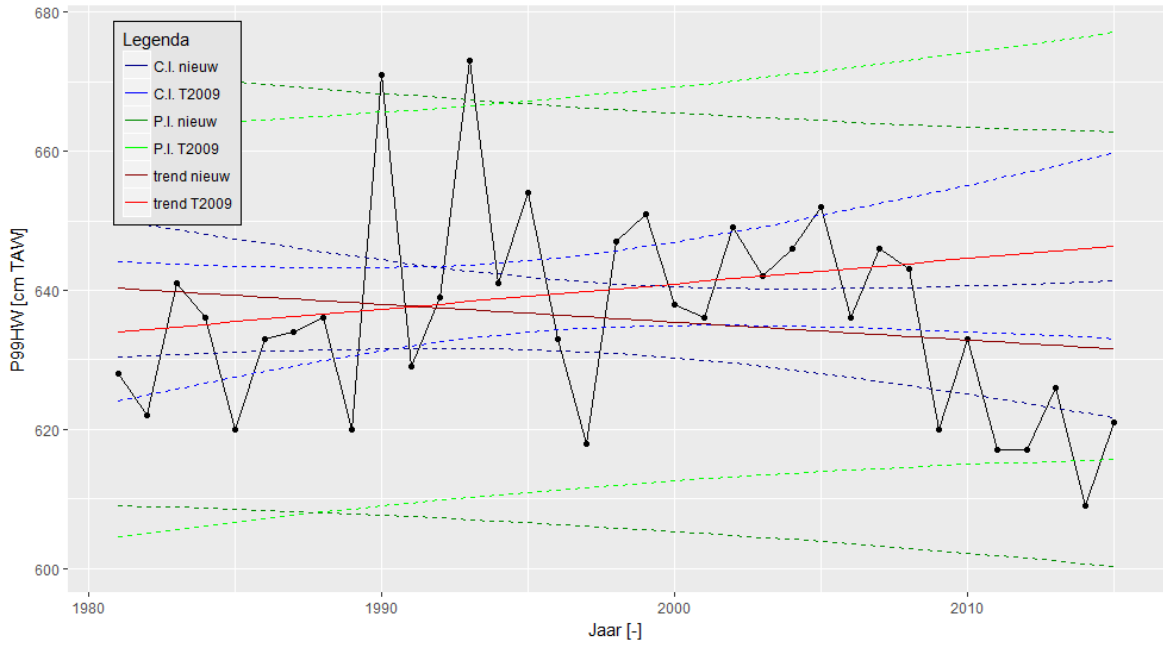
Figuur A-85: Datapunten van jaargemiddelde 99 percentiel hoogwaterstanden voor Kallosluis t/m 2015 voor de periode 1982-2015 en een LOESS filter met spanwijdte van 6 jaar.



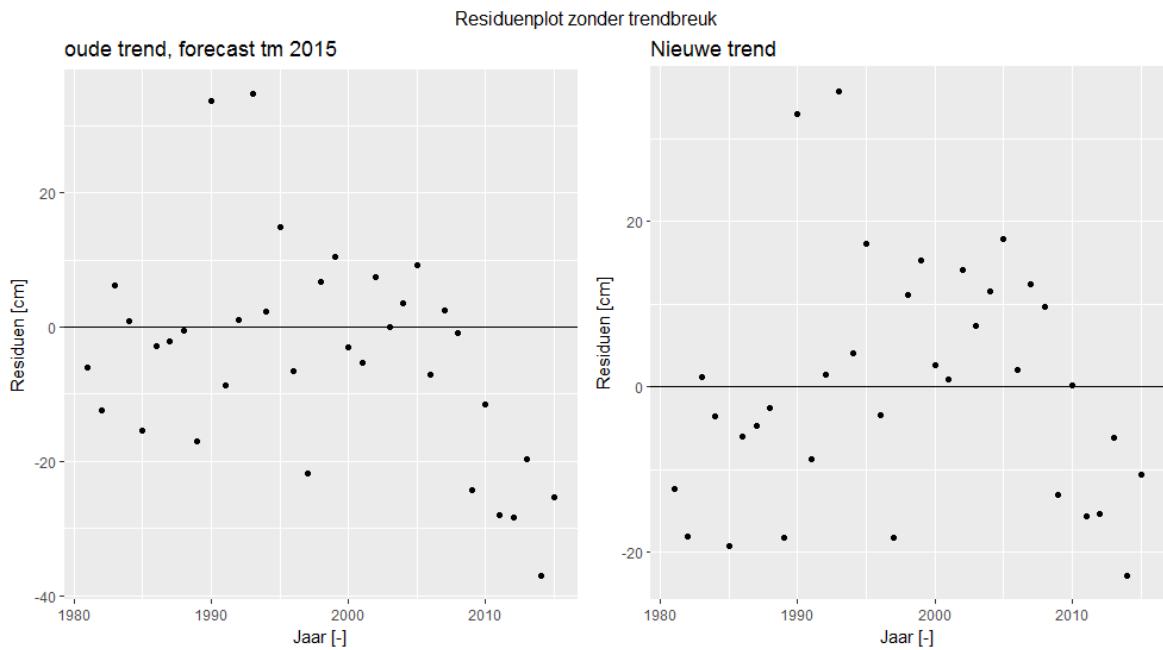
Figuur A-86: Resultaten trendanalyse 99<sup>e</sup> percentiel hoogwaterstanden Antwerpen met de trends t/m 2009 en 2015 voor de periode 1971-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen.



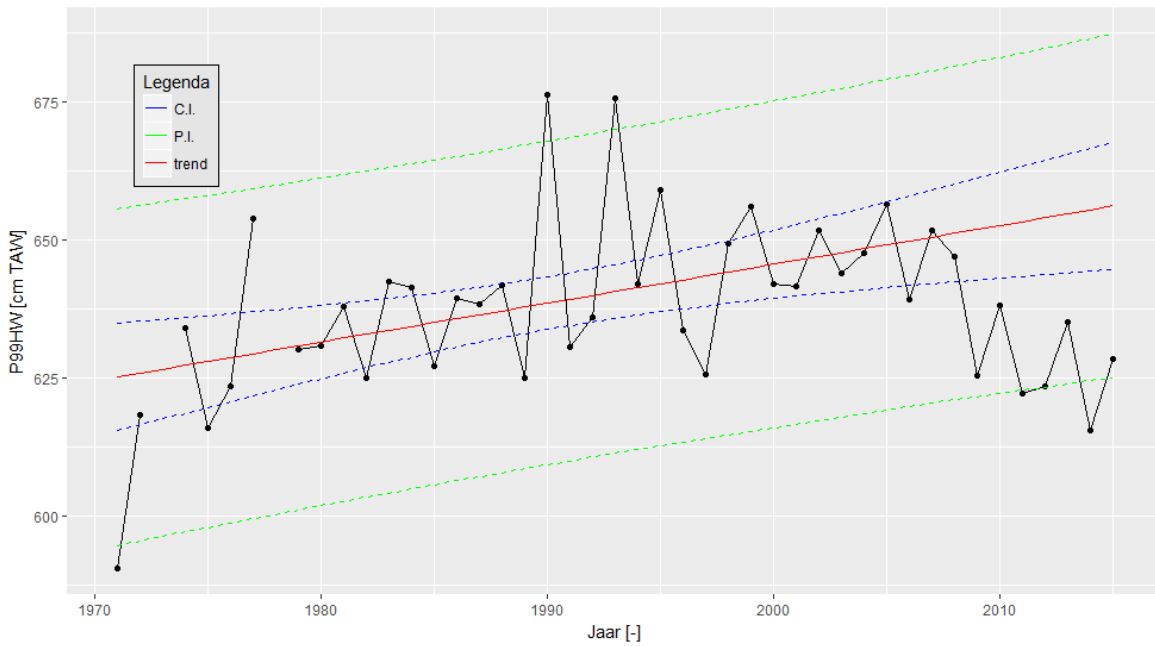
Figuur A-87: Residuen trendanalyse T2009 met een forecast t/m 2015 en de nieuwe trend t/m 2015 voor Antwerpen.



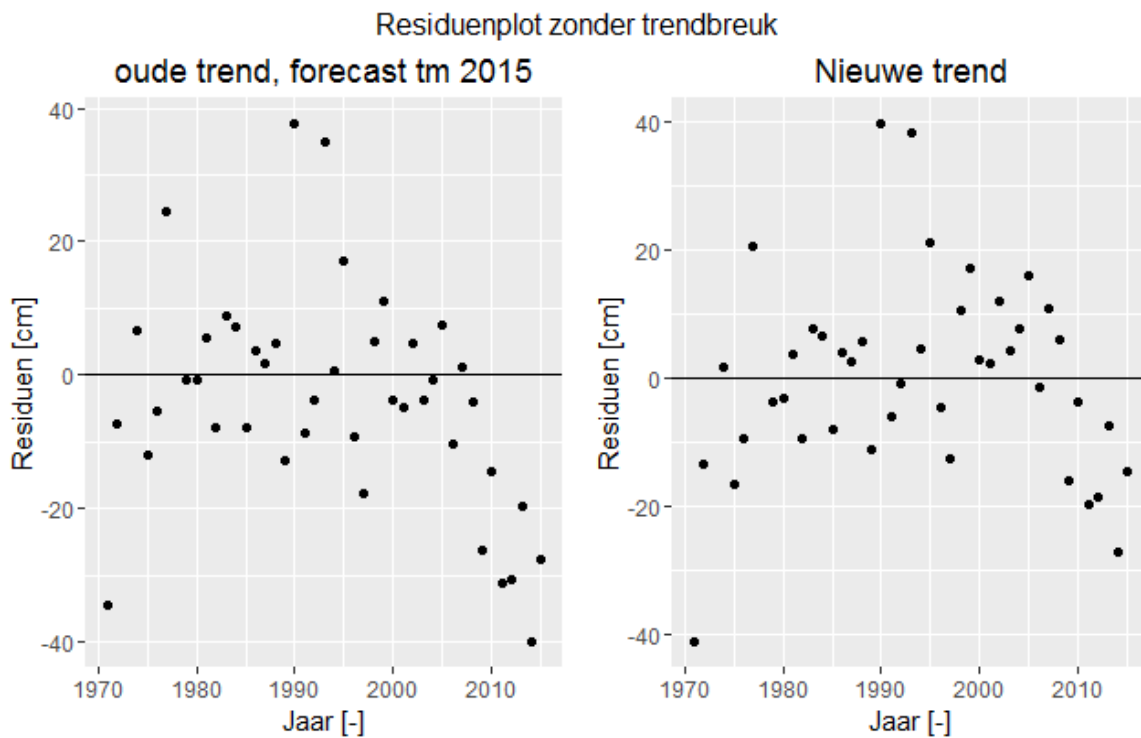
Figuur A-88: Resultaten trendanalyse 99<sup>e</sup> percentiel hoogwaterstanden Hemiksem met de trends t/m 2009 en 2015 voor de periode 1981-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen.



Figuur A-89: Residuen trendanalyse T2009 met een forecast t/m 2015 en de nieuwe trend t/m 2015 voor Hemiksem.

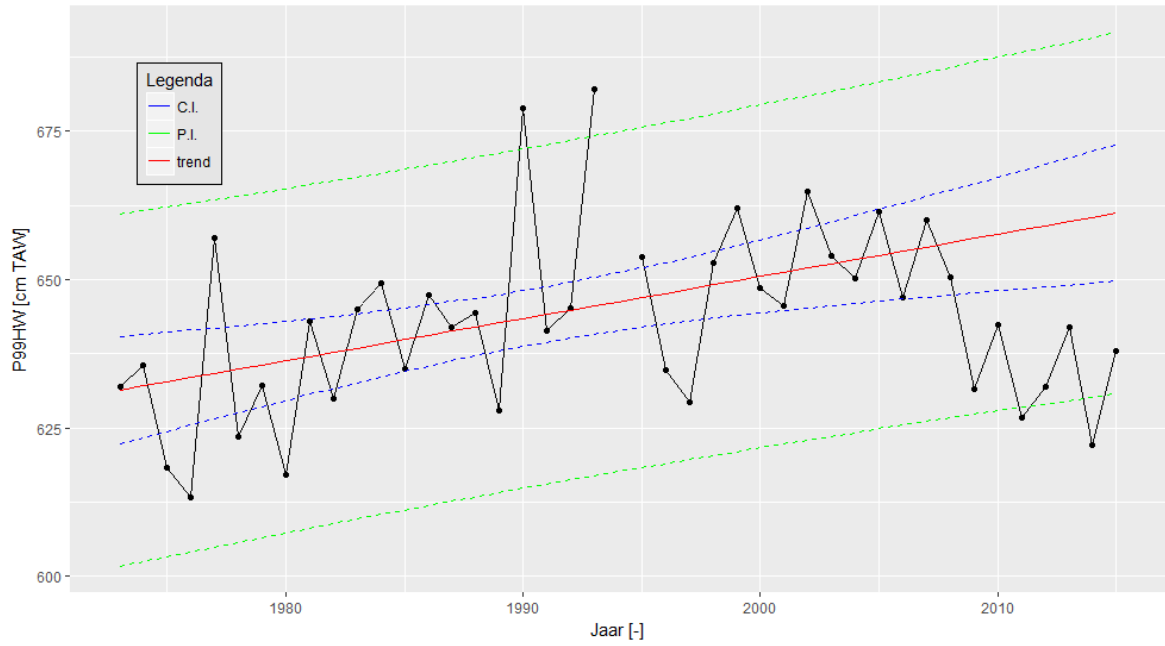


Figuur A-90: Resultaten trendanalyse 99<sup>e</sup> percentiel hoogwaterstanden Schelle met de trends t/m 2009 en 2015 voor de periode 1971-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen.

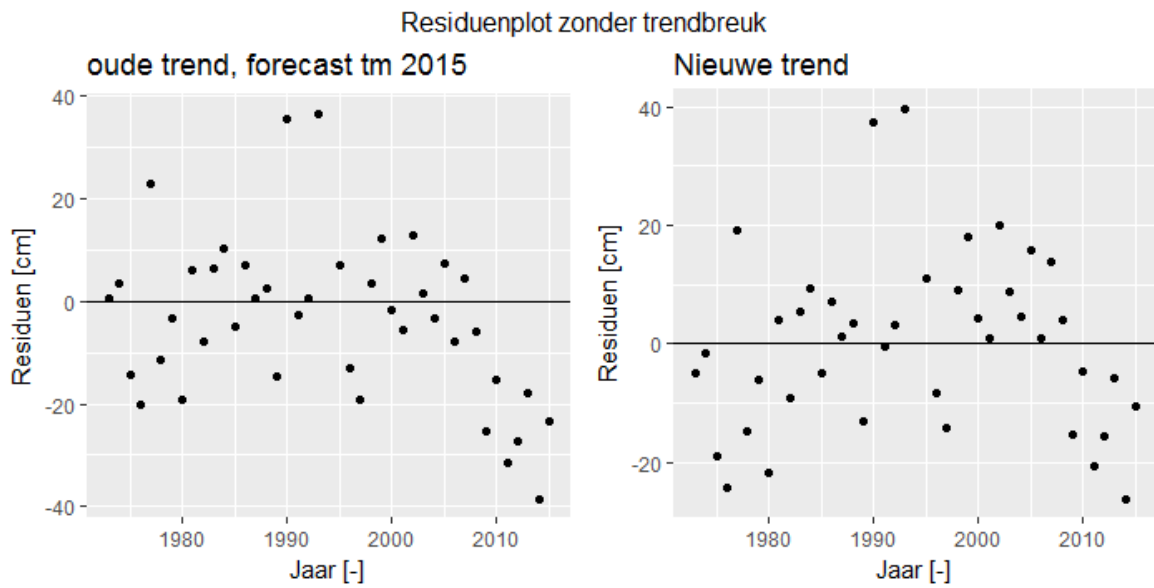


Figuur A-91: Residuen trendanalyse T2009 met een forecast t/m 2015 en de nieuwe trend t/m 2015 voor Schelle.

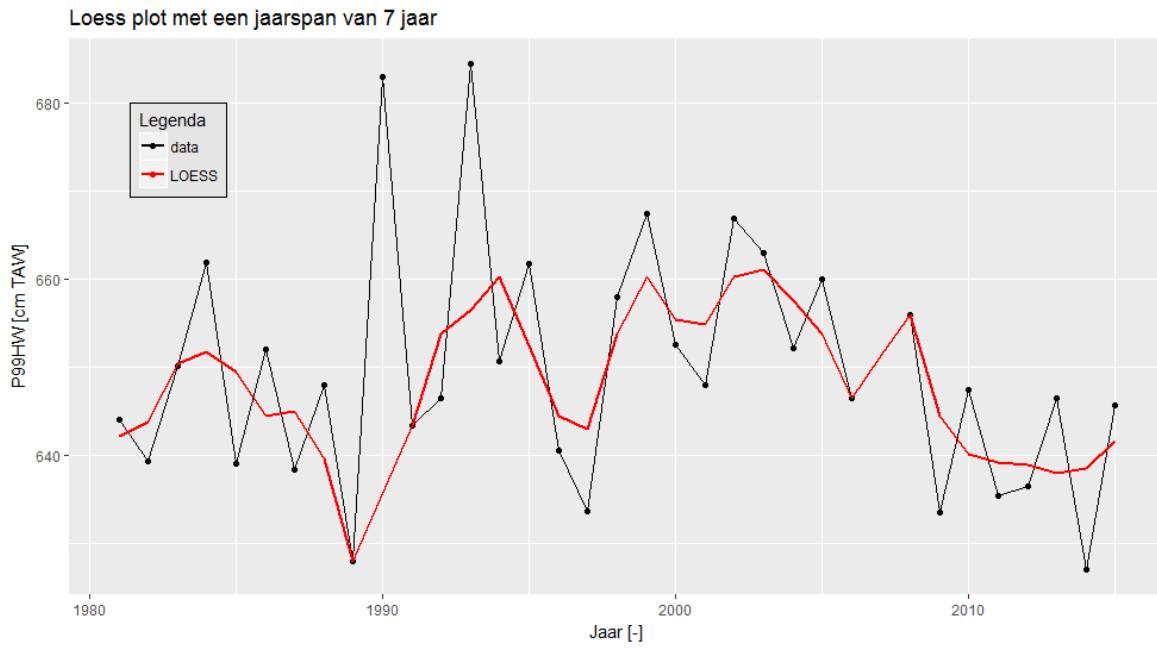




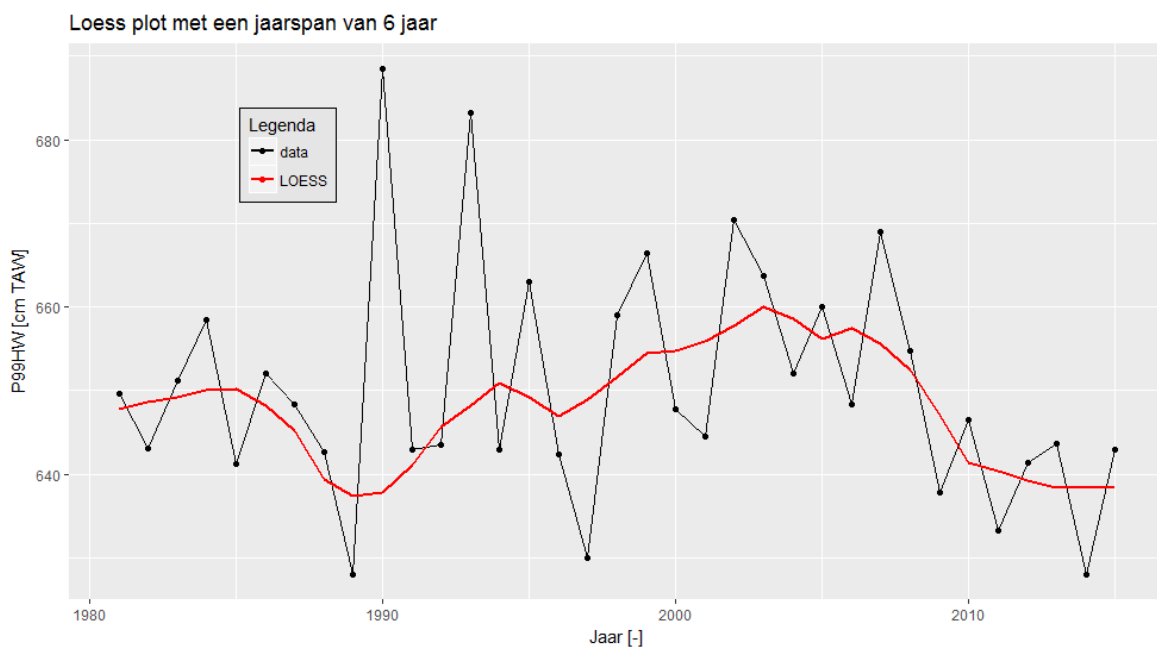
Figuur A-92: Resultaten trendanalyse 99<sup>e</sup> percentiel hoogwaterstanden Boom met de trends t/m 2009 en 2015 voor de periode 1973-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen.



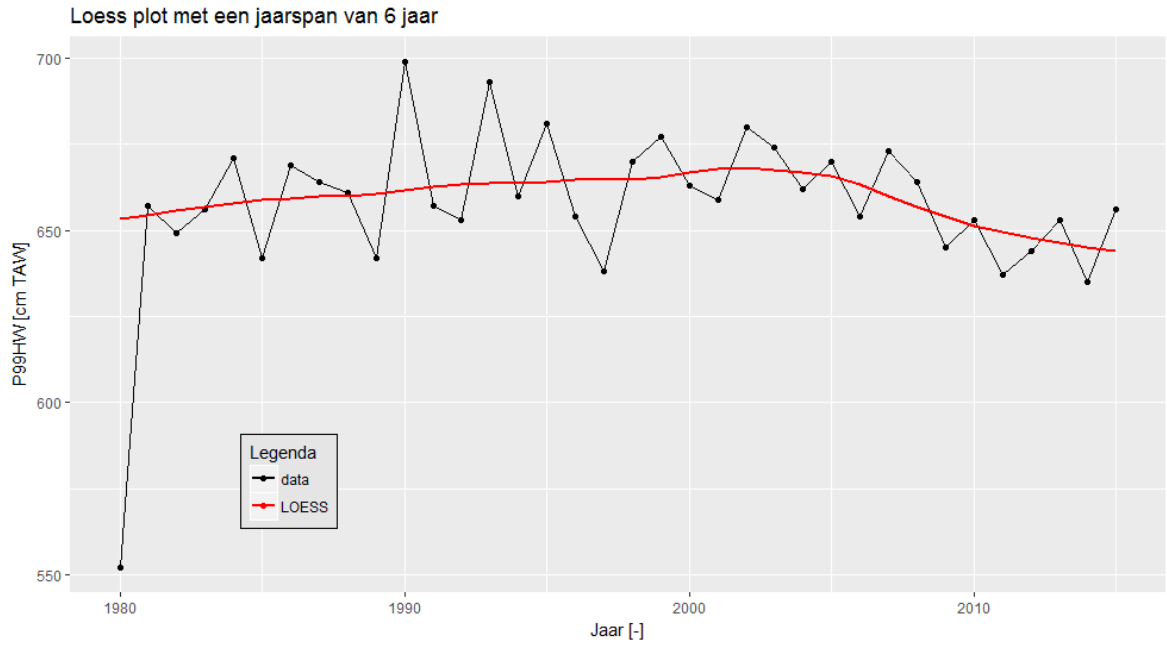
Figuur A-93: Residuen trendanalyse T2009 met een forecast t/m 2015 en de nieuwe trend t/m 2015 voor Boom.



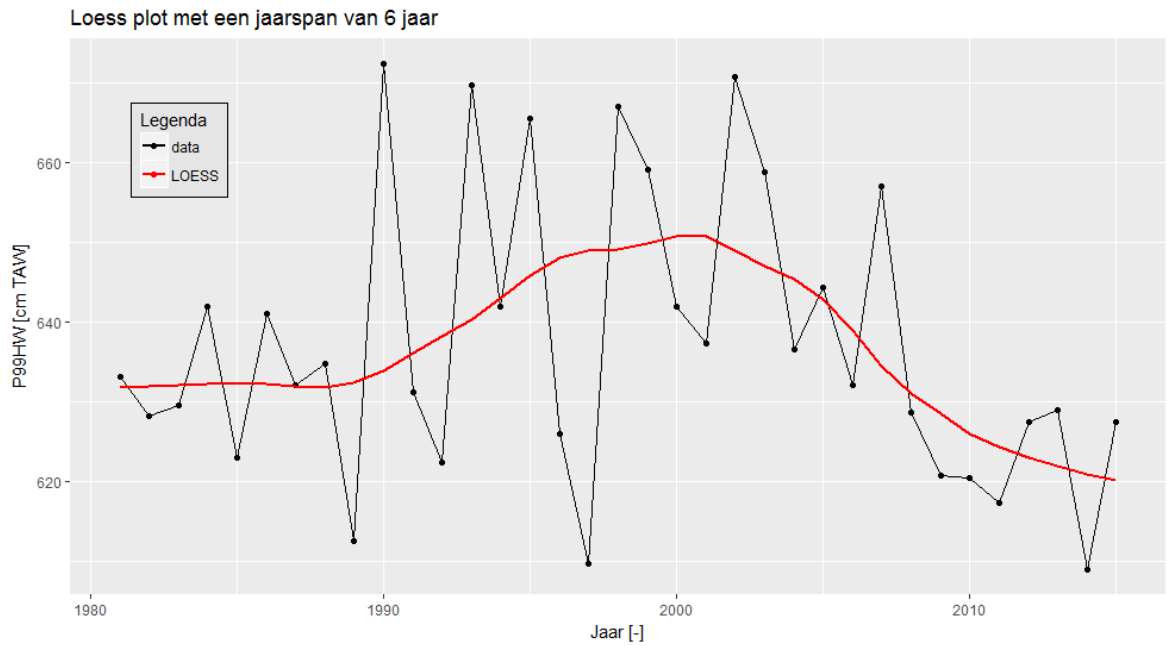
Figuur A-94: Datapunten van jaargemiddelde hoogwaterstanden voor Walem t/m 2015 voor de periode 1981-2015 en een LOESS filter met spanwijdte van 7 jaar.



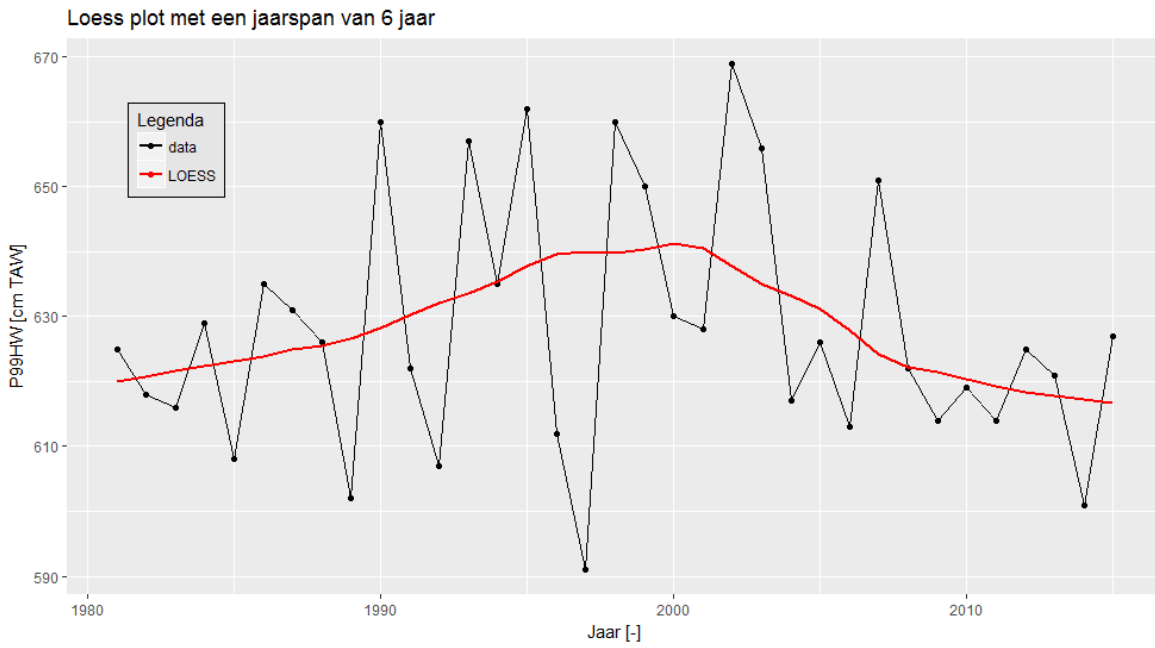
Figuur A-95: Datapunten van jaargemiddelde hoogwaterstanden voor Duffel-Sluis t/m 2015 voor de periode 1981-2015 en een LOESS filter met spanwijdte van 6 jaar.



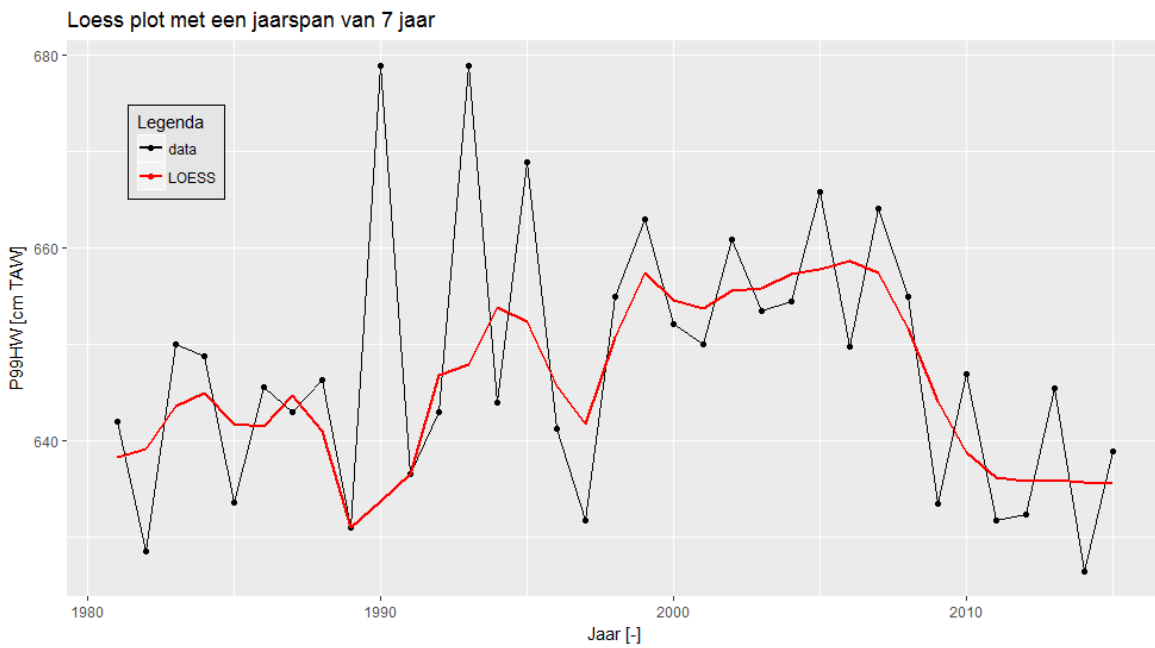
Figuur A-96: Datapunten van jaargemiddelde hoogwaterstanden voor Mechelen-Benedensluis t/m 2015 voor de periode 1980-2015 en een LOESS filter met spanwijdte van 6 jaar.



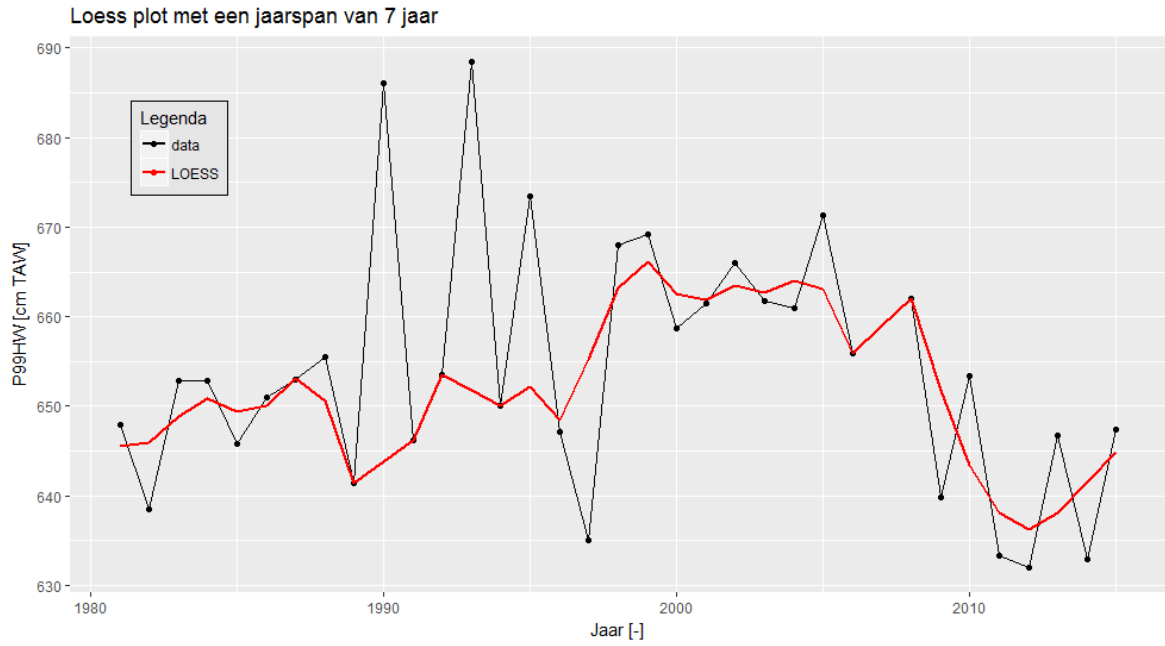
Figuur A-97: Datapunten van jaargemiddelde hoogwaterstanden voor Lier-Molbrug t/m 2015 voor de periode 1981-2015 en een LOESS filter met spanwijdte van 6 jaar.



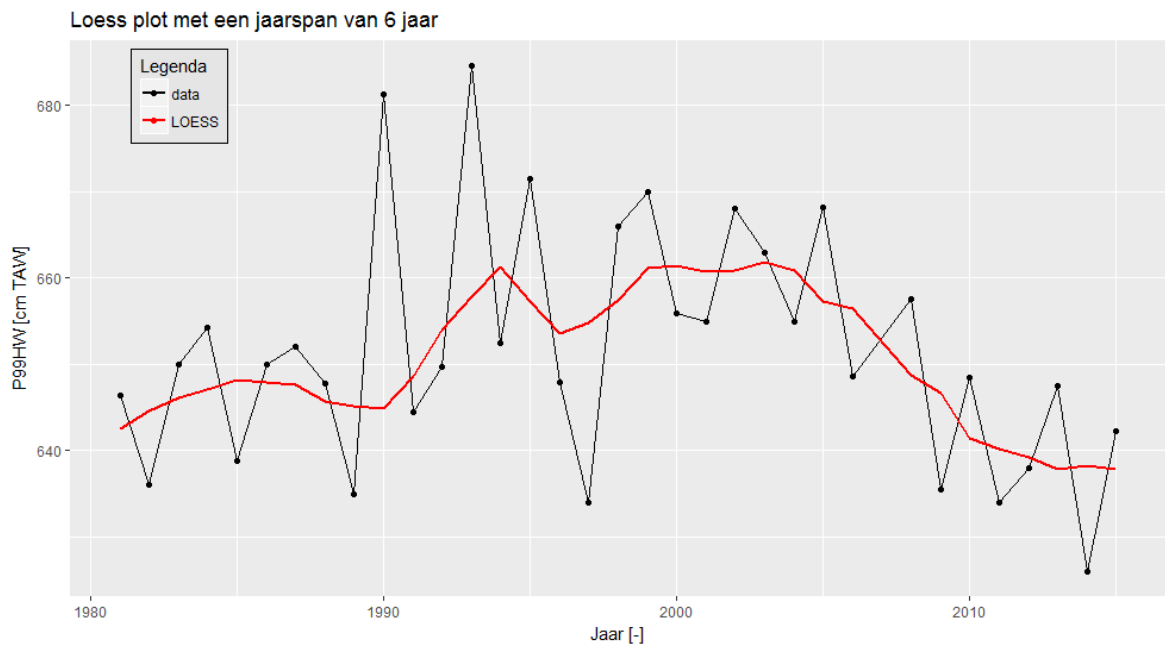
Figuur A-98: Datapunten van jaargemiddelde hoogwaterstanden voor Lier-Maasfort t/m 2015 voor de periode 1981-2015 en een LOESS filter met spanwijdte van 6 jaar.



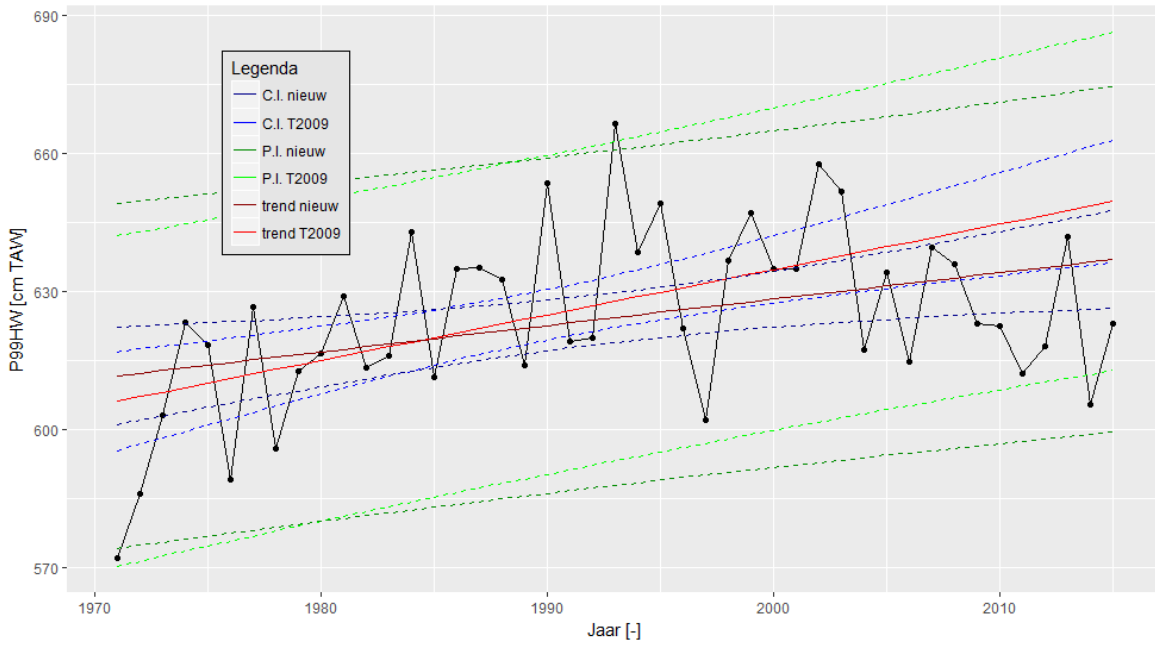
Figuur A-99: Datapunten van jaargemiddelde hoogwaterstanden voor Temse t/m 2015 voor de periode 1981-2015 en een LOESS filter met spanwijdte van 7 jaar.



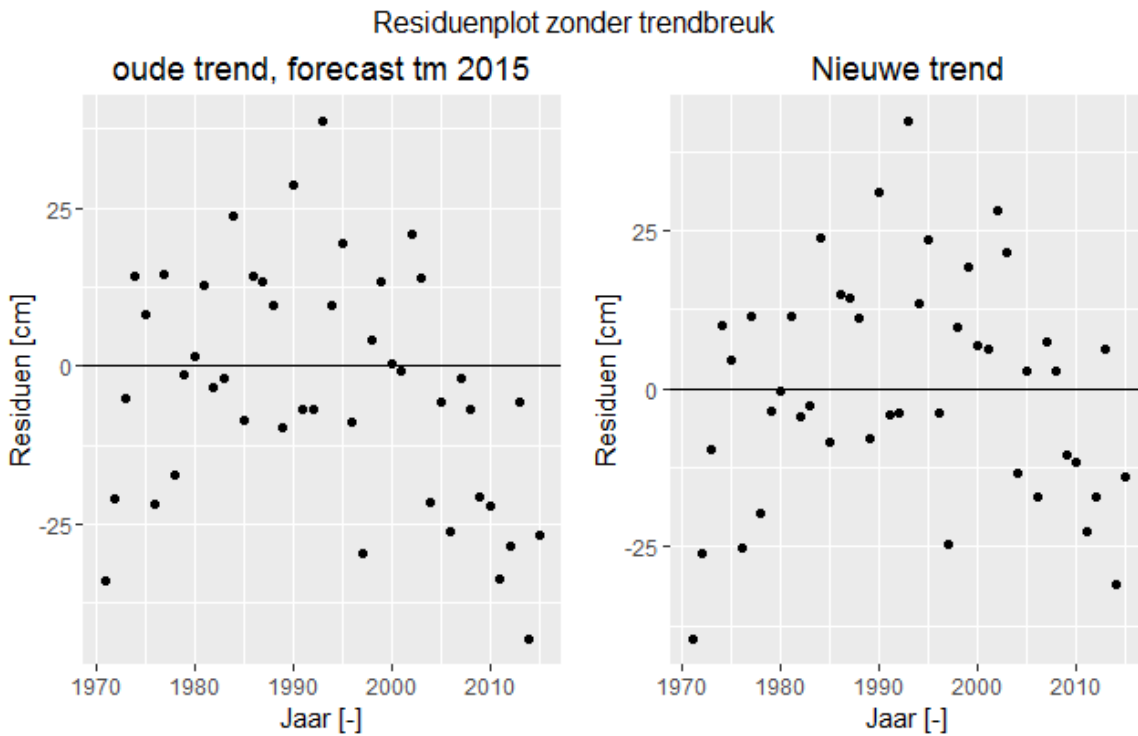
Figuur A-100: Datapunten van jaargemiddelde hoogwaterstanden voor Tielrode t/m 2015 voor de periode 1981-2015 en een LOESS filter met spanwijdte van 7 jaar.



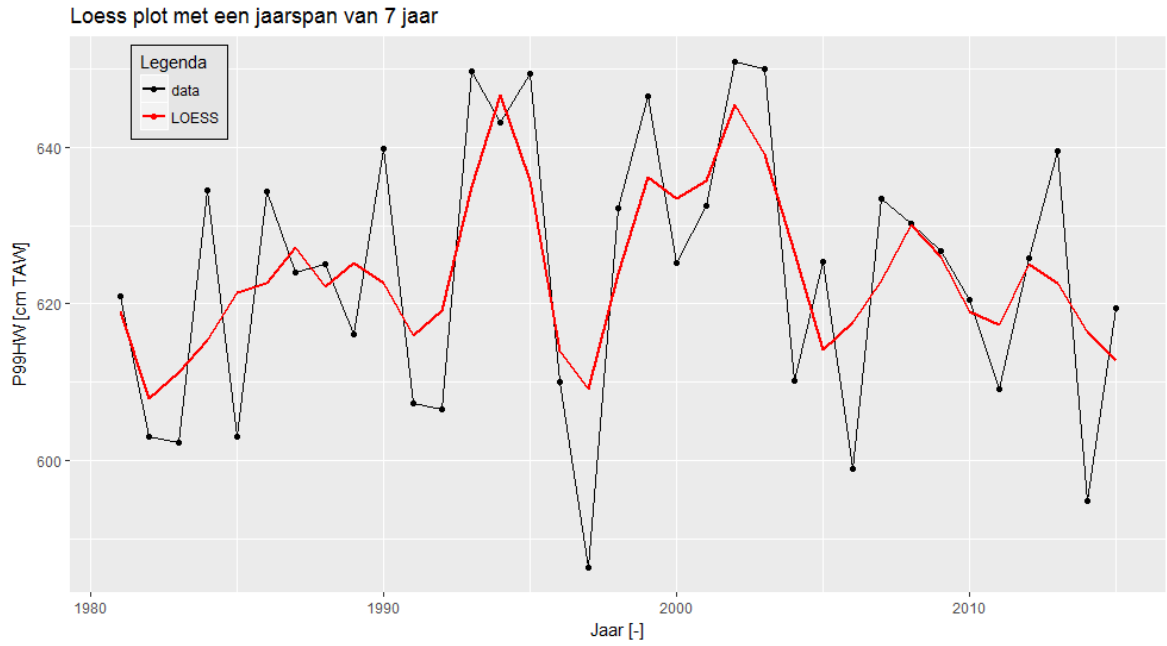
Figuur A-101: Datapunten van jaargemiddelde hoogwaterstanden voor Sint-Amands t/m 2015 voor de periode 1981-2015 en een LOESS filter met spanwijdte van 6 jaar.



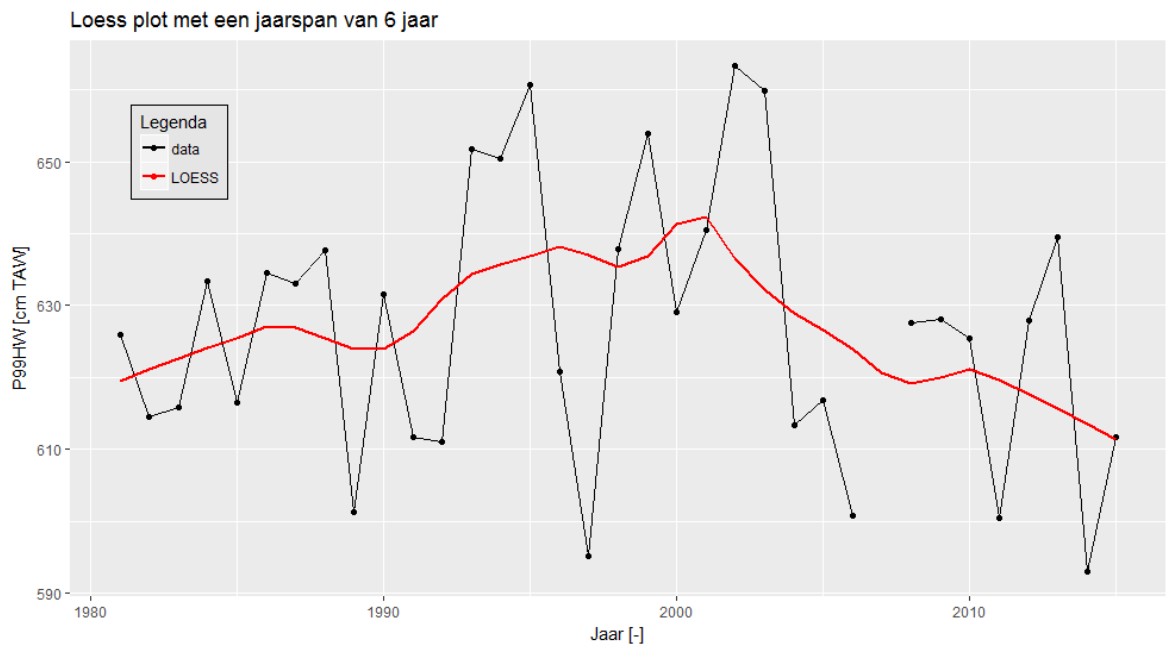
Figuur A-102: Resultaten trendanalyse 99<sup>e</sup> percentiel hoogwaterstanden Dendermonde met de trends t/m 2009 en 2015 voor de periode 1971-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen.



Figuur A-103: Residuen trendanalyse T2009 met een forecast t/m 2015 en de nieuwe trend t/m 2015 voor Dendermonde.



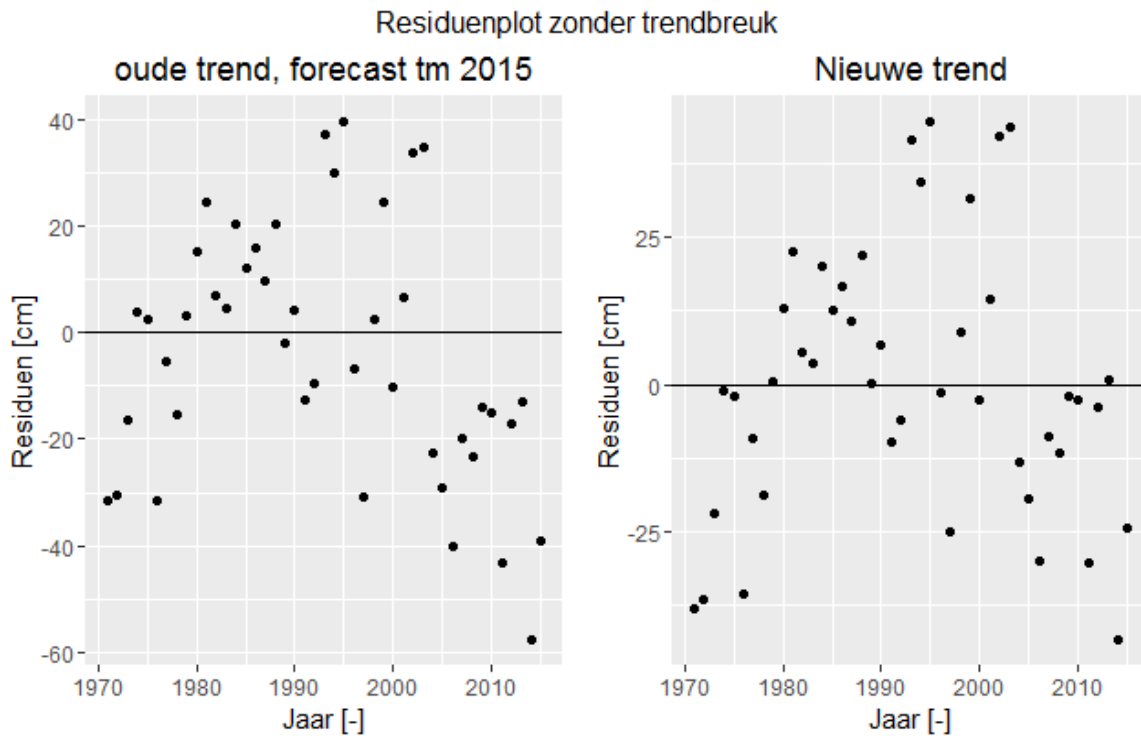
Figuur A-104: Datapunten van jaargemiddelde hoogwaterstanden voor Schoonaarde t/m 2015 voor de 1981-2015 en een LOESS filter met spanwijdte van 7 jaar.



Figuur A-105: Datapunten van jaargemiddelde hoogwaterstanden voor Wetteren t/m 2015 voor de periode 1981-2015 en een LOESS filter met spanwijdte van 6 jaar.



Figuur A-106: Resultaten trendanalyse 99<sup>e</sup> percentiel hoogwaterstanden Melle met de trends t/m 2009 en 2015 voor de periode 1971-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen

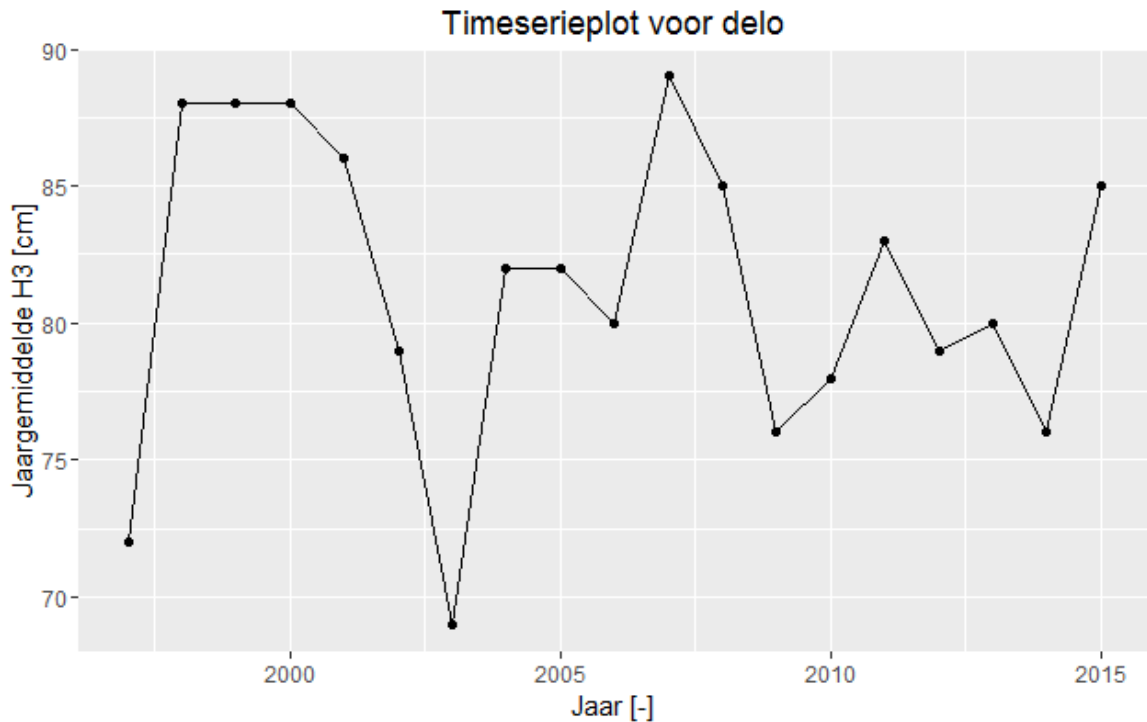


Figuur A-107: Residuen trendanalyse T2009 met een forecast t/m 2015 en de nieuwe trend t/m 2015 voor Melle.

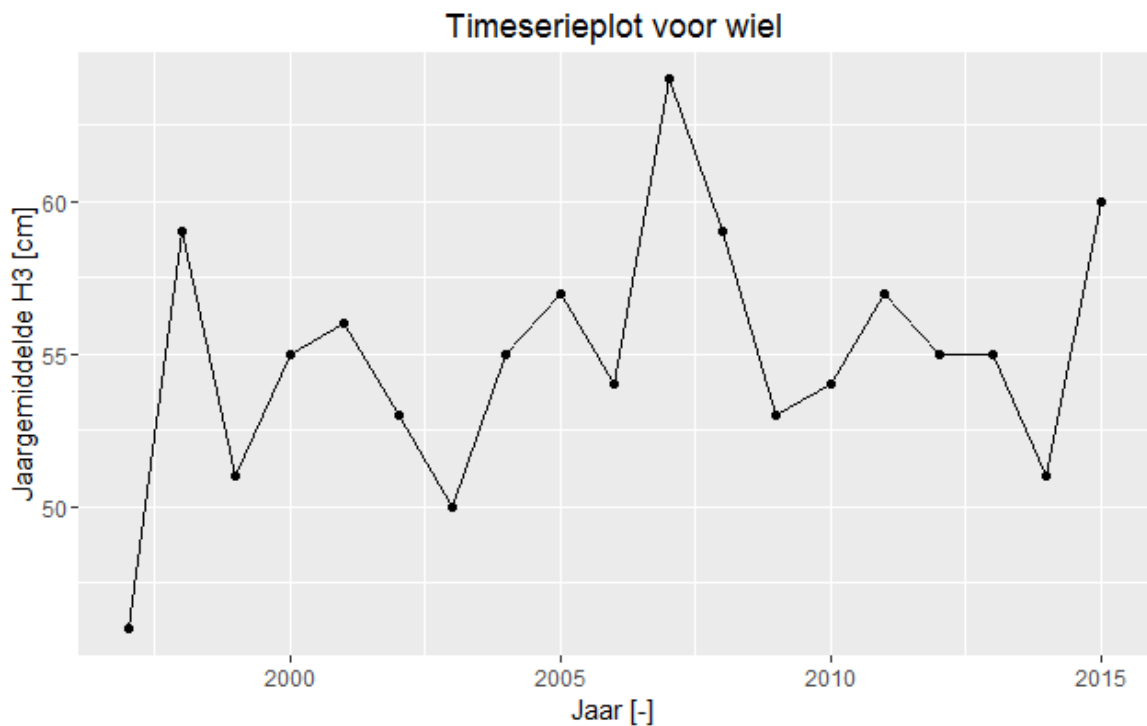


## Bijlage A.4 Rekenparameter jaargemiddelde significante golfhoogte

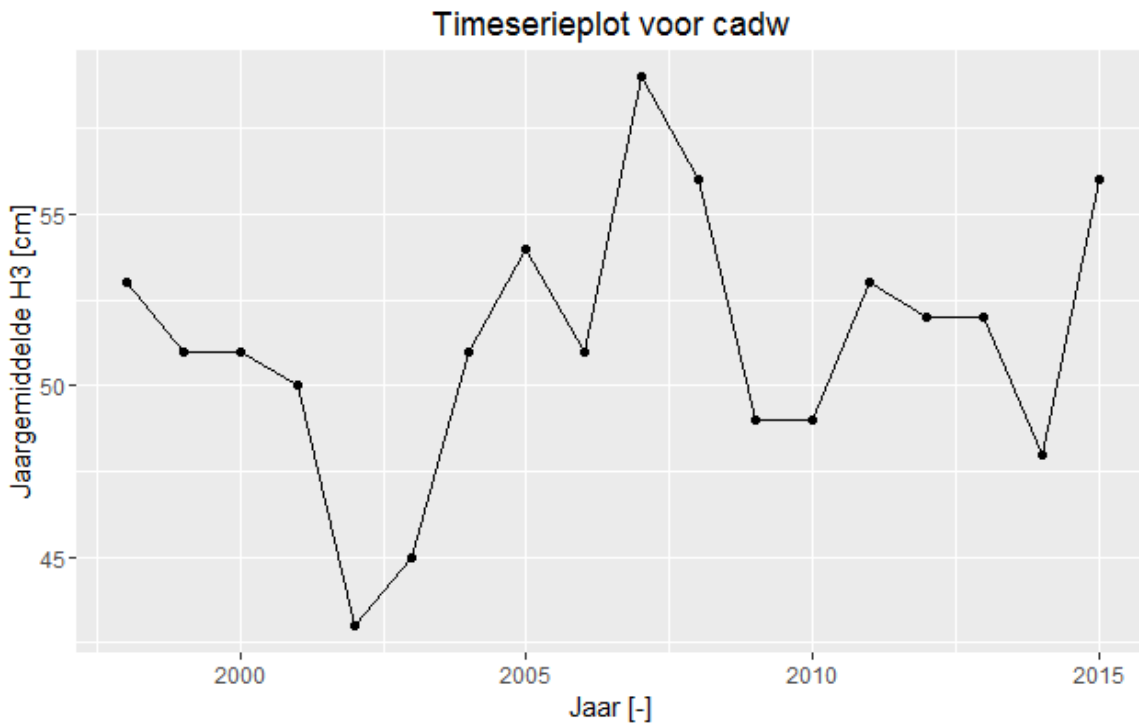
Buiten het estuarium en monding



Figuur A-108: Jaarlijks gemiddelde significante golfhoogte voor golfmeetboei Deurloo (DELO) 1997-2015.

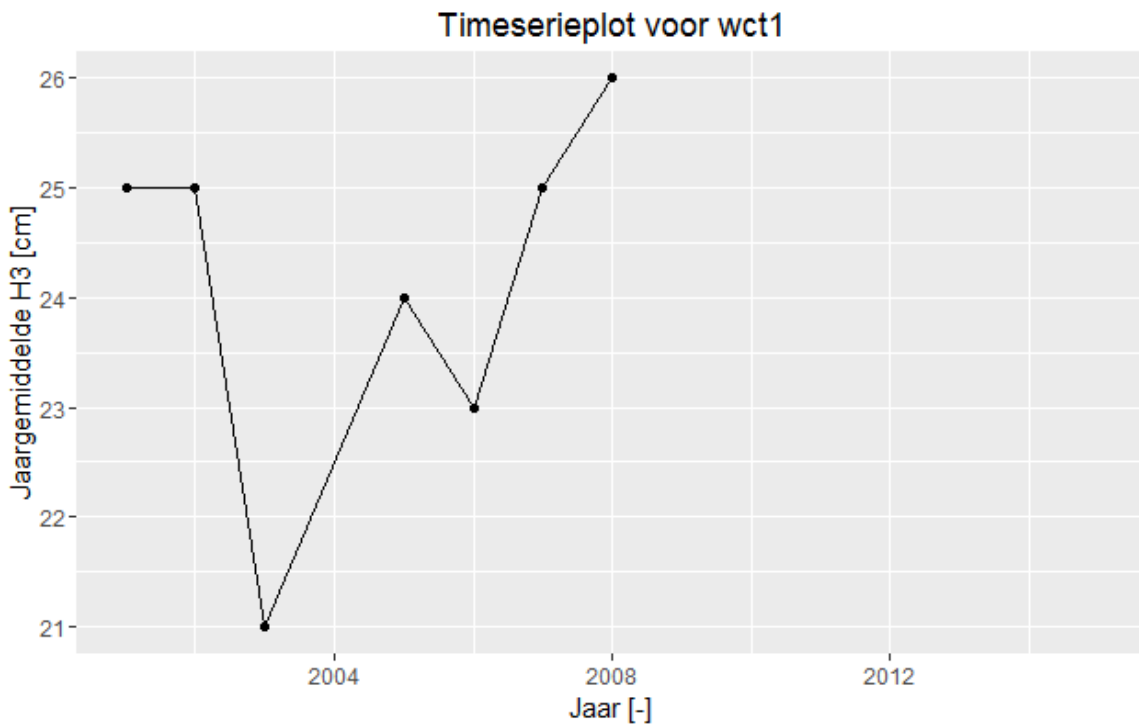


Figuur A-109: Jaarlijks gemiddelde significante golfhoogte voor golfmeetboei Wielingen (WIEL) 1997-2015.

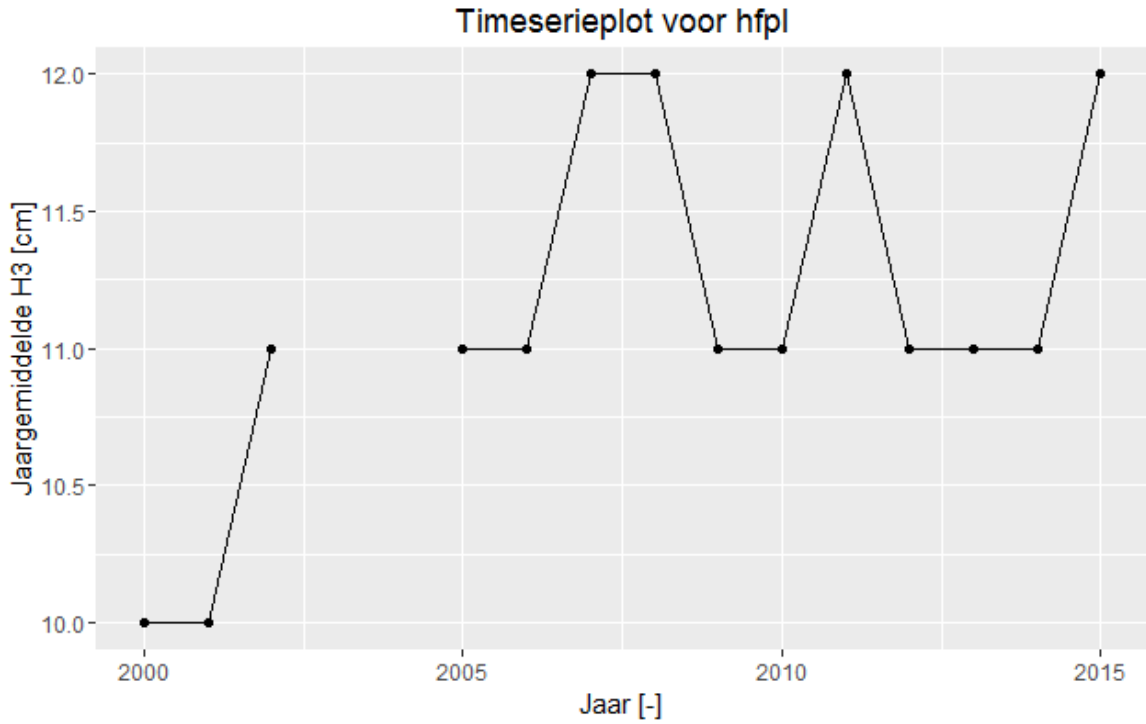


Figuur A-110: Jaarlijks gemiddelde significante golfhoogte voor golfmeetboei Cadzand (CADW) 1998-2015.

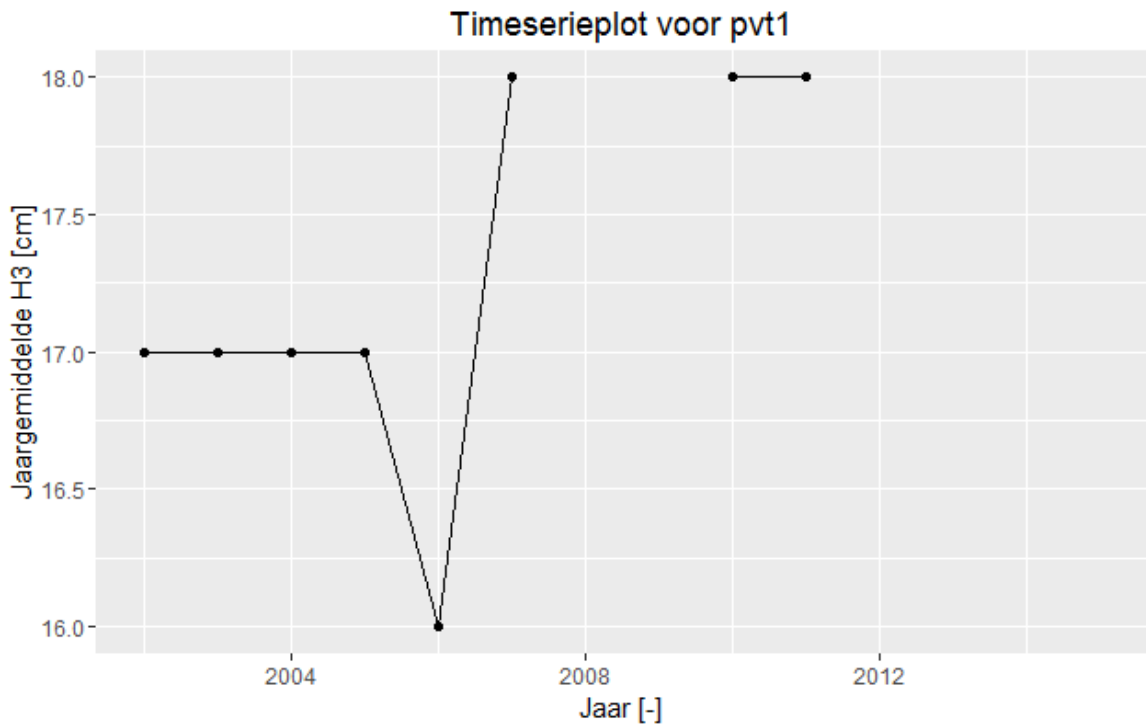
Westerschelde



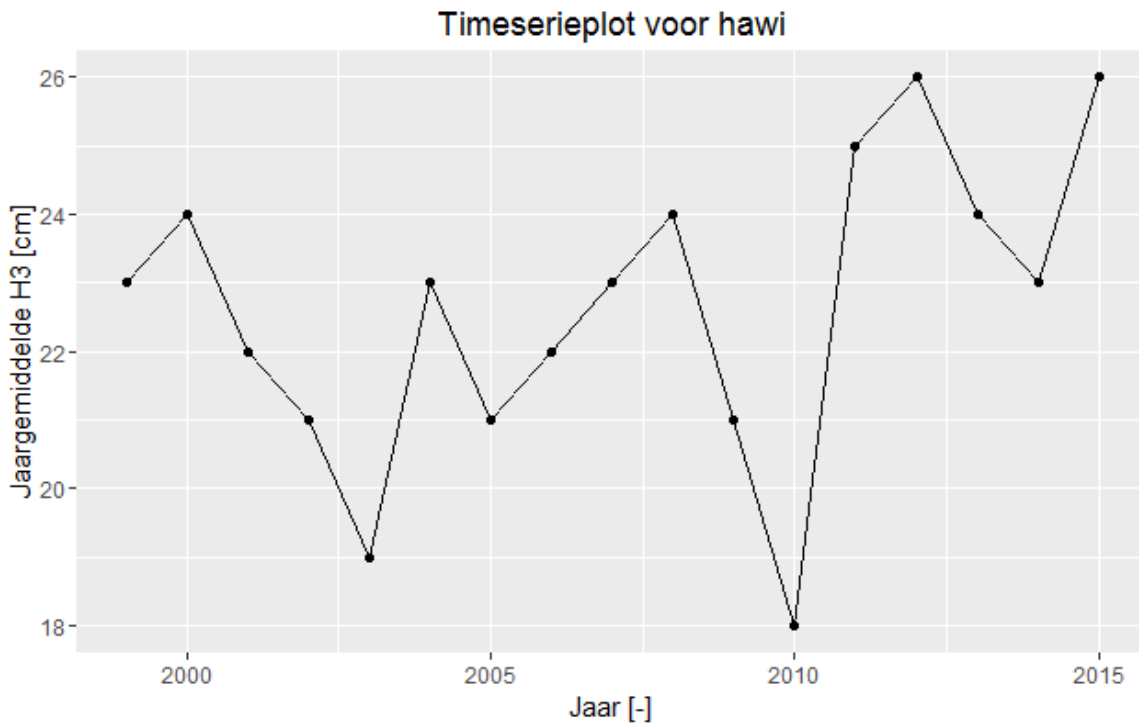
Figuur A-111: Jaarlijks gemiddelde significante golfhoogte voor golfmeetboei Westerschelde Container Terminal (WCT1) 2001-2015.



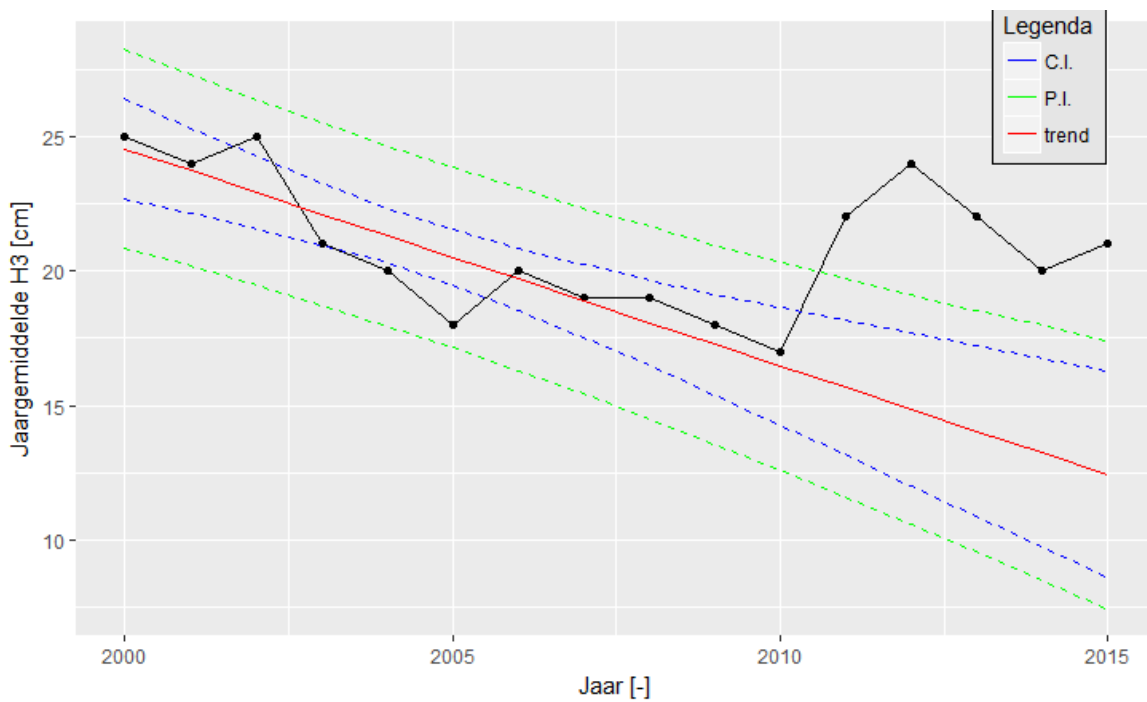
Figuur A-112: Jaarlijks gemiddelde significante golfhoogte voor golfmeetboei Hoofdplaat (HFPL) 2000-2015.



Figuur A-113: Jaarlijks gemiddelde significante golfhoogte voor golfmeetboei Pas van Terneuzen (PVT1) 2002-2015.



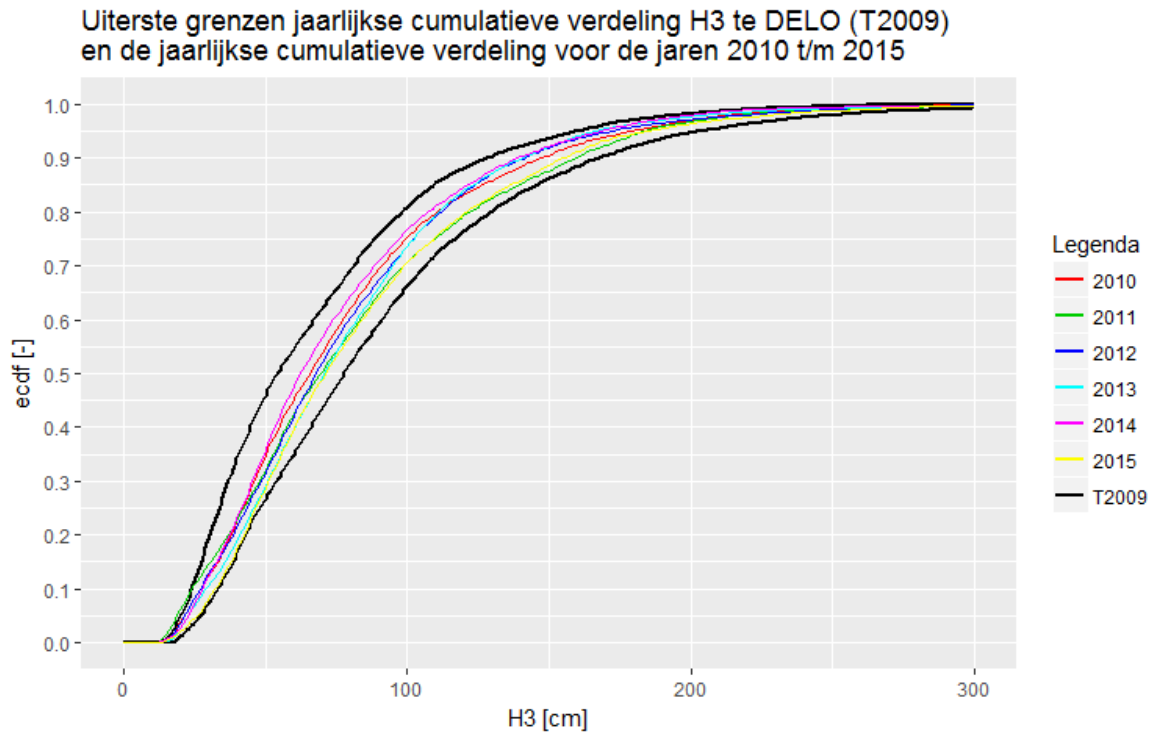
Figuur A-114: Jaarlijks gemiddelde significante golfhoogte voor golfmeetboei Hansweert (HAWI) 2000-2015.



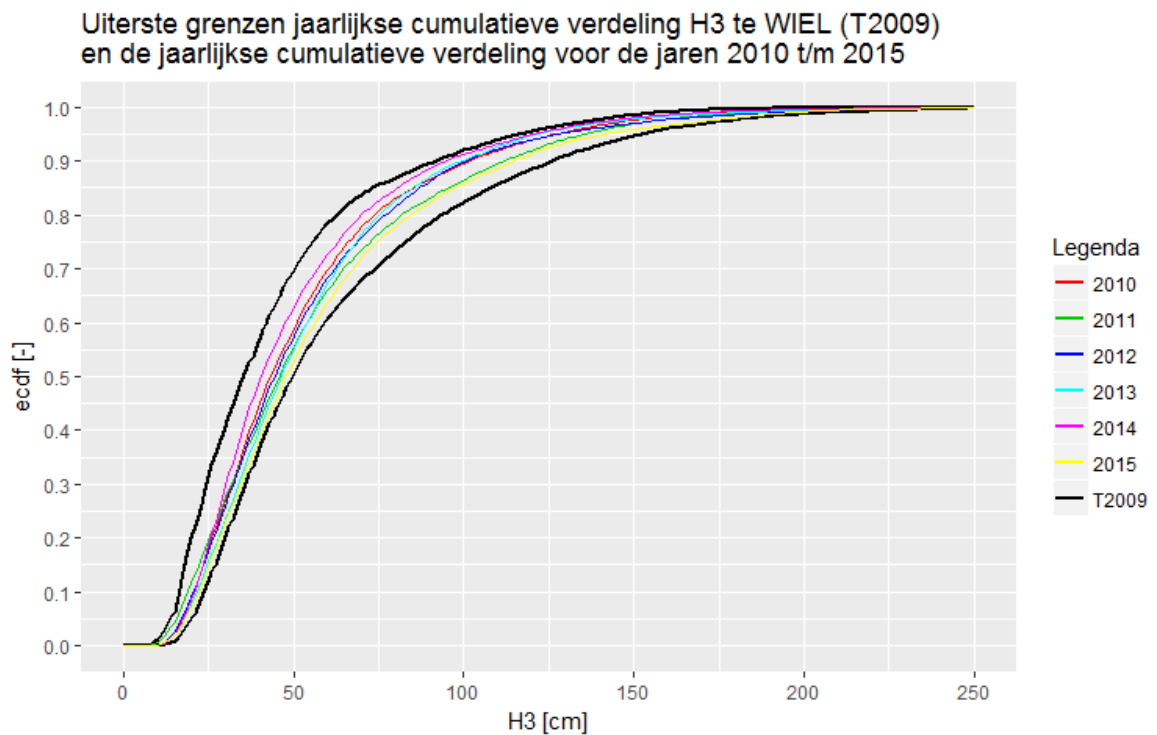
Figuur A-115: Jaarlijks gemiddelde significante golfhoogte voor golfmeetboei Bath 2000-2015 en de T2009 trend inclusief de bijbehorende betrouwbaarheids- en predictie-intervallen.

## Bijlage A.5 Cumulatieve verdeling jaargemiddelde significante golfhoogte

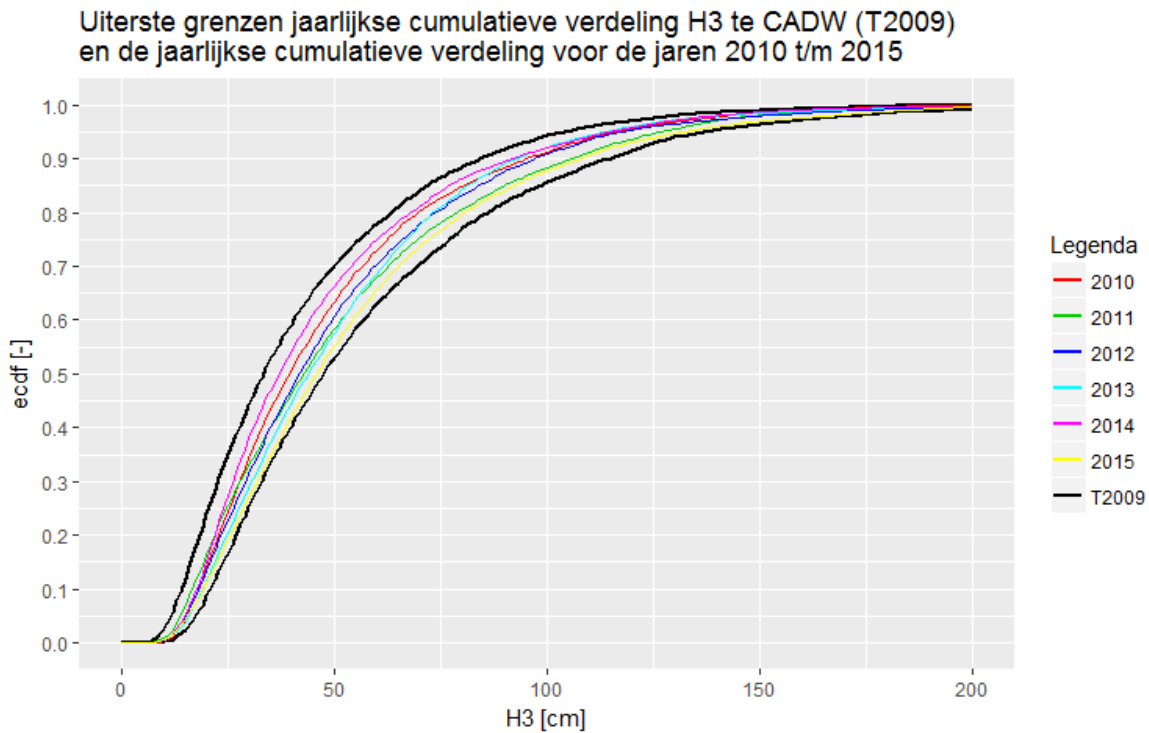
Buiten het estuarium en monding



Figuur A-116: Jaarlijkse cumulatieve verdelingen van de significante golfhoogte te Deurloo (2010-2015) en de uiterste grenzen.

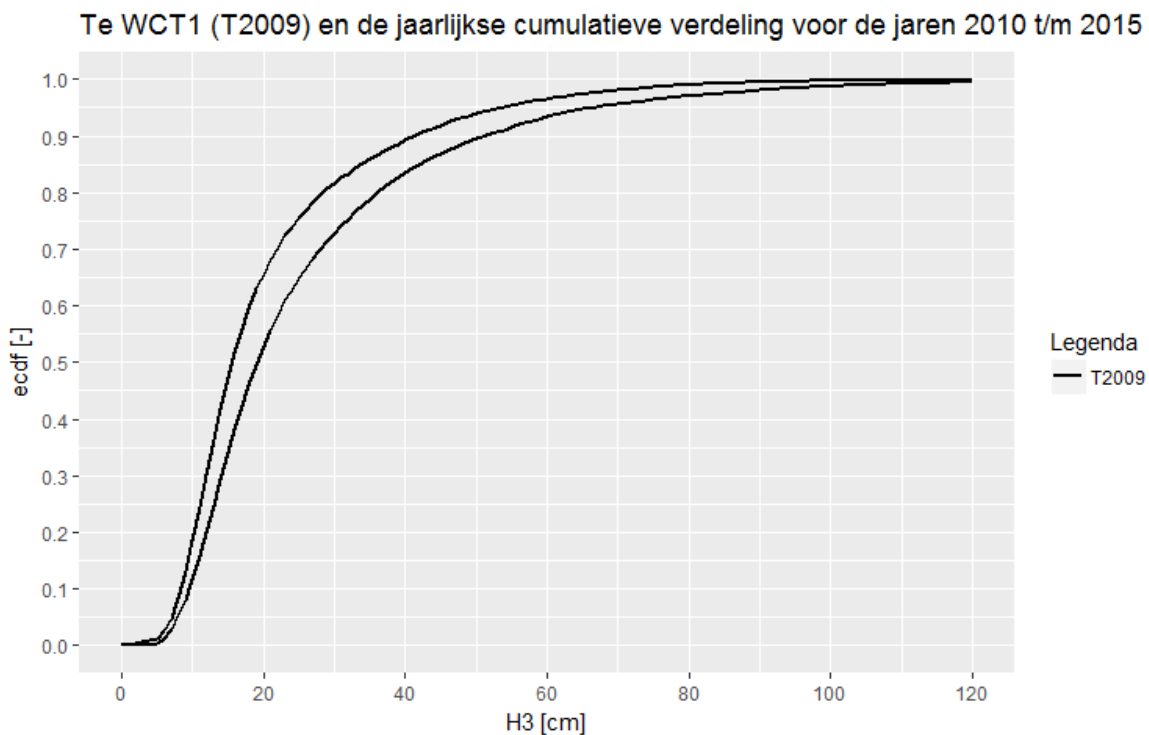


Figuur A-117: Jaarlijkse cumulatieve verdelingen van de significante golfhoogte te Wielingen (2010-2015) en de uiterste grenzen.

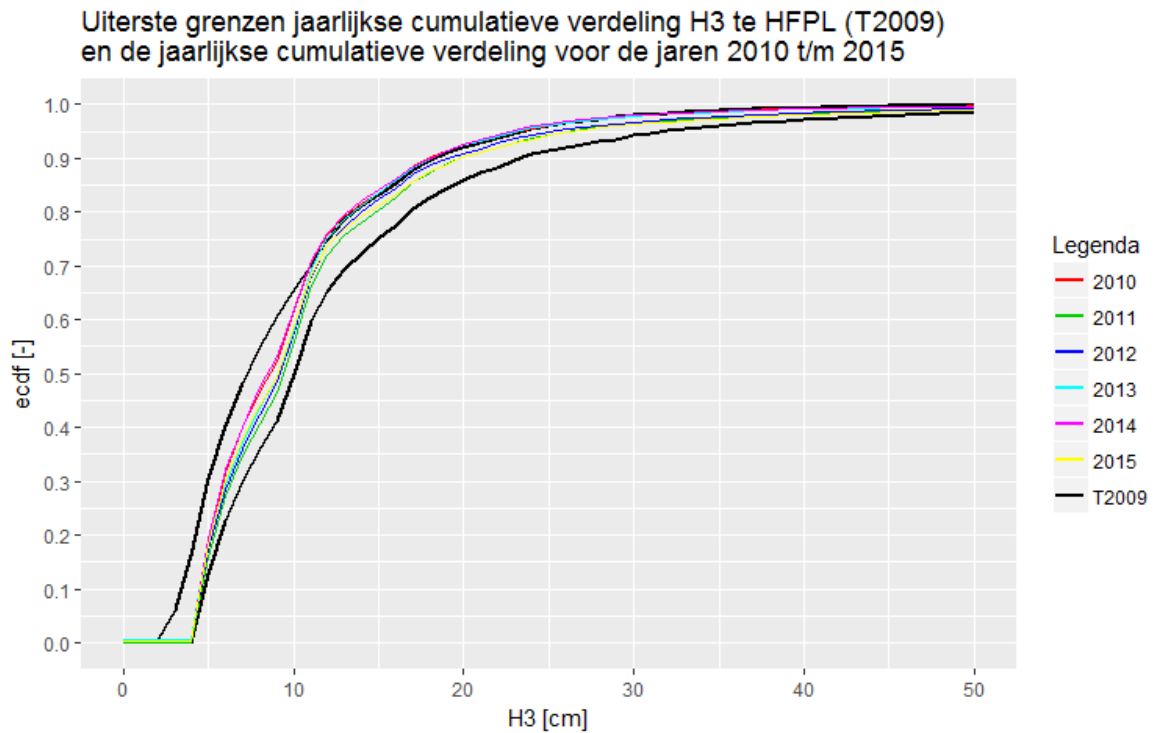


Figuur A-118: Jaarlijkse cumulatieve verdelingen van de significante golfhoogte te Cadzand (2010-2015) en de uiterste grenzen.

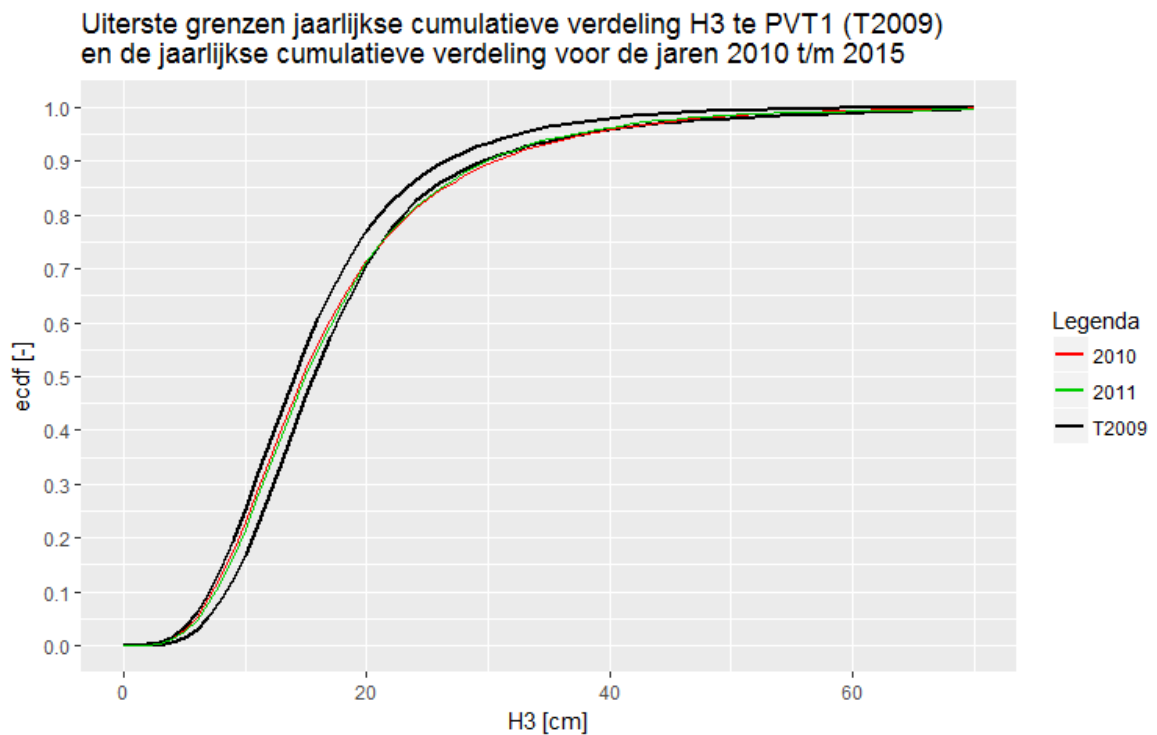
#### Westerschelde



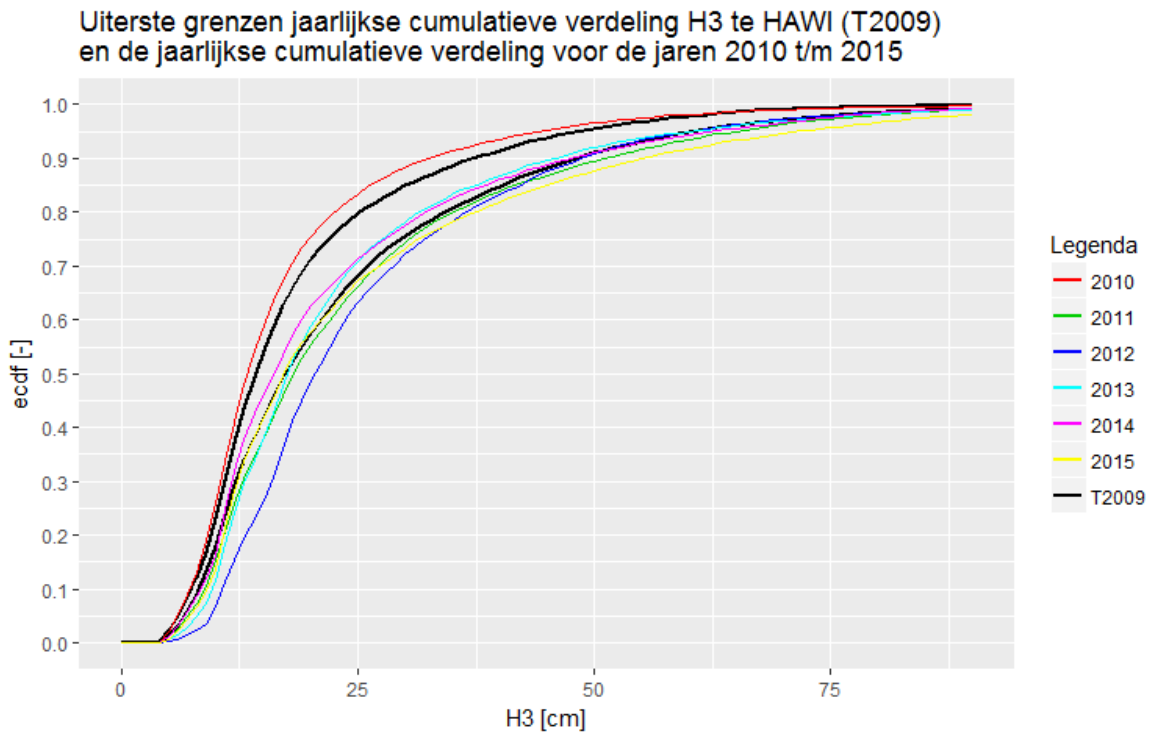
Figuur A-119: Jaarlijkse cumulatieve verdelingen van de significante golfhoogte te Westerschelde Container Terminal (2010-2015) en de uiterste grenzen.



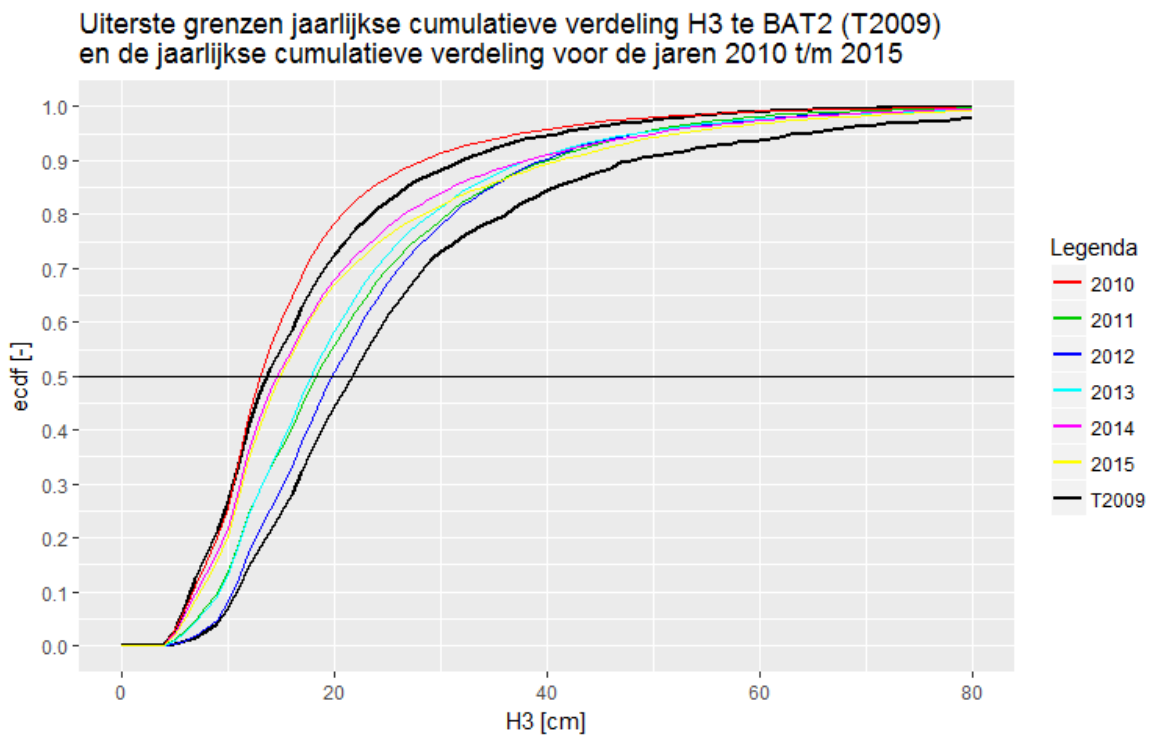
Figuur A-120: Jaarlijkse cumulatieve verdelingen van de significante golfhoogte te Hoofdplaat (2010-2015) en de uiterste grenzen.



Figuur A-121: Jaarlijkse cumulatieve verdelingen van de significante golfhoogte te Pas van Terneuzen (2010-2011) en de uiterste grenzen.



Figuur A-122: Jaarlijkse cumulatieve verdelingen van de significante golfhoogte te Hansweert (2010-2015) en de uiterste grenzen.

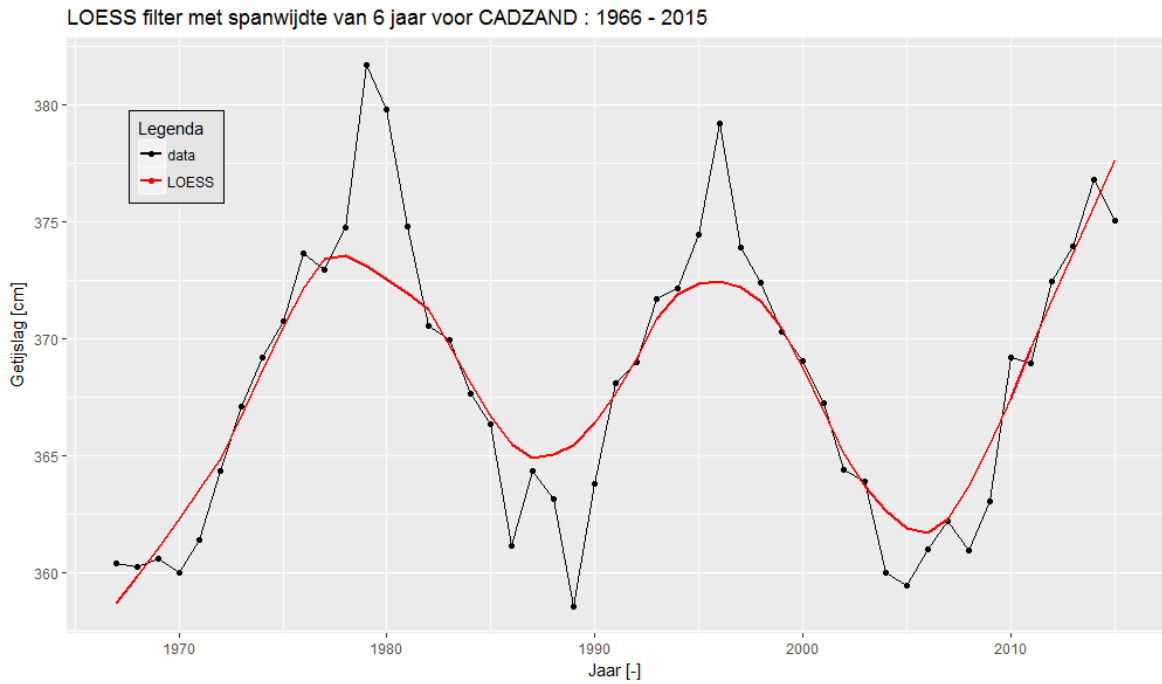


Figuur A-123: Jaarlijkse cumulatieve verdelingen van de significante golfhoogte te Bath (2010-2015) en de uiterste grenzen.

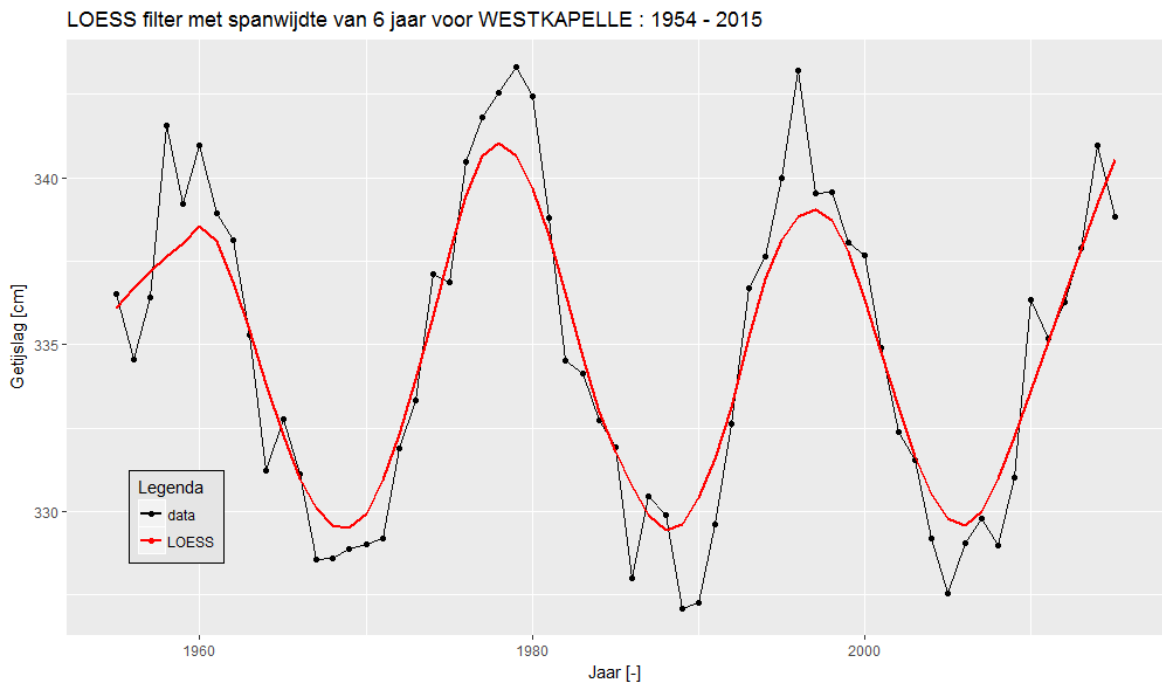


## Bijlage A.6 Getijslag

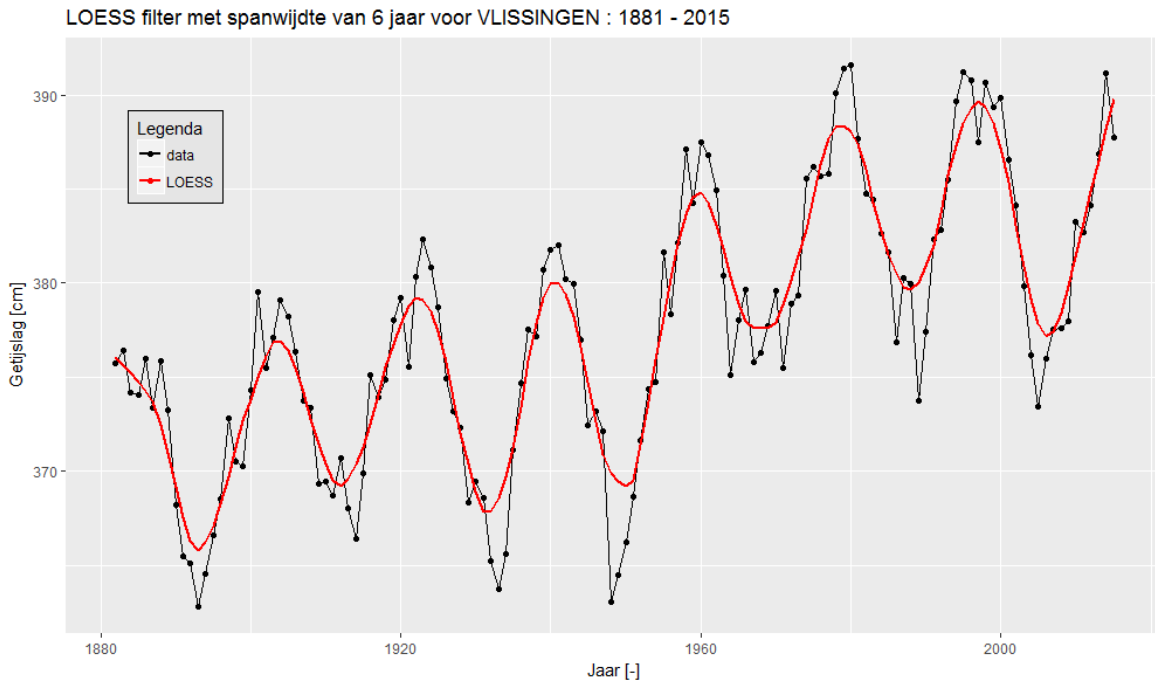
Hoofdstations buiten het estuarium en monding



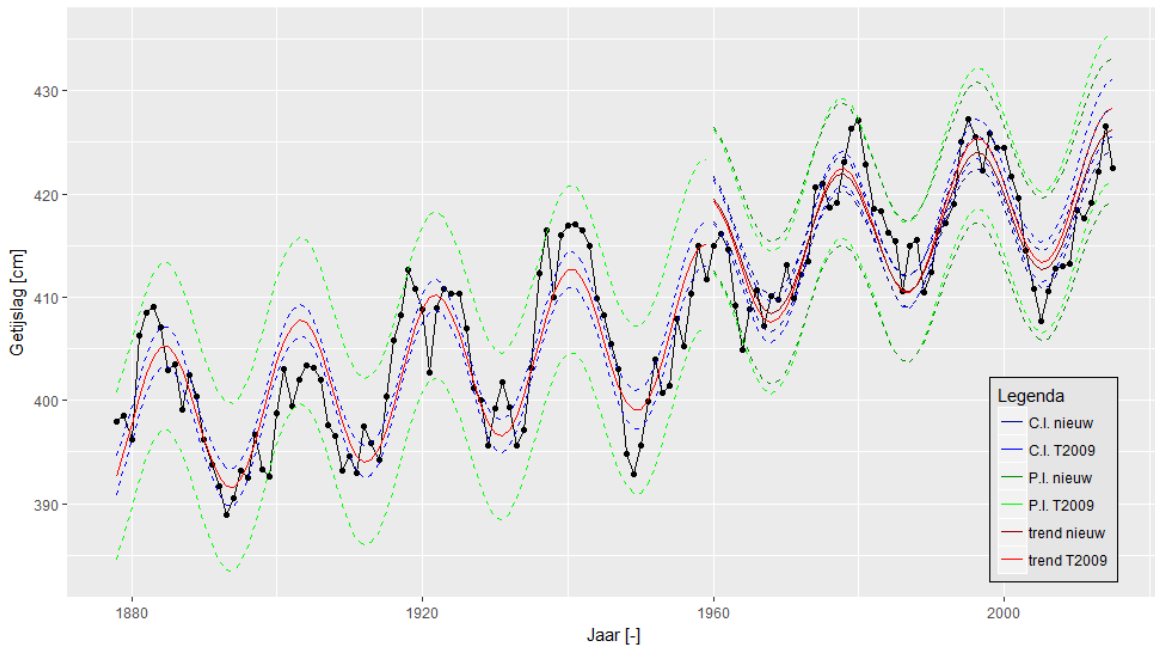
Figuur A-124: Datapunten van het jaargemiddelde getijslag voor Cadzand voor de periode 1966-2015 en een LOESS filter met spanwijdte van 6 jaar.



Figuur A-125: Datapunten van het jaargemiddelde getijslag voor Westkapelle voor de periode 1954-2015 en een LOESS filter met spanwijdte van 6 jaar.

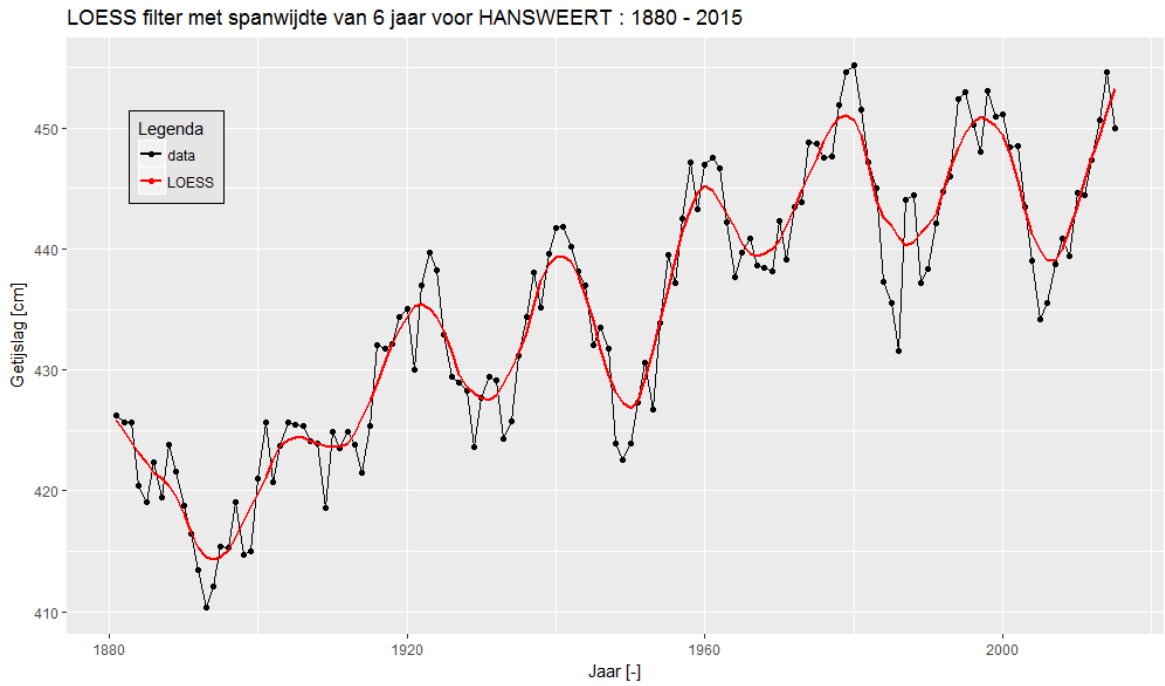


Figuur A-126: Datapunten van het jaargemiddelde getijslag voor Vlissingen voor de periode 1881-2015 en een LOESS filter met spanwijdte van 6 jaar.

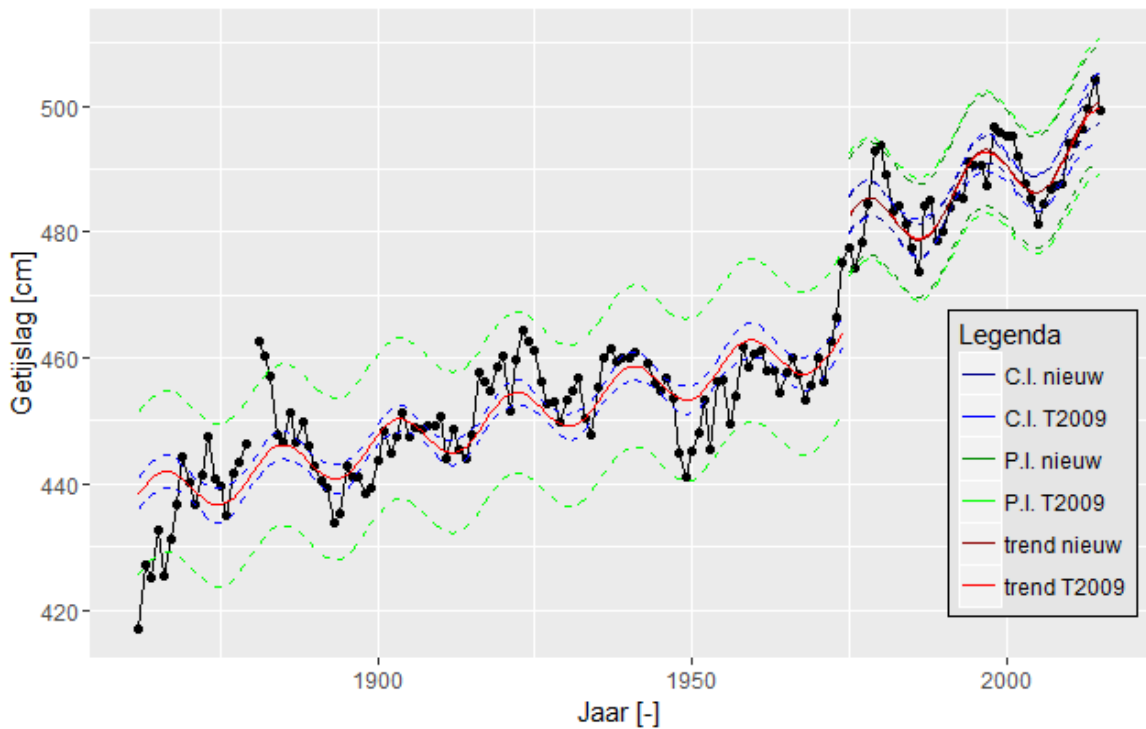


Figuur A-127: Resultaten trendanalyse van het jaargemiddelde getijslag voor Terneuzen met de trends t/m 2009 en 2015 voor de periode 1878-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen. Trendbreuk: jaar 1960.

Hoofdstations in de Westerschelde

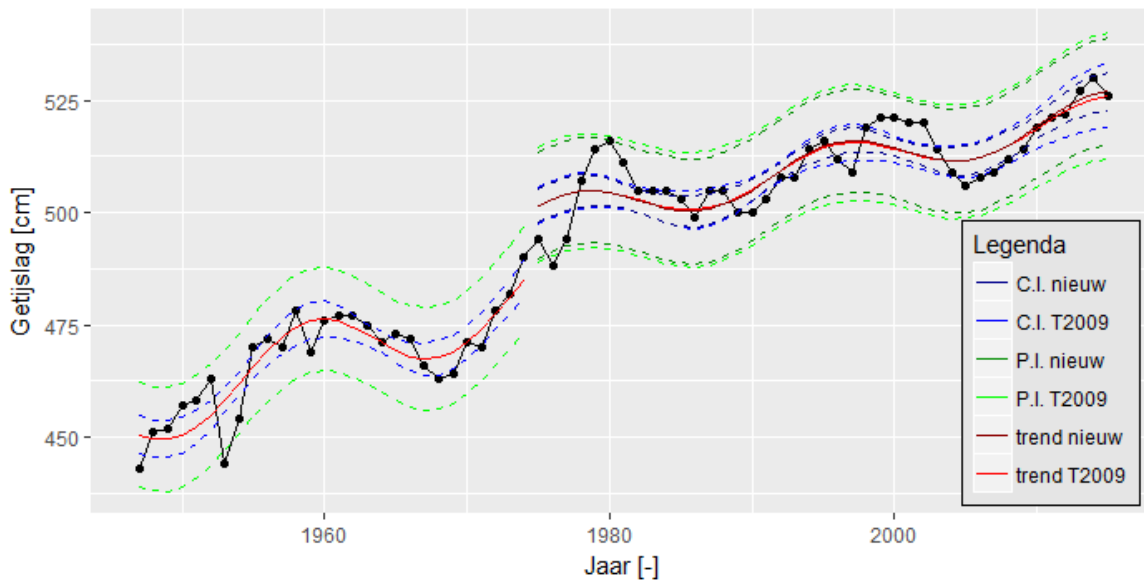


Figuur A-128: Datapunten van het jaargemiddelde getijslag voor Hansweert voor de periode 1880-2015 en een LOESS filter met spanwijdte van 6 jaar.

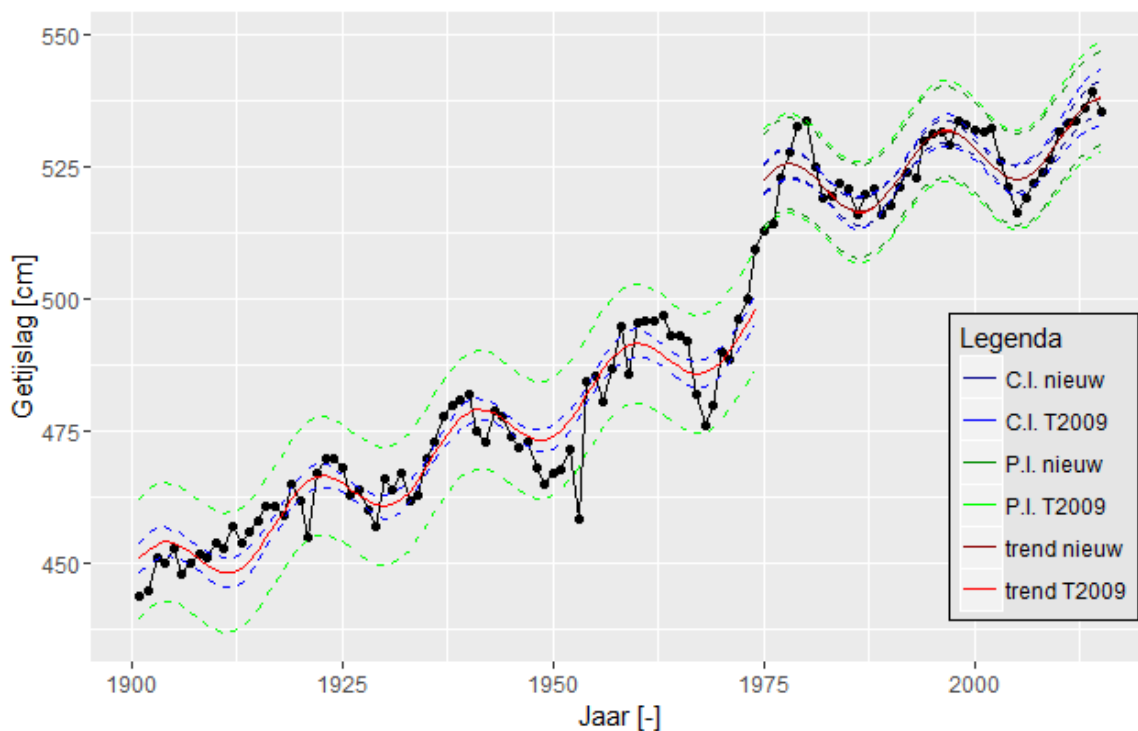


Figuur A-129: Resultaten trendanalyse van het jaargemiddelde getijslag voor Bath met de trends t/m 2009 en 2015 voor de periode 1862-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen. Trendbreuk: jaar 1975.

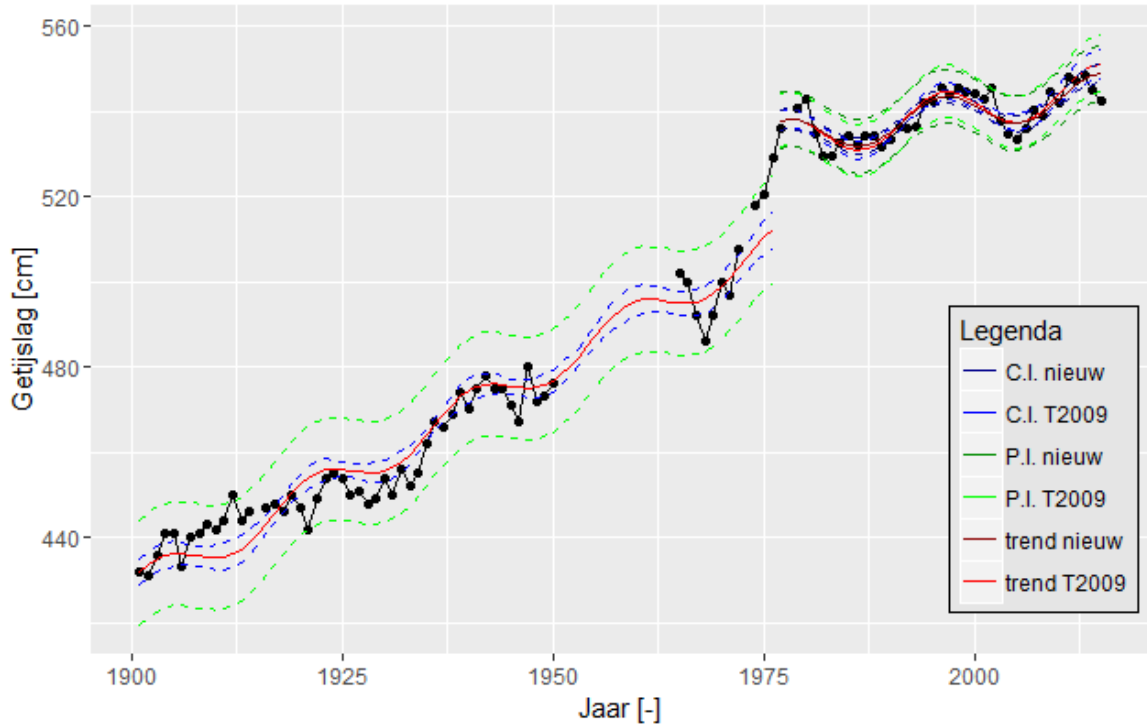
## Hoofdstations in de Zeeschelde en haar zijrivieren



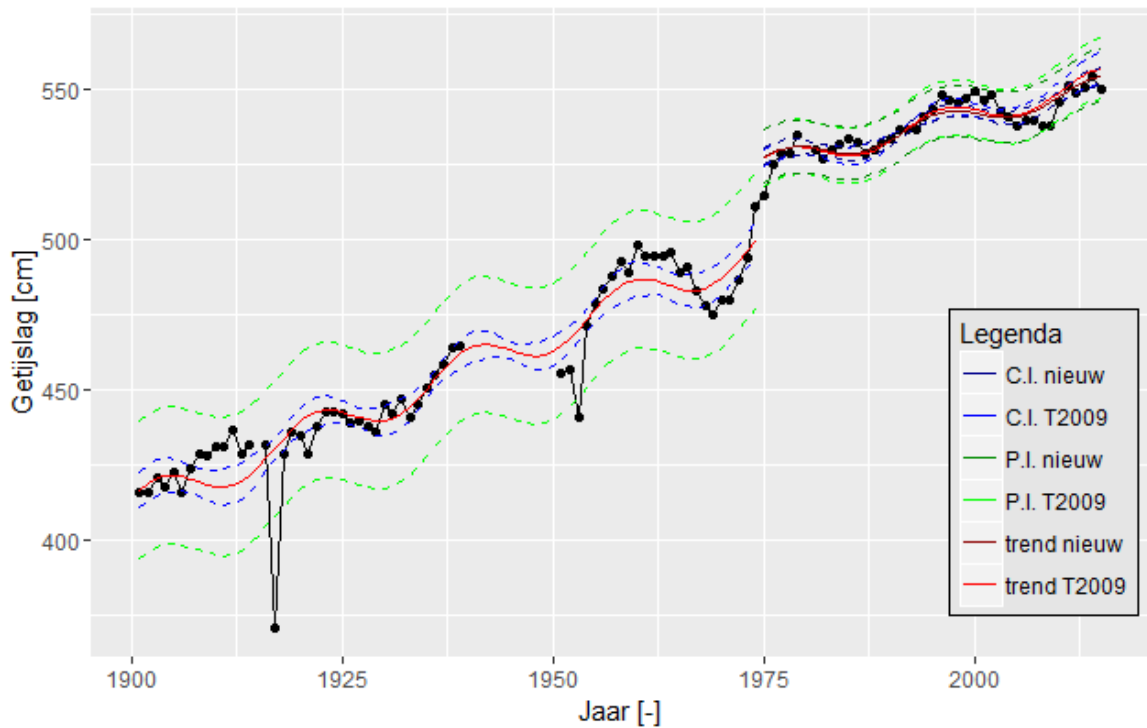
Figuur A-130: Resultaten trendanalyse van het jaargemiddelde getijslag voor Liefkenshoek met de trends t/m 2009 en 2015 voor de periode 1947-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen. Trendbreuk: jaar 1975.



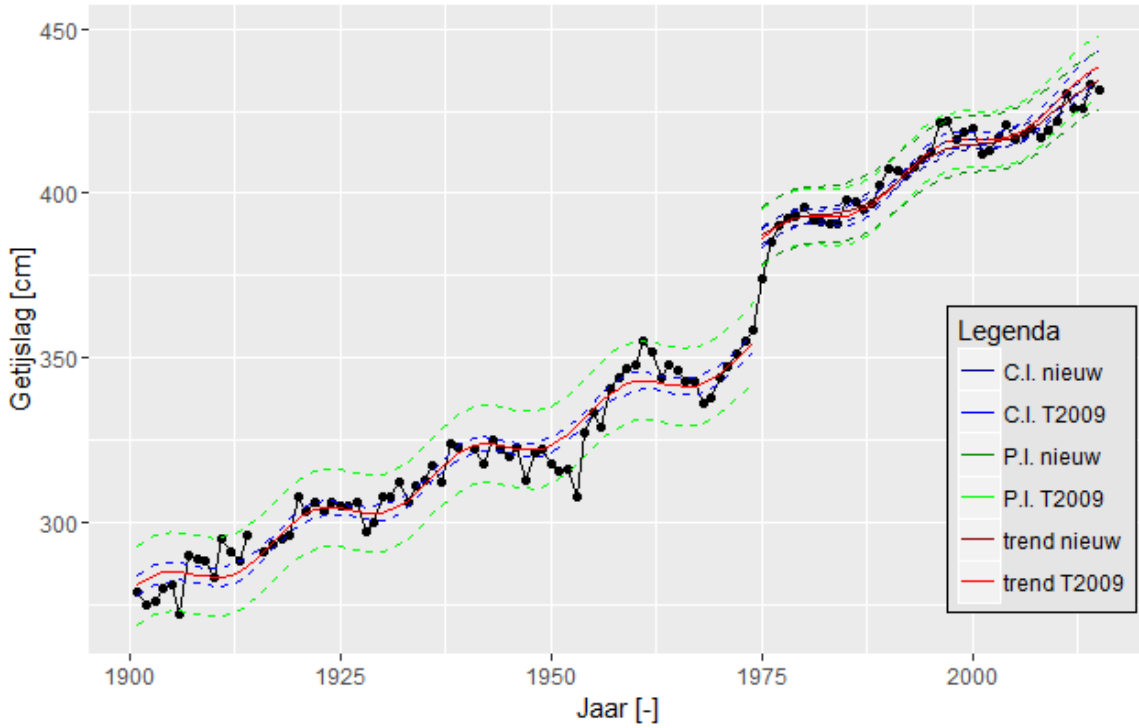
Figuur A-131: Resultaten trendanalyse van het jaargemiddelde getijslag voor Antwerpen met de trends t/m 2009 en 2015 voor de periode 1901-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen. Trendbreuk: jaar 1975.



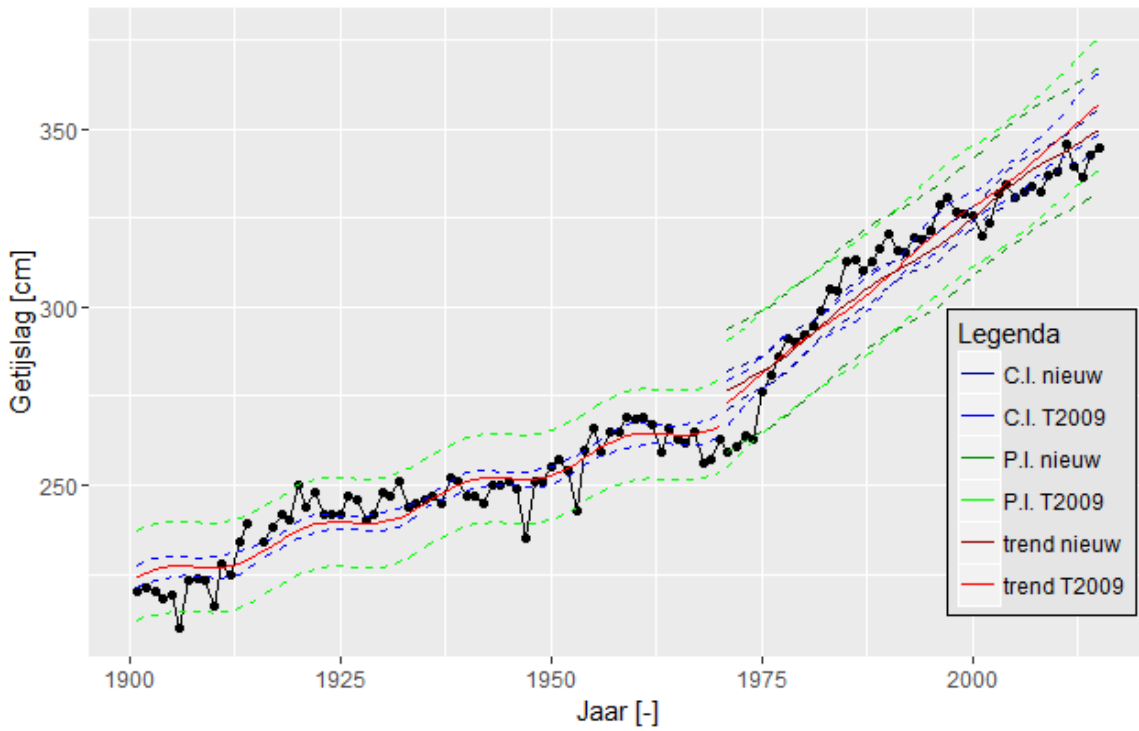
Figuur A-132: Resultaten trendanalyse van het jaargemiddelde getijslag voor Schelle met de trends t/m 2009 en 2015 voor de periode 1901-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen. Trendbreuk: jaar 1975.



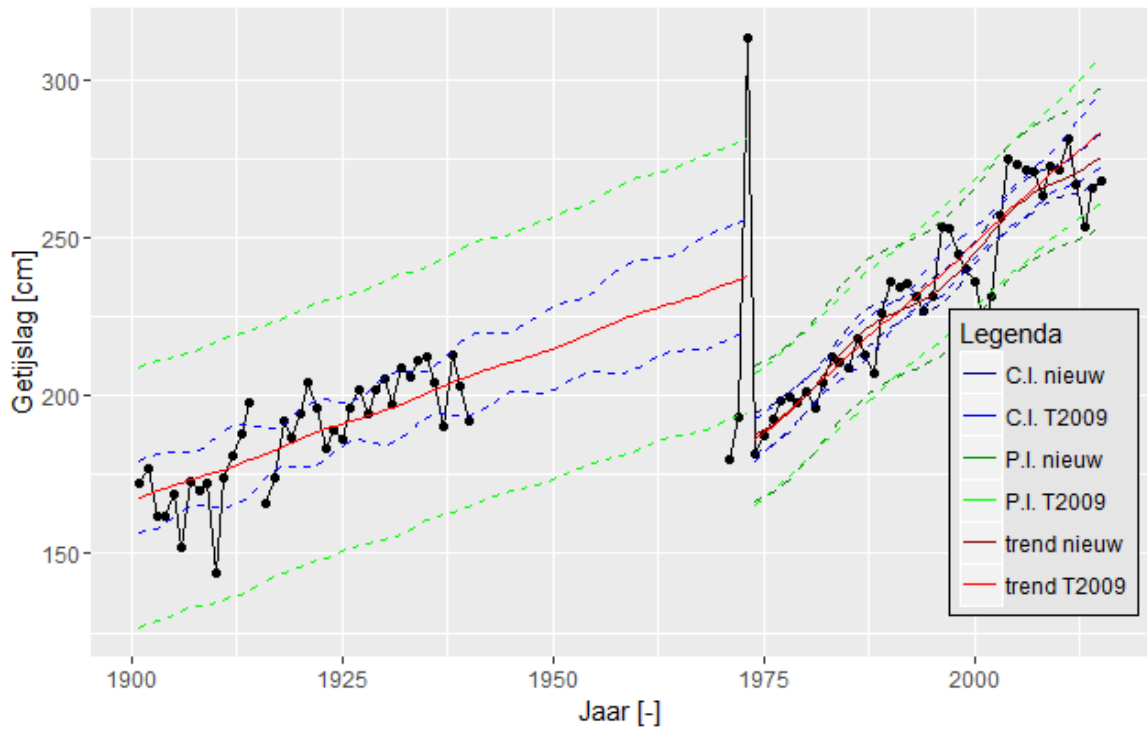
Figuur A-133: Resultaten trendanalyse van het jaargemiddelde getijslag voor Temse met de trends t/m 2009 en 2015 voor de periode 1901-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen. Trendbreuk: jaar 1975.



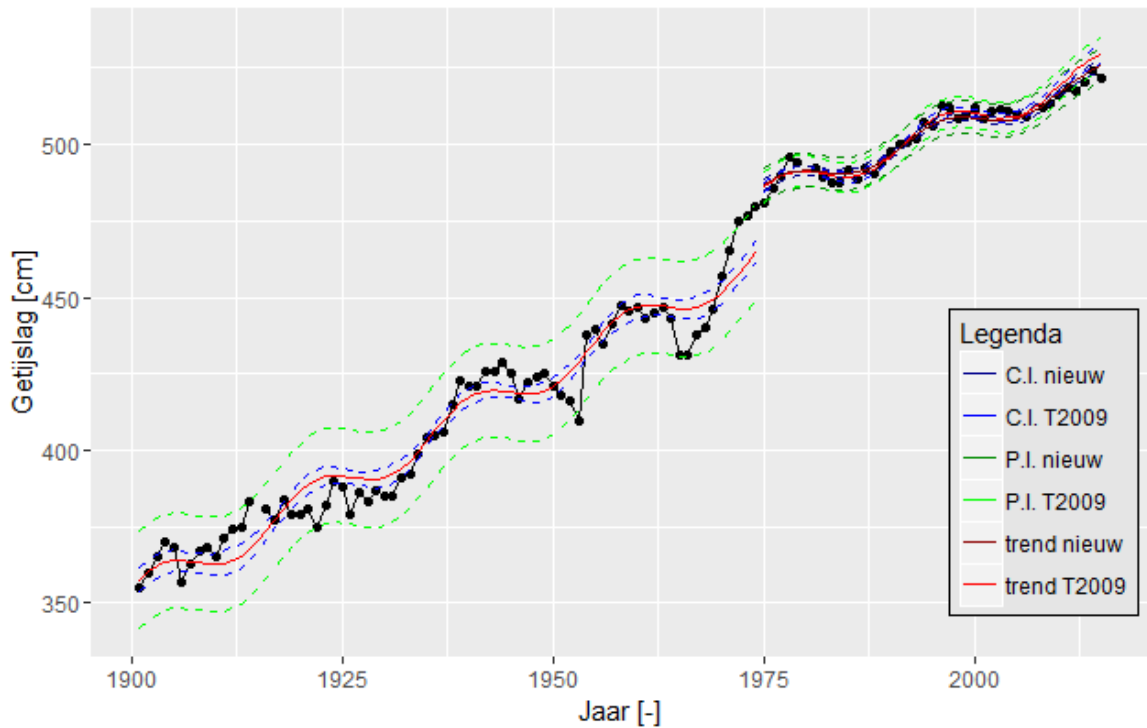
Figuur A-134: Resultaten trendanalyse van het jaargemiddelde getijslag voor Dendermonde met de trends t/m 2009 en 2015 voor de periode 1901-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen. Trendbreuk: jaar 1975.



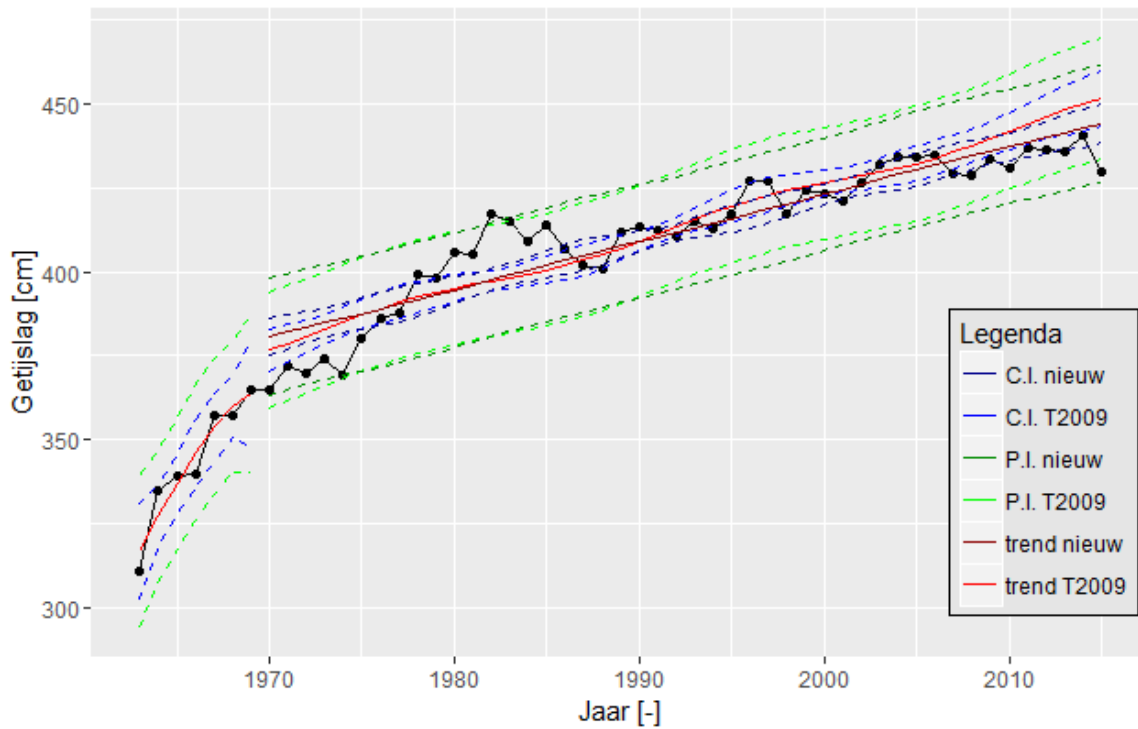
Figuur A-135: Resultaten trendanalyse van het jaargemiddelde getijslag voor Schoonaarde met de trends t/m 2009 en 2015 voor de periode 1901-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen. Trendbreuk: 1971.



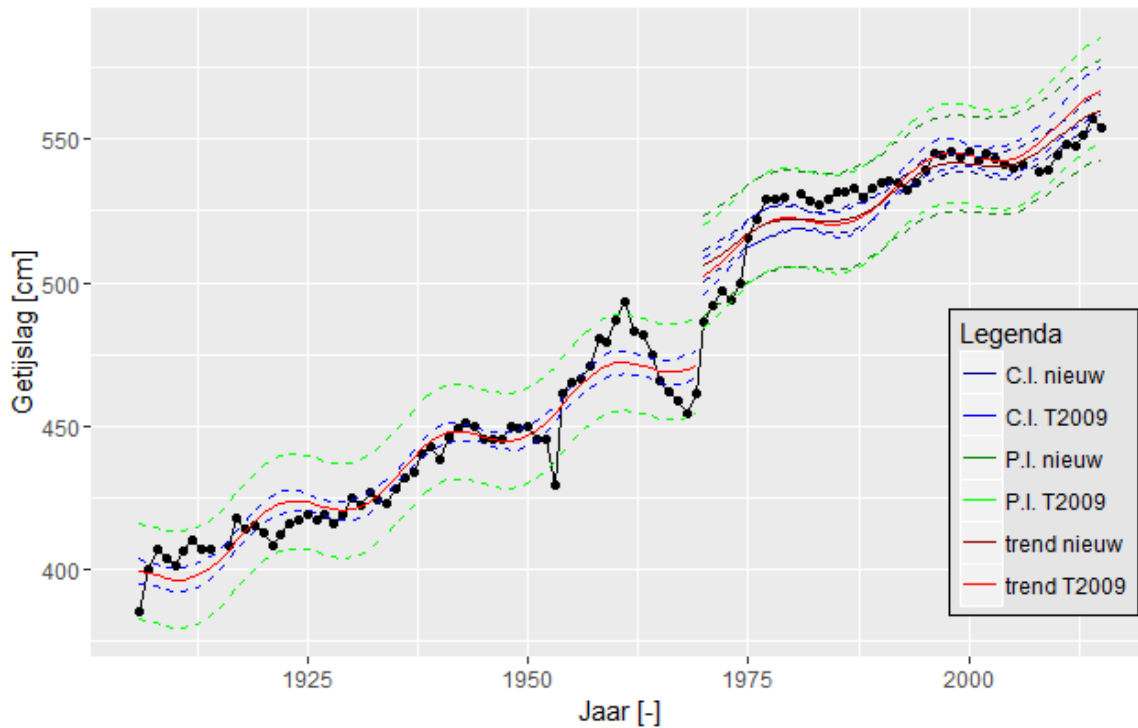
Figuur A-136: Resultaten trendanalyse van het jaargemiddelde getijslag voor Melle met de trends t/m 2009 en 2015 voor de periode 1901-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen. Trendbreuk: 1975.



Figuur A-137: Resultaten trendanalyse van het jaargemiddelde getijslag voor Walem met de trends t/m 2009 en 2015 voor de periode 1901-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen. Trendbreuk: jaar 1975.



Figuur A-138: Resultaten trendanalyse van het jaargemiddelde getijslag voor Duffel-Sluis met de trends t/m 2009 en 2015 voor de periode 1963-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen. Trendbreuk: jaar 1970.

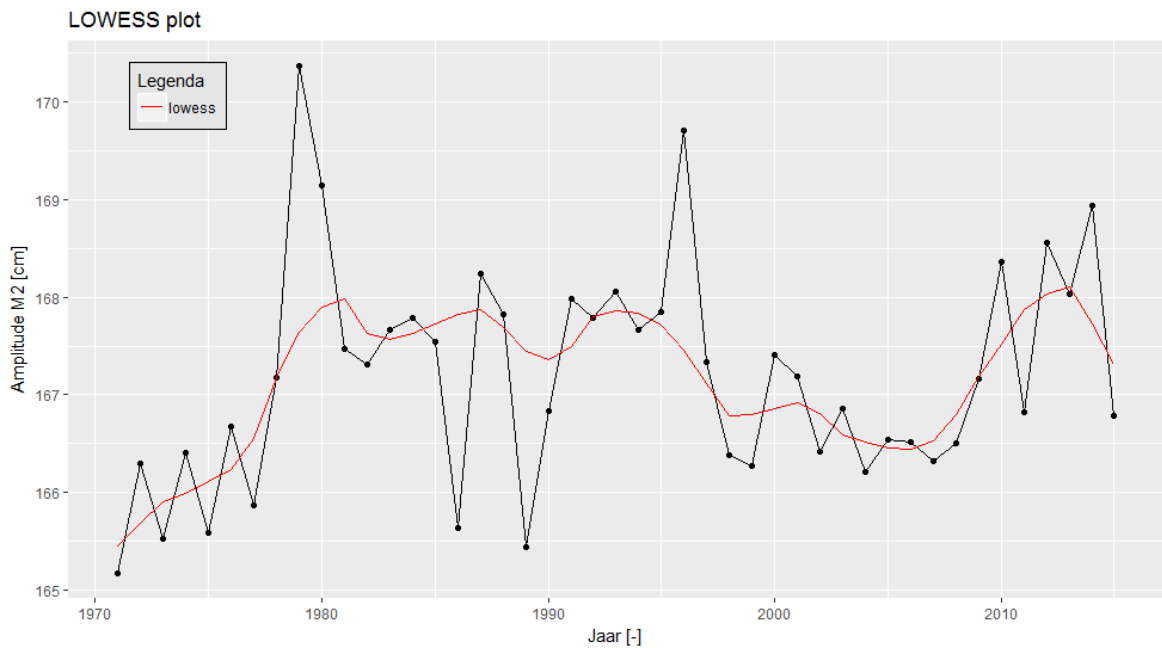


Figuur A-139: Resultaten trendanalyse van het jaargemiddelde getijslag voor Tielrode met de trends t/m 2009 en 2015 voor de periode 1906-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen. Trendbreuk: jaar 1970.

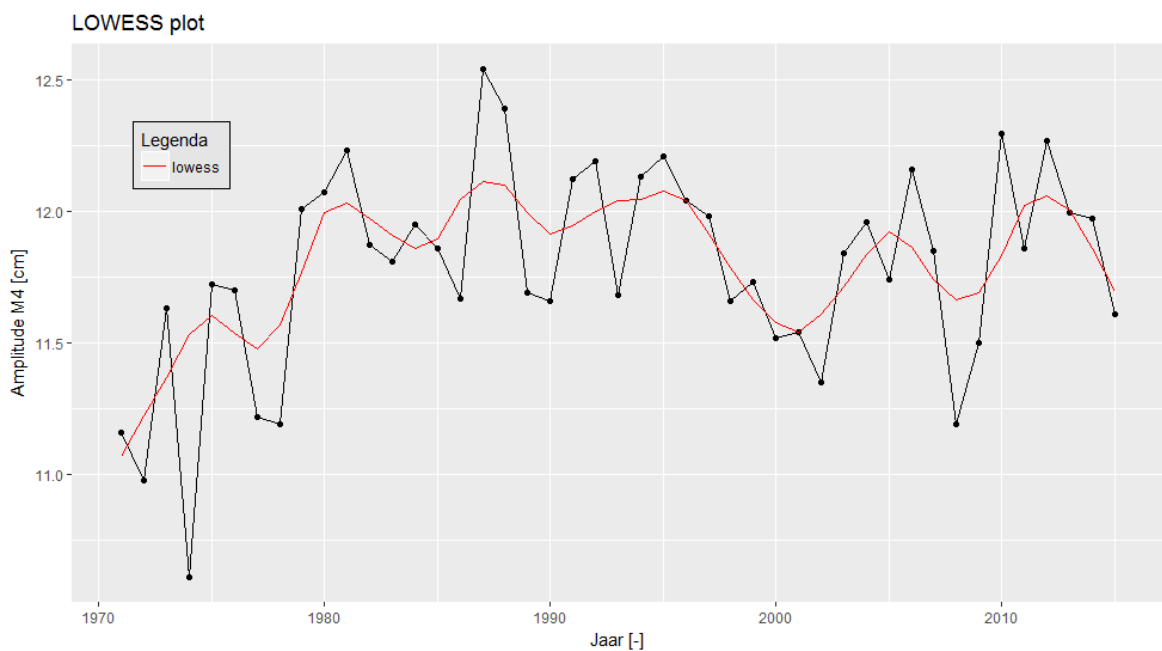


## Bijlage A.7 Harmonische componenten

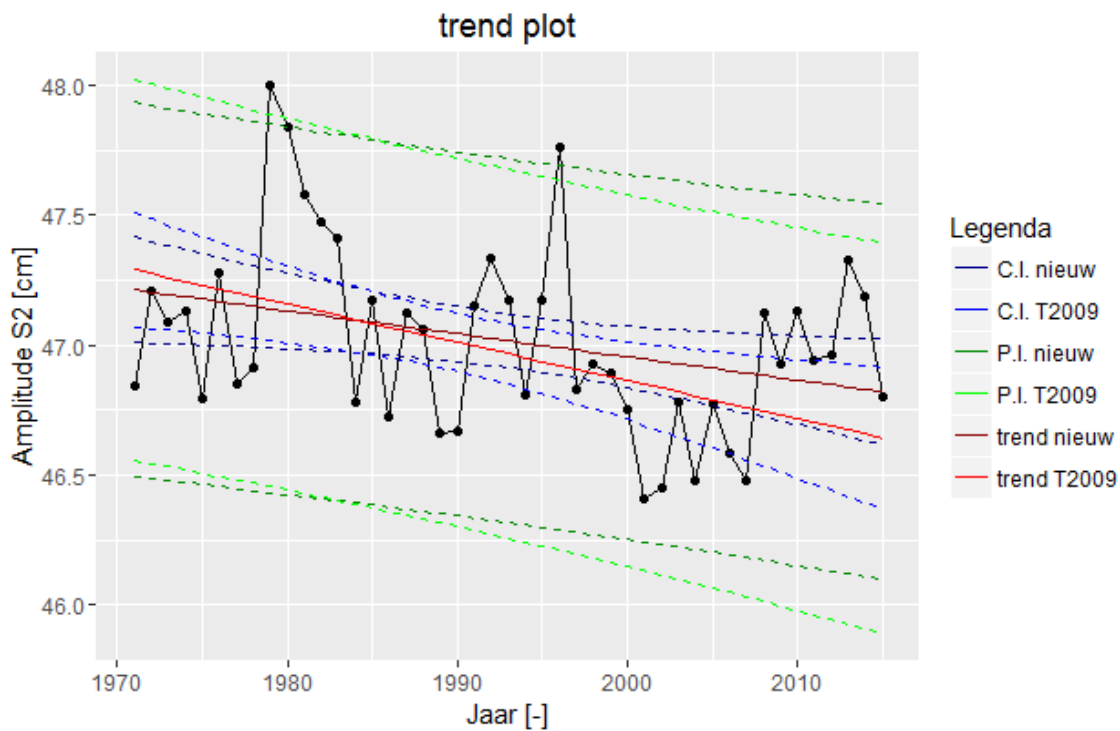
Cadzand



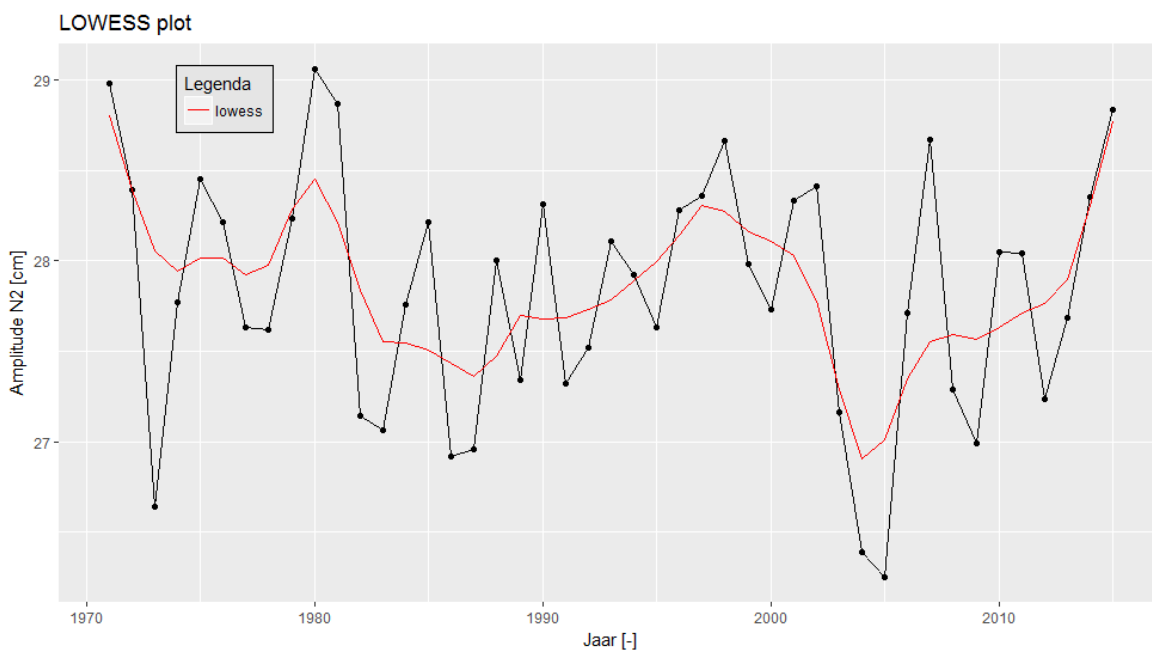
Figuur A-140: Datapunten M2 amplitude voor Cadzand voor de periode 1971-2015 en een LOESS filter met spanwijdte van 6 jaar.



Figuur A-141: Datapunten M4 amplitude voor Cadzand voor de periode 1971-2015 en een LOESS filter met spanwijdte van 6 jaar.

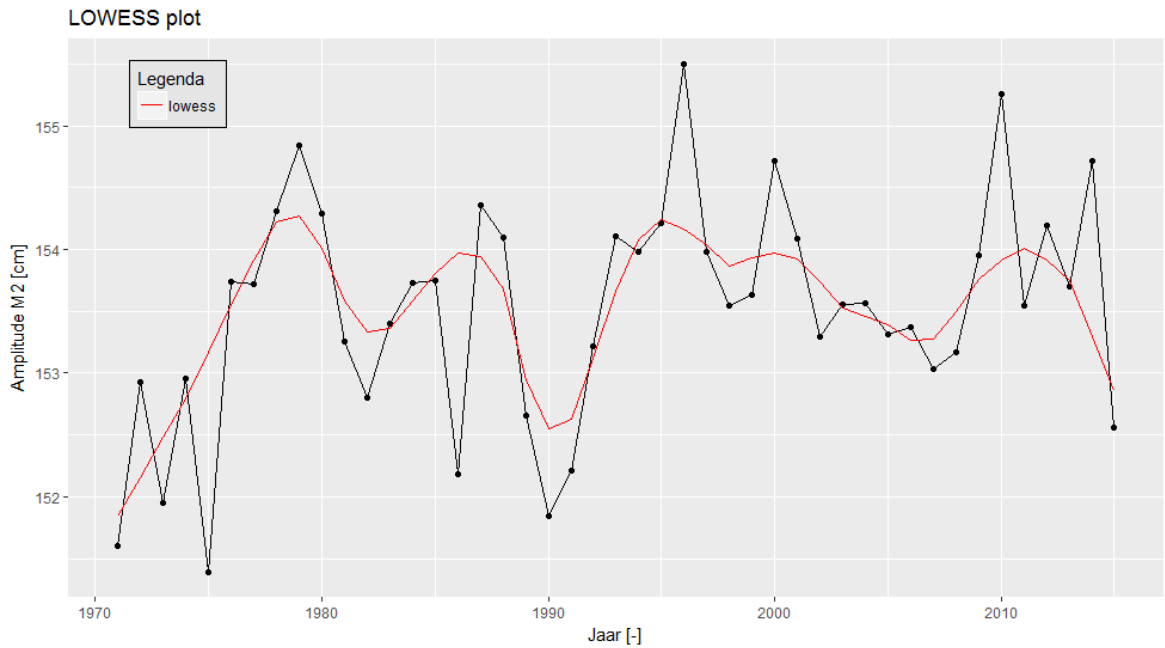


Figuur A-142: Resultaten trendanalyse S2 amplitude Cadzand met de trends t/m 2009 en 2015 voor de periode 1971-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen.

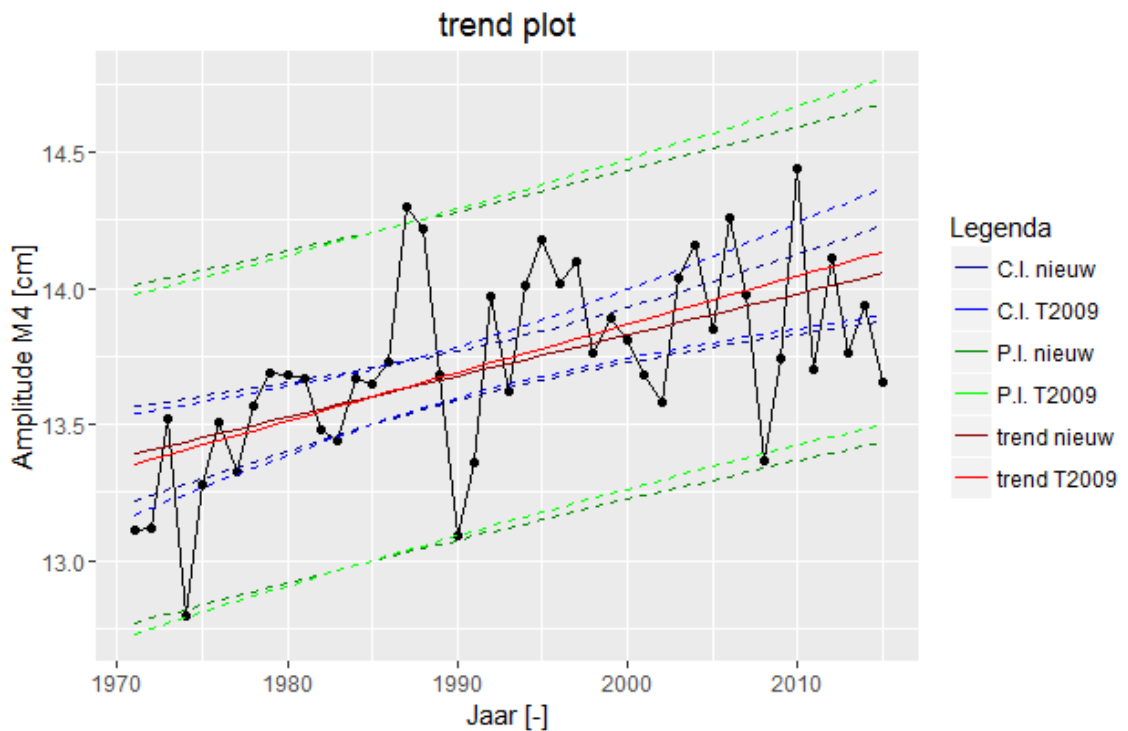


Figuur A-143: Datapunten N2 amplitude voor Cadzand voor de periode 1971-2015 en een LOESS filter met spanwijdte van 6 jaar.

Westkapelle



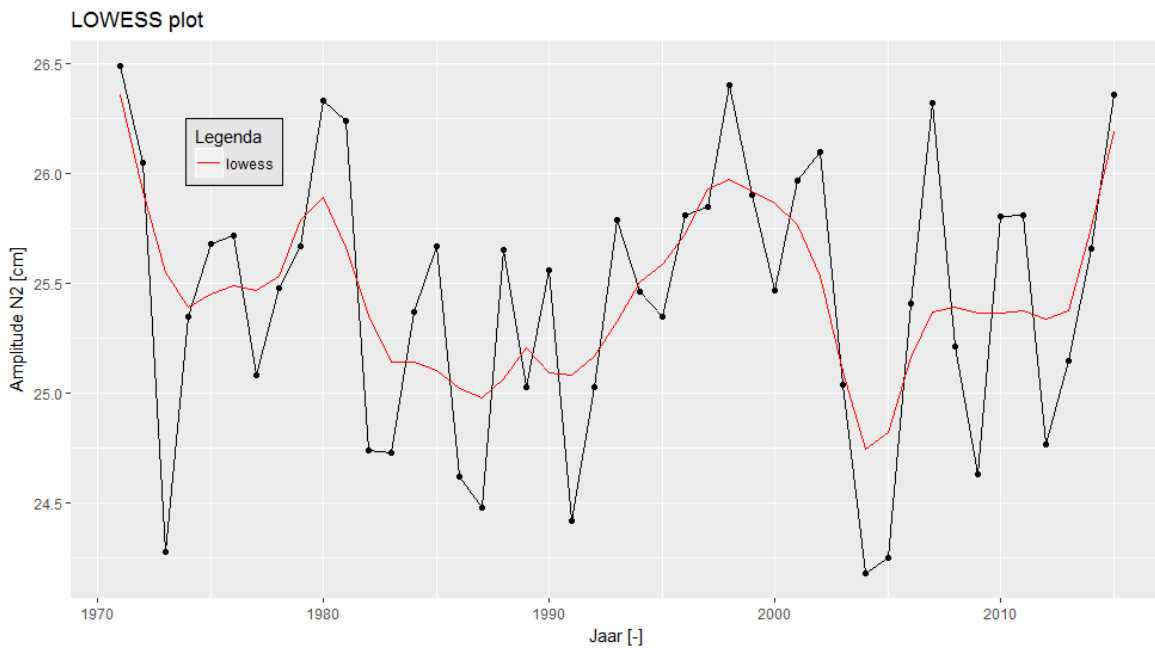
Figuur A-144: Datapunten M2 amplitude voor Westkapelle voor de periode 1971-2015 en een LOESS filter met spanwijdte van 6 jaar.



Figuur A-145: Resultaten trendanalyse M4 amplitude Westkapelle met de trends t/m 2009 en 2015 voor de periode 1971-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen.

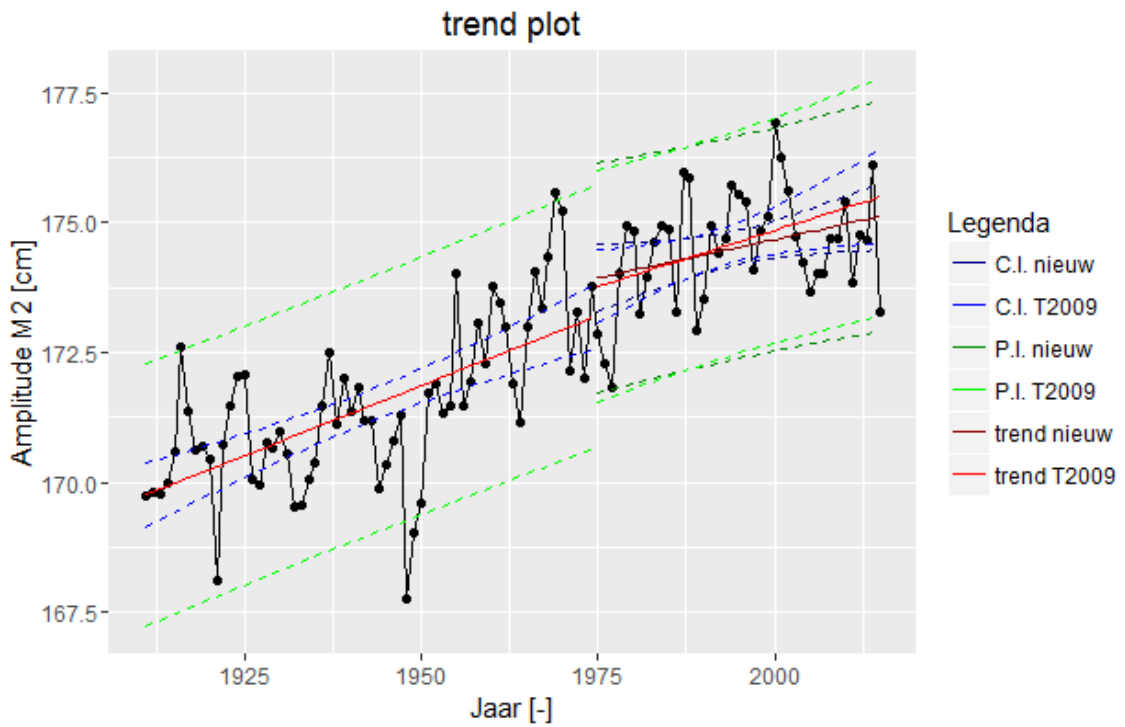


Figuur A-146: Datapunten S2 amplitude voor Westkapelle voor de periode 1971-2015 en een LOESS filter met spanwijdte van 6 jaar.

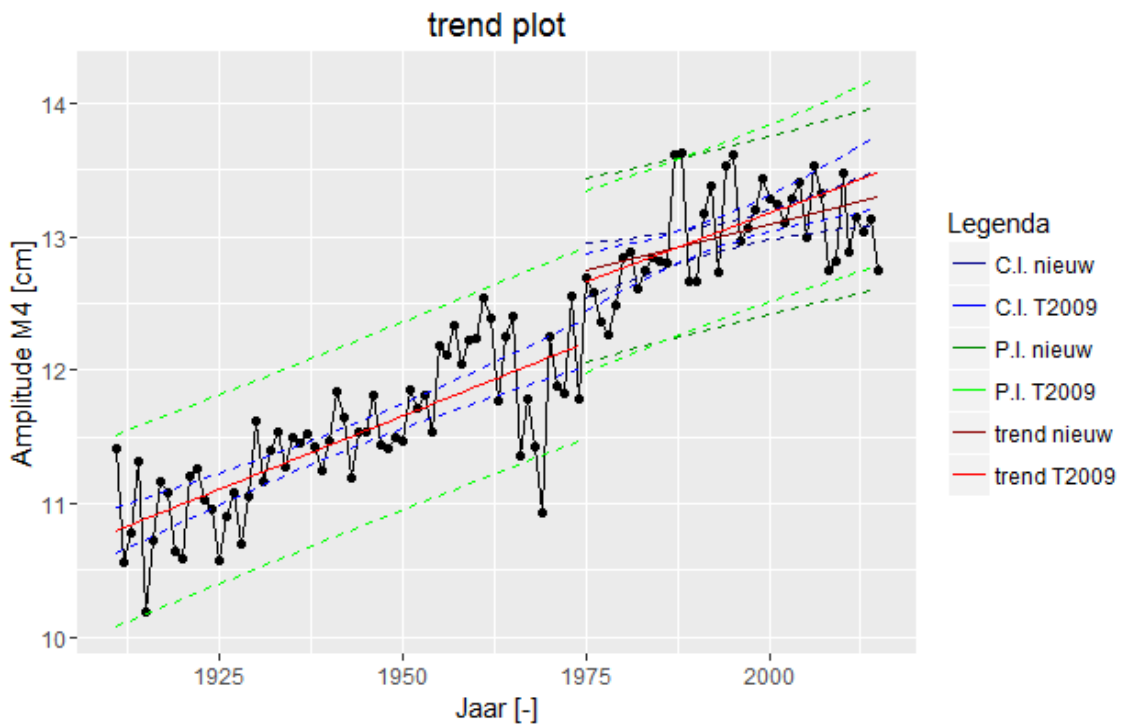


Figuur A-147: Datapunten N2 amplitude voor Westkapelle voor de periode 1971-2015 en een LOESS filter met spanwijdte van 6 jaar.

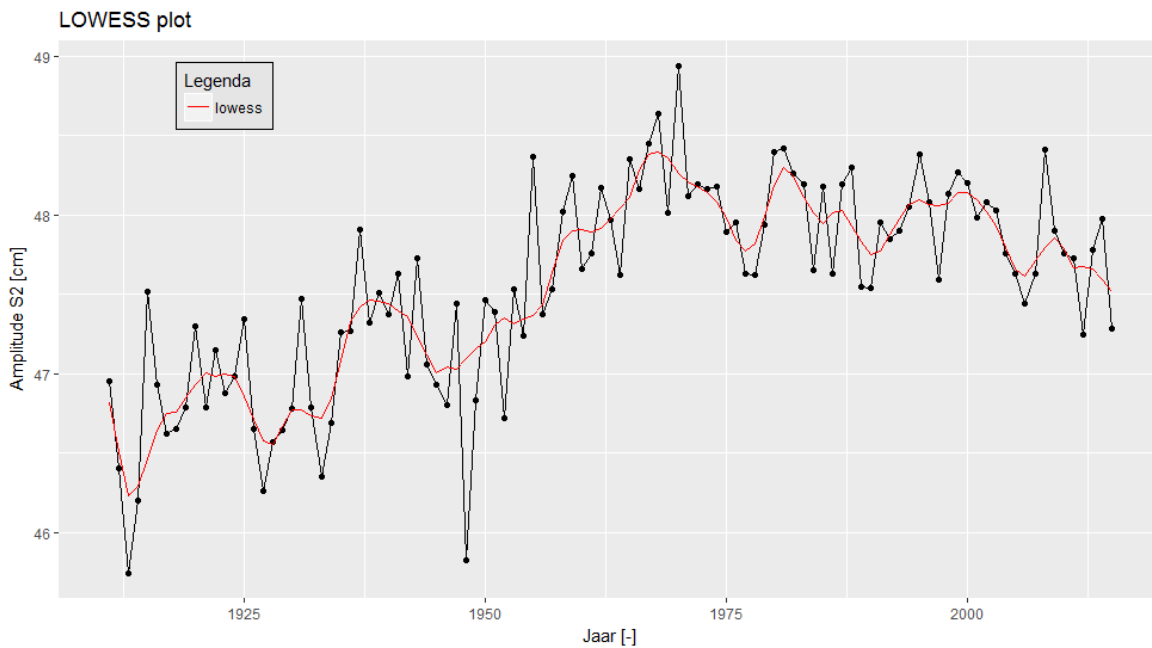
Vlissingen



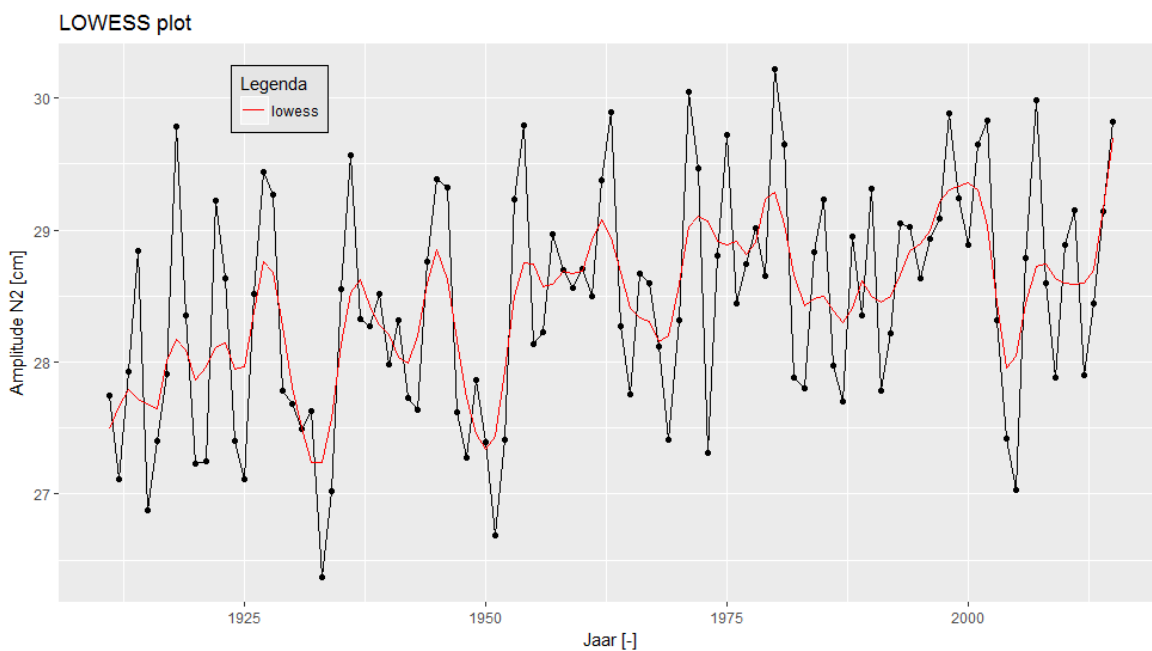
Figuur A-148: Resultaten trendanalyse M2 amplitude Vlissingen met de trends t/m 2009 en 2015 voor de periode 1911-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen. Trendbreuk: jaar 1975.



Figuur A-149: Resultaten trendanalyse M4 amplitude Vlissingen met de trends t/m 2009 en 2015 voor de periode 1911-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen. Trendbreuk: jaar 1975.

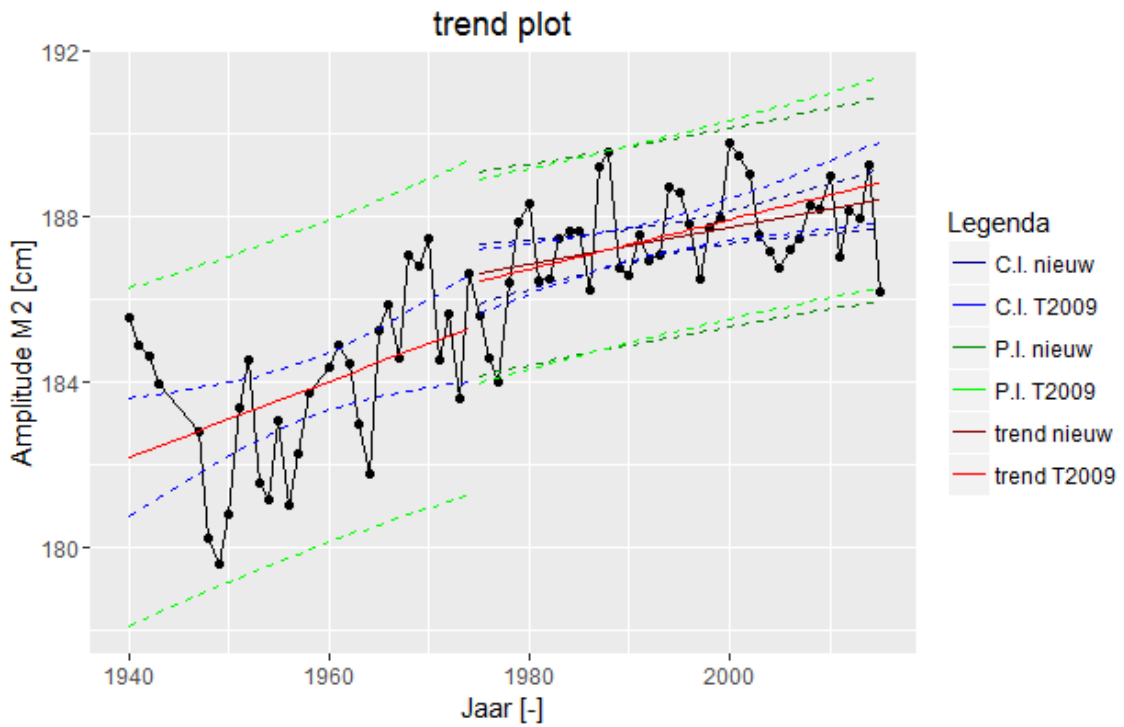


Figuur A-150: Datapunten S2 amplitude voor Vlissingen voor de periode 1911-2015 en een LOESS filter met spanwijdte van 6 jaar.

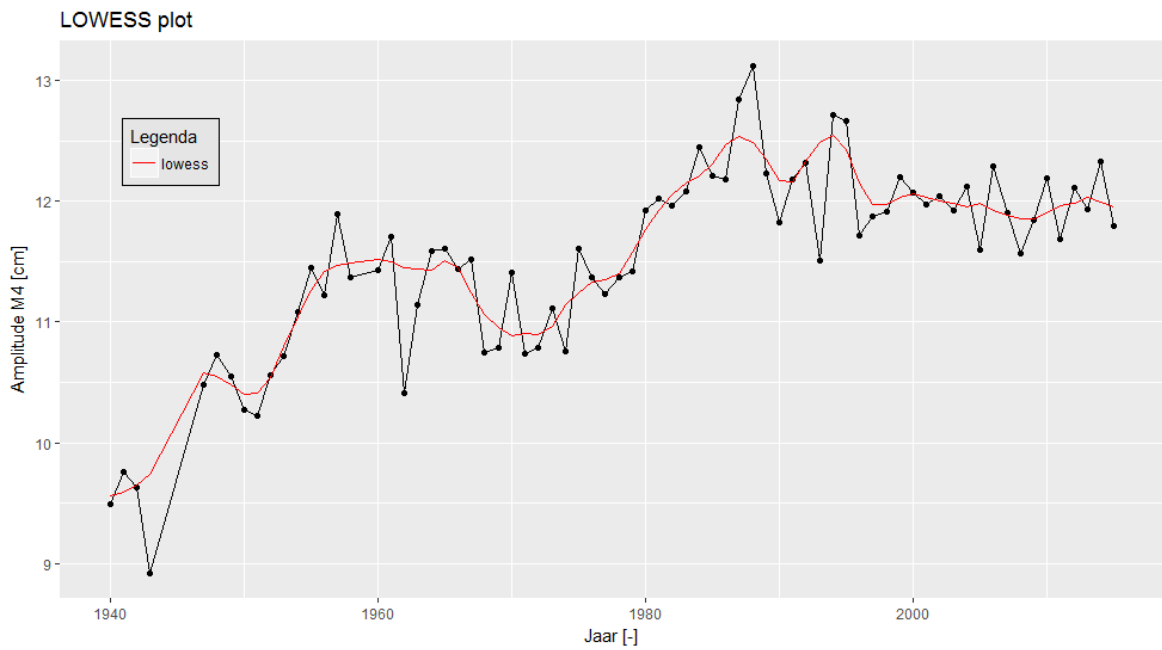


Figuur A-151: Datapunten N2 amplitude voor Vlissingen voor de periode 1911-2015 en een LOESS filter met spanwijdte van 6 jaar.

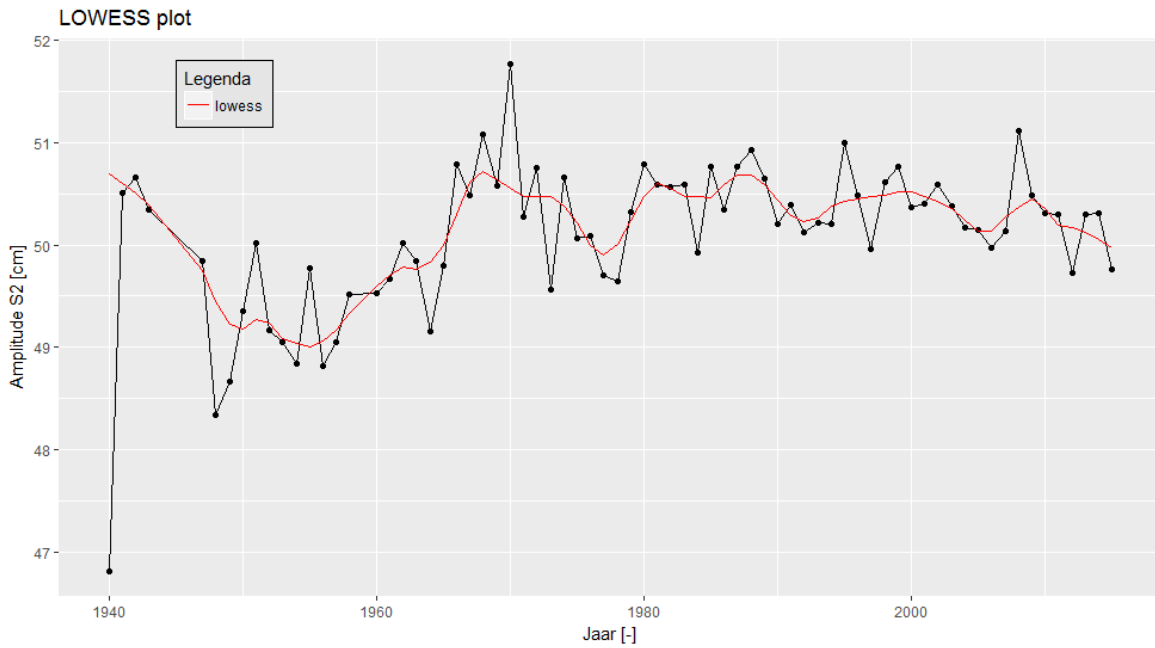
Terneuzen



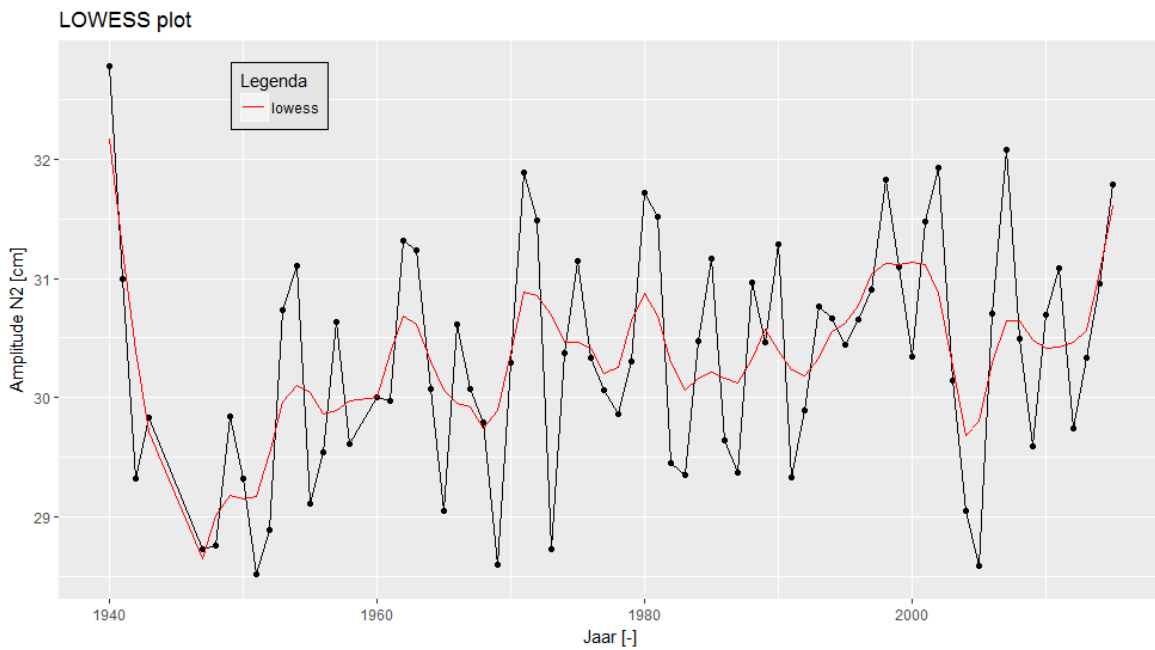
Figuur A-152: Resultaten trendanalyse M2 amplitude Terneuzen met de trends t/m 2009 en 2015 voor de periode 1940-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen. Trendbreuk: jaar 1975.



Figuur A-153: Datapunten M4 amplitude voor Terneuzen voor de periode 1940-2015 en een LOESS filter met spanwijdte van 6 jaar.



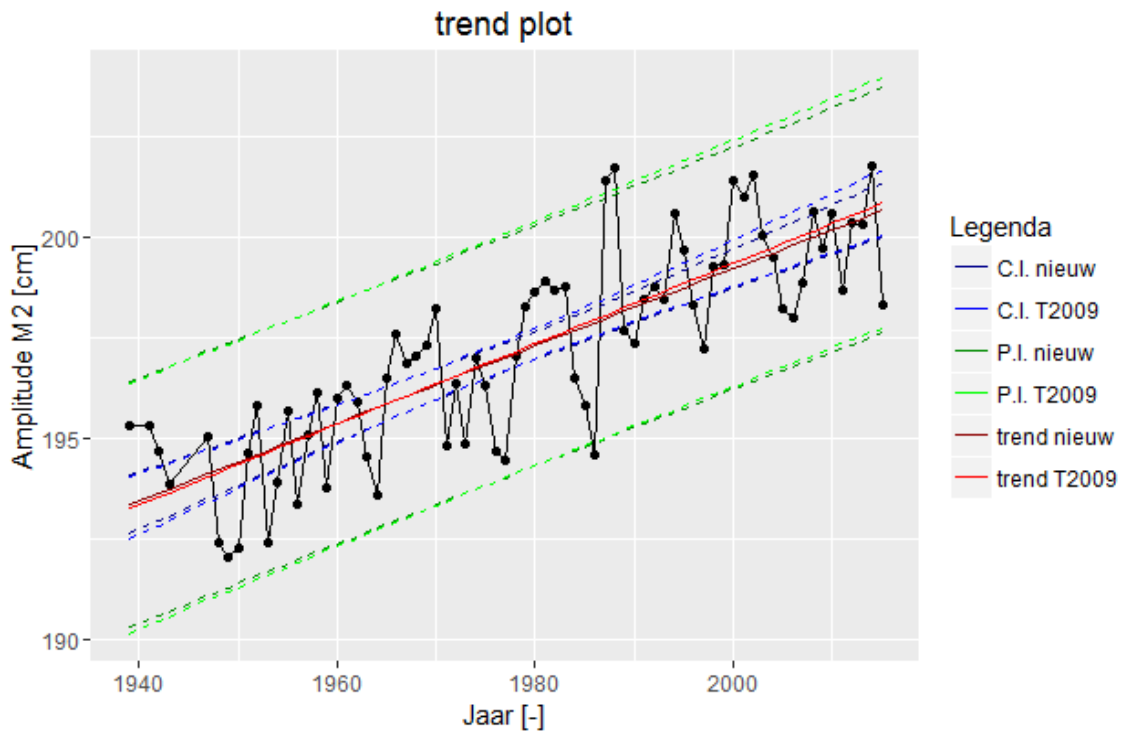
Figuur A-154: Datapunten S2 amplitude voor Terneuzen voor de periode 1940-2015 en een LOESS filter met spanwijdte van 6 jaar.



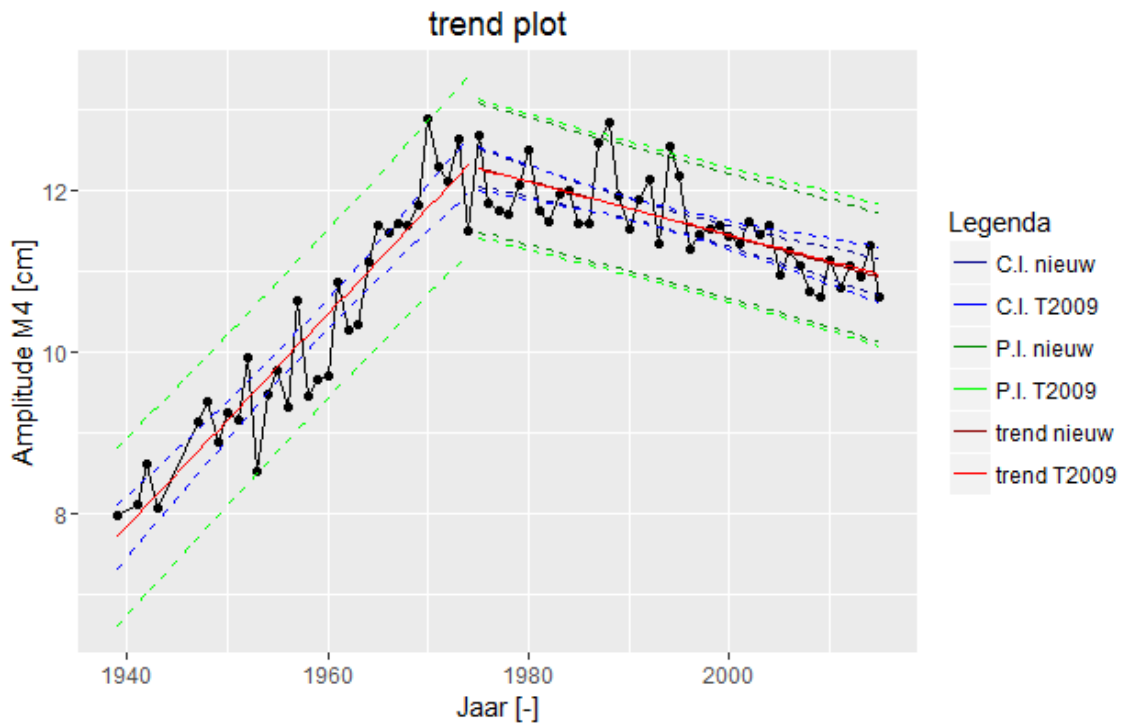
Figuur A-155: Datapunten N2 amplitude voor Terneuzen voor de periode 1940-2015 en een LOESS filter met spanwijdte van 6 jaar.



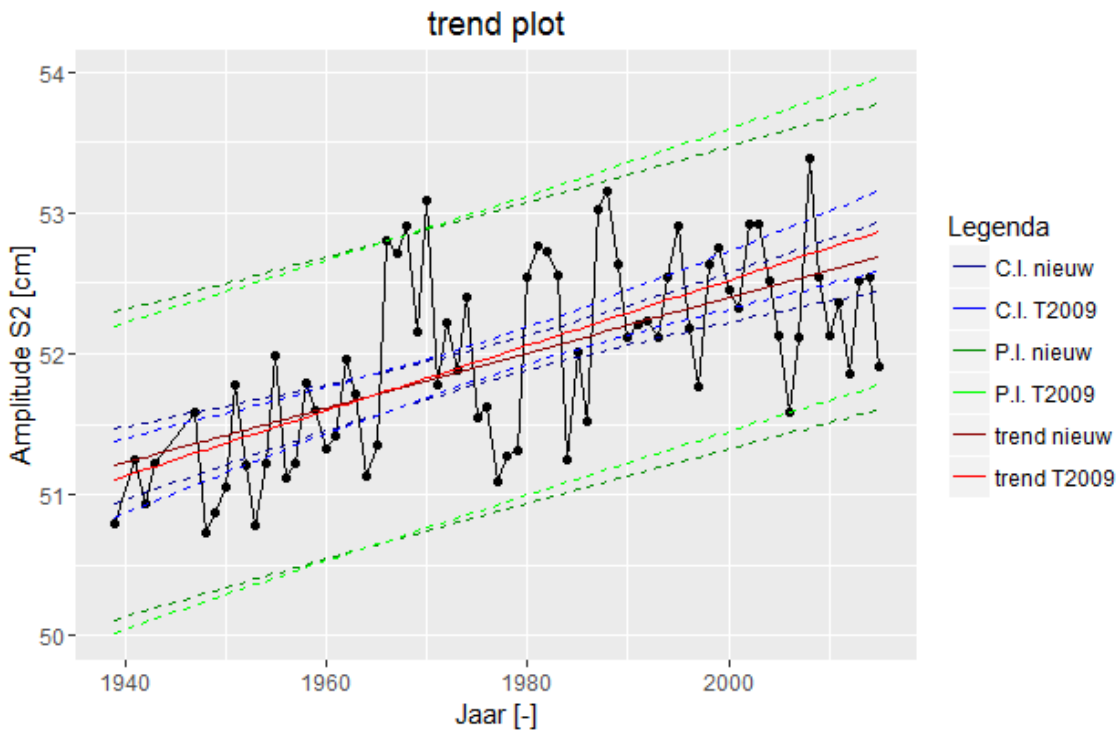
Hansweert



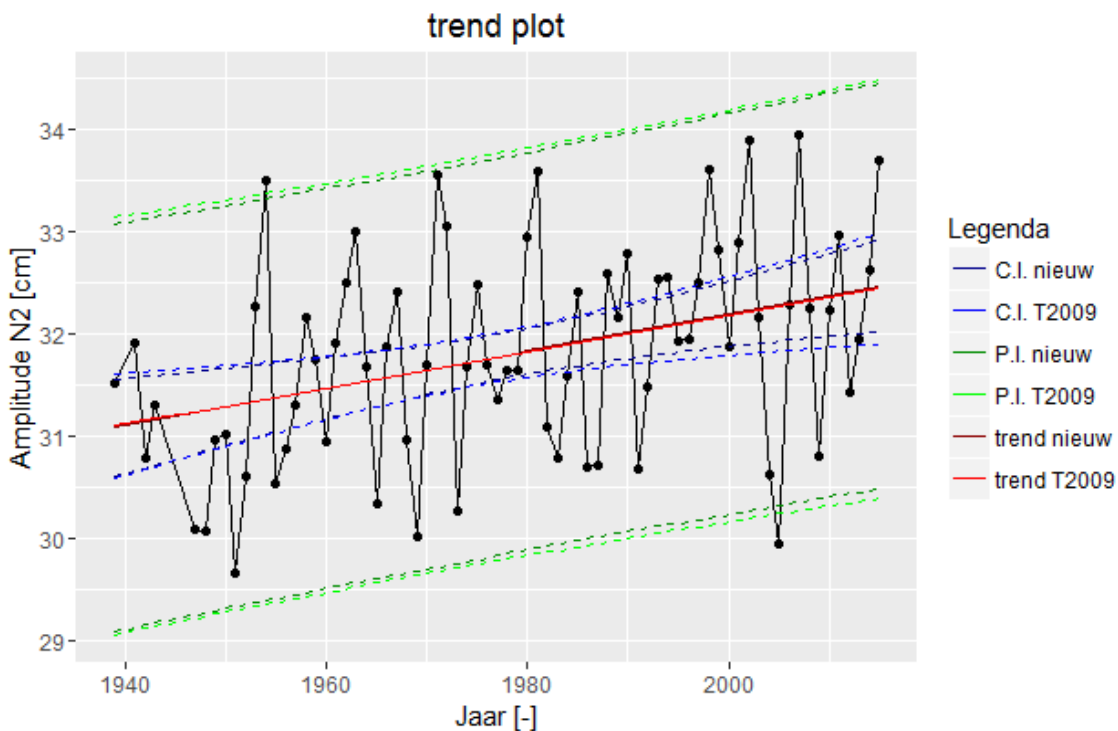
Figuur A-156: Resultaten trendanalyse M2 amplitude Hansweert met de trends t/m 2009 en 2015 voor de periode 1939-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen.



Figuur A-157: Resultaten trendanalyse M4 amplitude Hansweert met de trends t/m 2009 en 2015 voor de periode 1939-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen. Trendbreuk: jaar 1975.

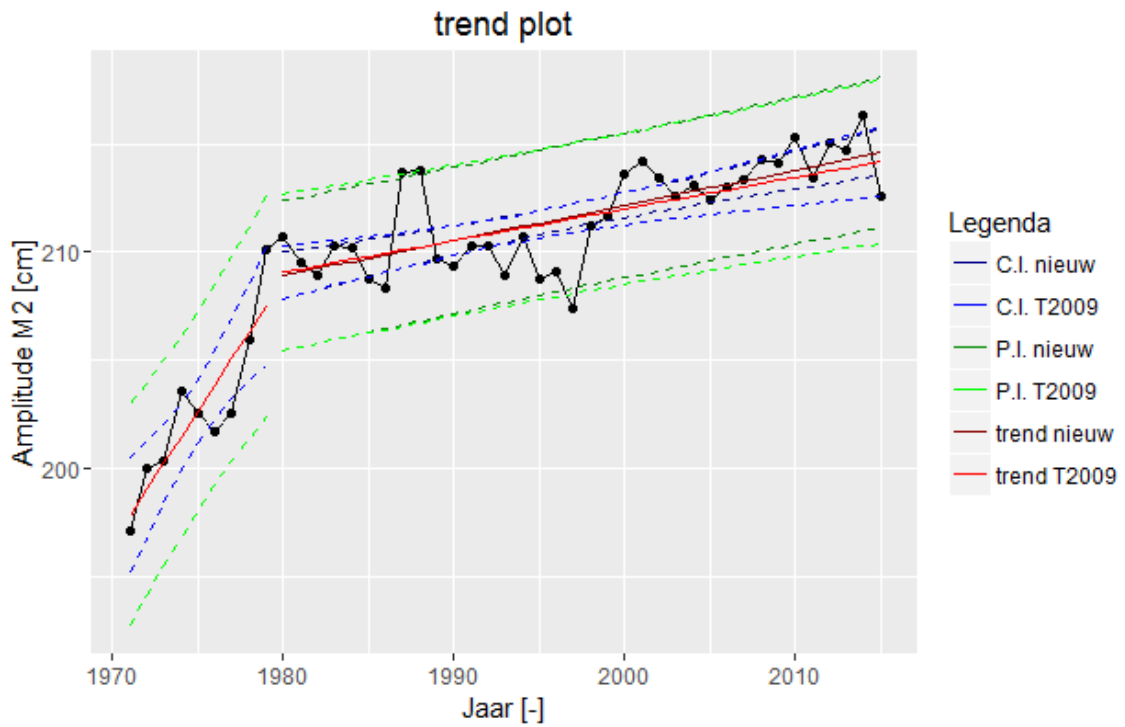


Figuur A-158: Resultaten trendanalyse S2 amplitude Hansweert met de trends t/m 2009 en 2015 voor de periode 1939-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen.

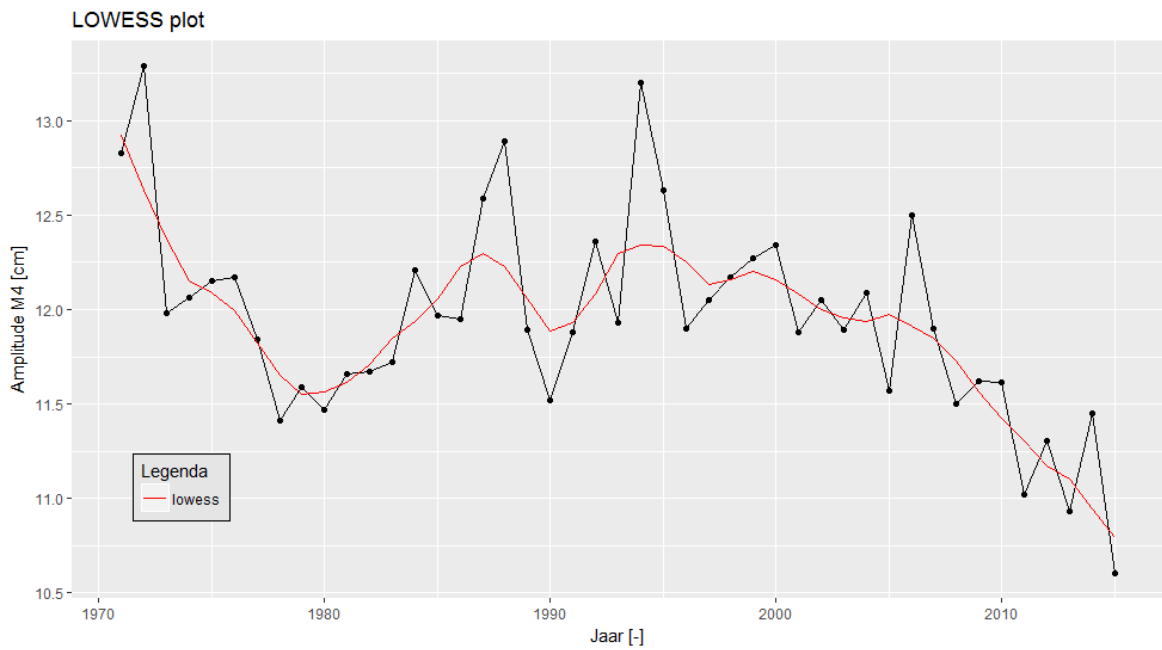


Figuur A-159: Resultaten trendanalyse N2 amplitude Hansweert met de trends t/m 2009 en 2015 voor de periode 1939-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen.

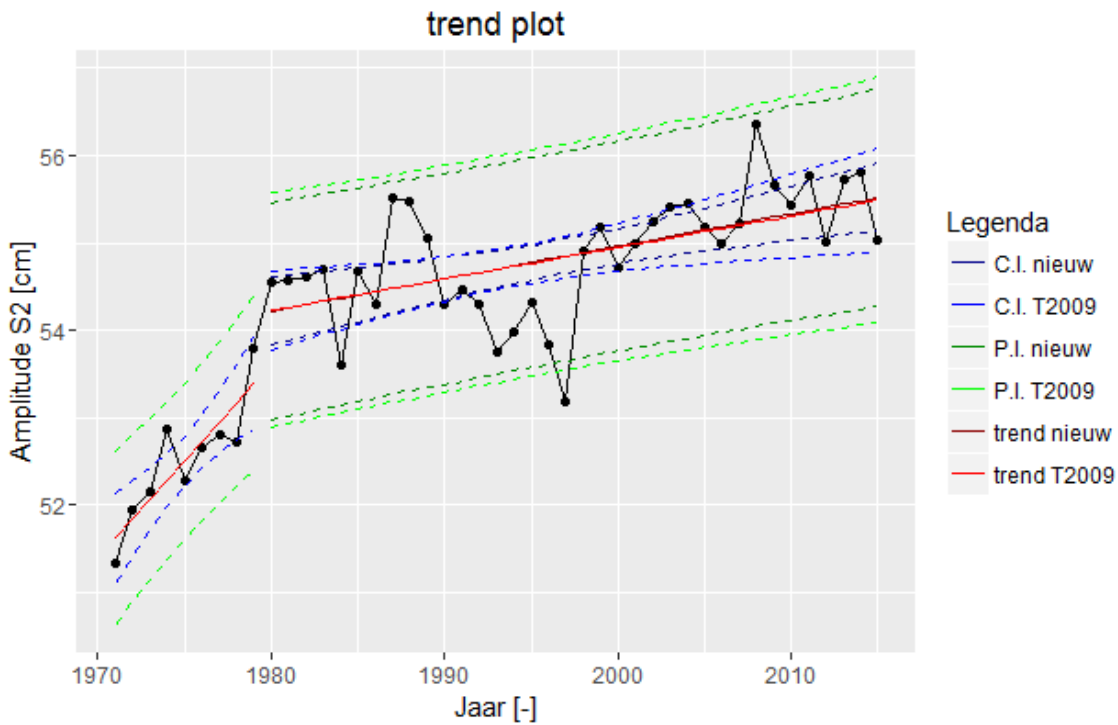
Bath



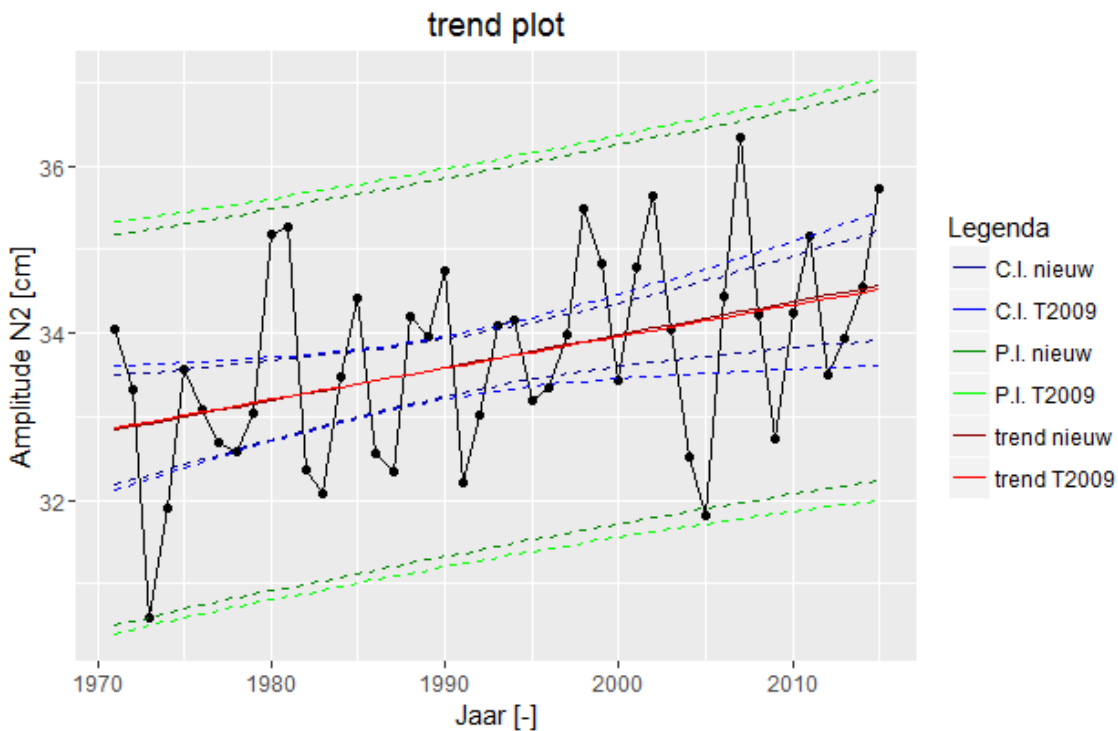
Figuur A-160: Resultaten trendanalyse M2 amplitude Bath met de trends t/m 2009 en 2015 voor de periode 1971-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen. Trendbreuk: jaar 1980.



Figuur A-161: Datapunten M4 amplitude voor Bath voor de periode 1971-2015 en een LOESS filter met spanwijdte van 6 jaar.



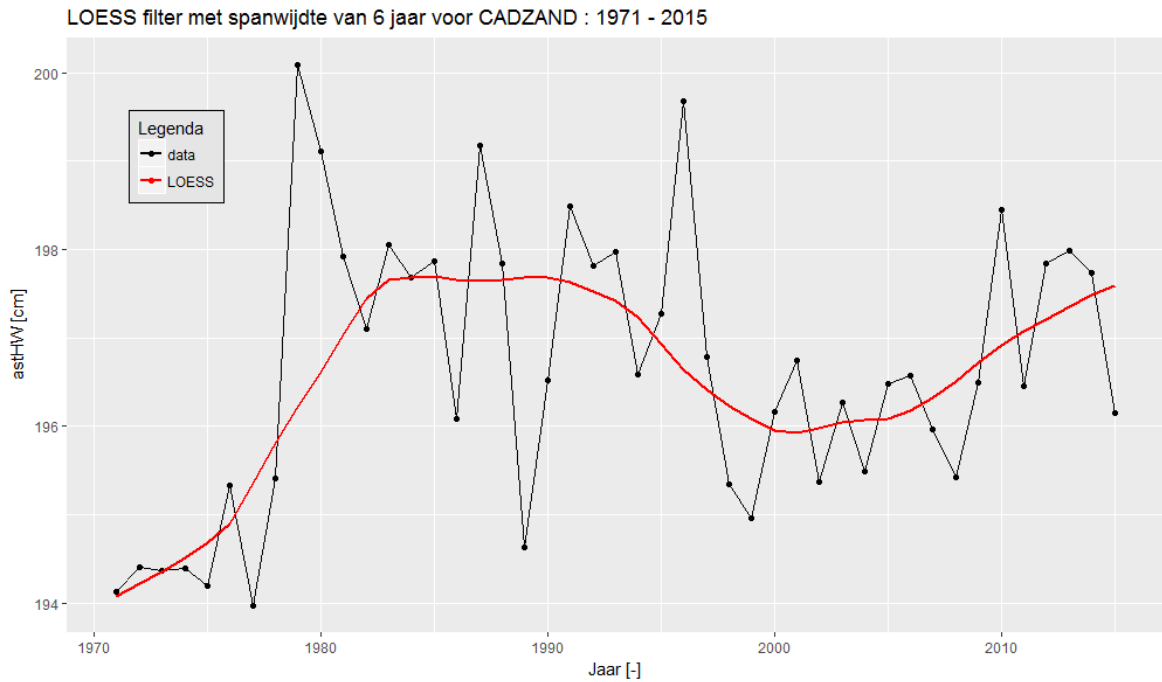
Figuur A-162: Resultaten trendanalyse S2 amplitude Bath met de trends t/m 2009 en 2015 voor de periode 1971-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen. Trendbreuk: jaar 1980.



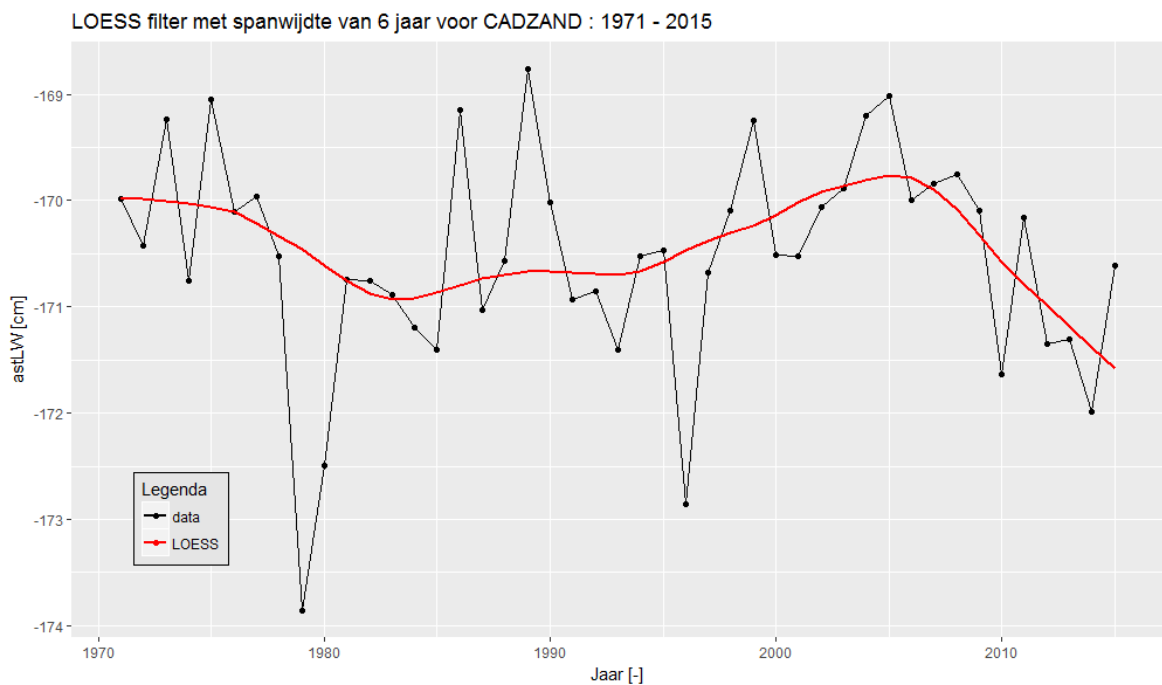
Figuur A-163: Resultaten trendanalyse N2 amplitude Bath met de trends t/m 2009 en 2015 voor de periode 1971-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen.

## Bijlage A.8 Astronomisch hoog- en laagwaterstand

Cadzand

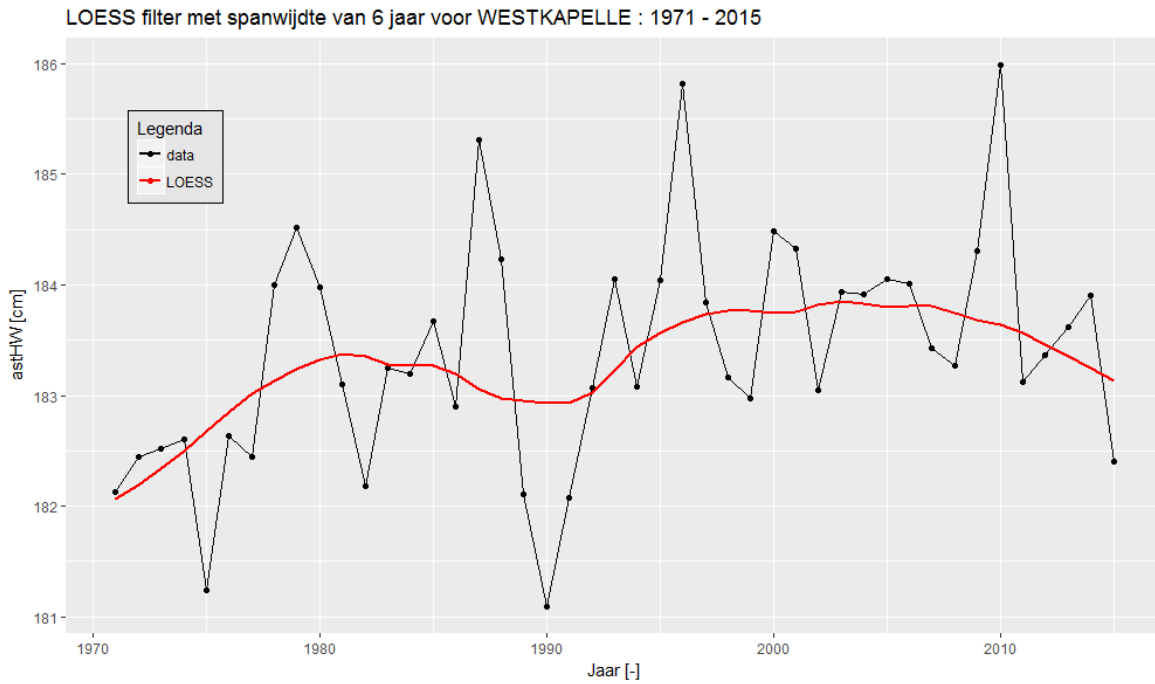


Figuur A-164: Datapunten jaargemiddelde astronomisch hoogwater voor Cadzand voor de periode 1971-2015 en een LOESS filter met spanwijdte van 6 jaar.

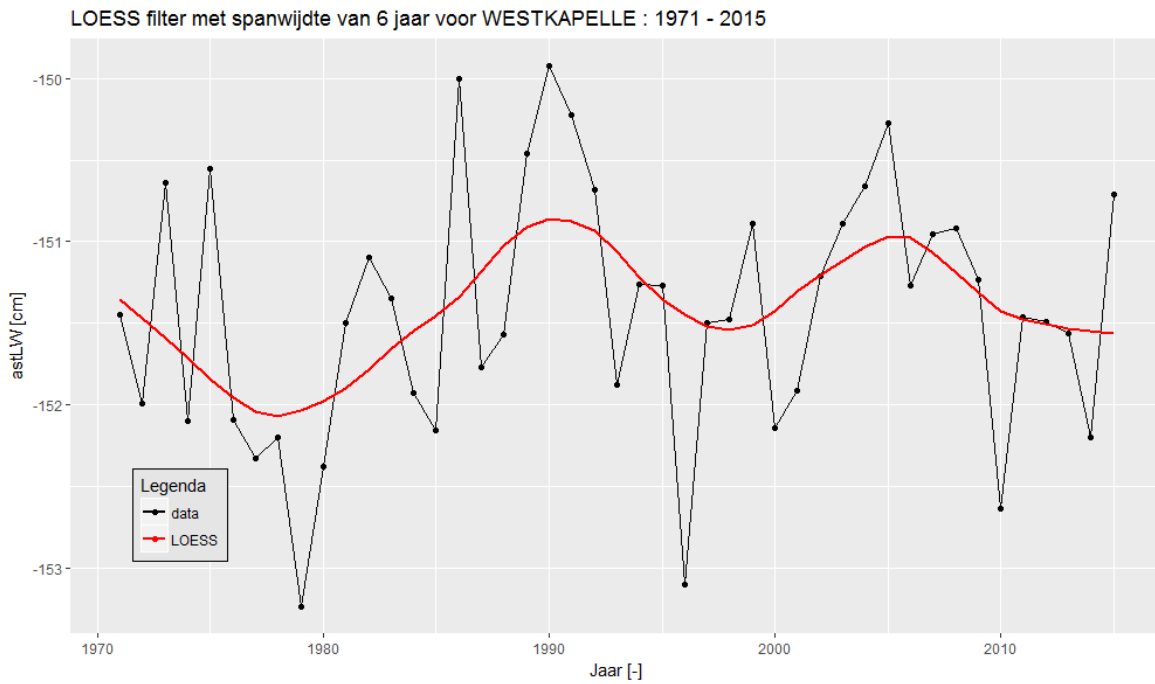


Figuur A-165: Datapunten jaargemiddelde astronomisch laagwater voor Cadzand voor de periode 1971-2015 en een LOESS filter met spanwijdte van 6 jaar.

Westkapelle

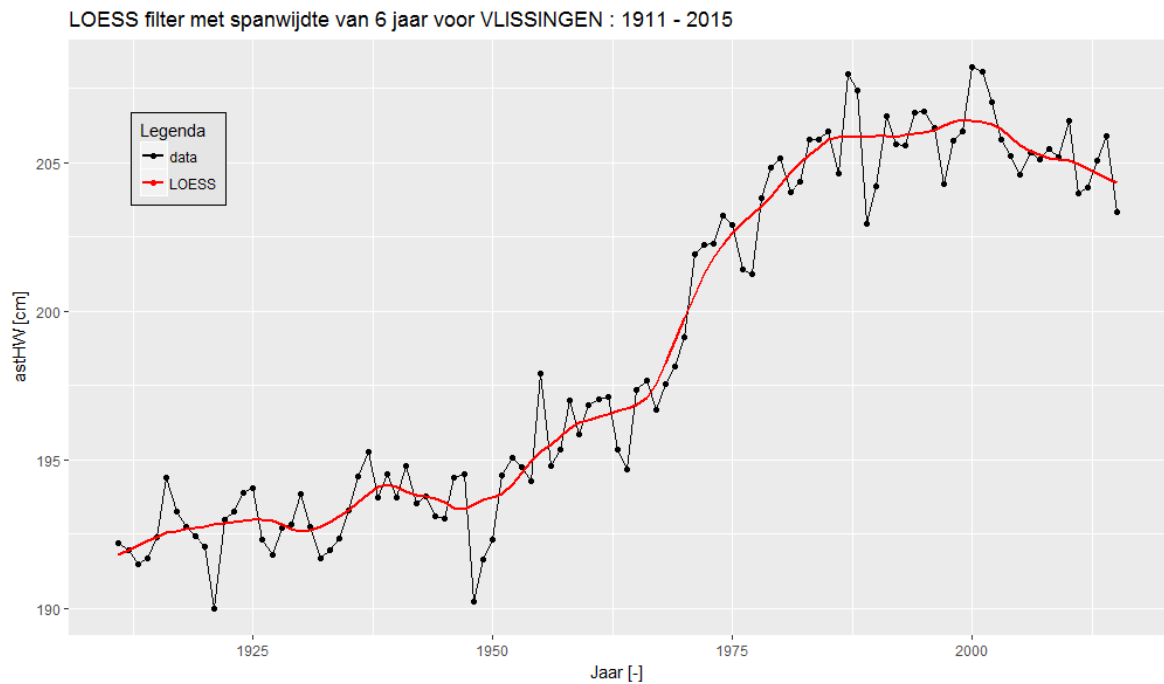


Figuur A-166: Datapunten jaargemiddelde astronomisch hoogwater voor Westkapelle voor de periode 1971-2015 en een LOESS filter met spanwijdte van 6 jaar.

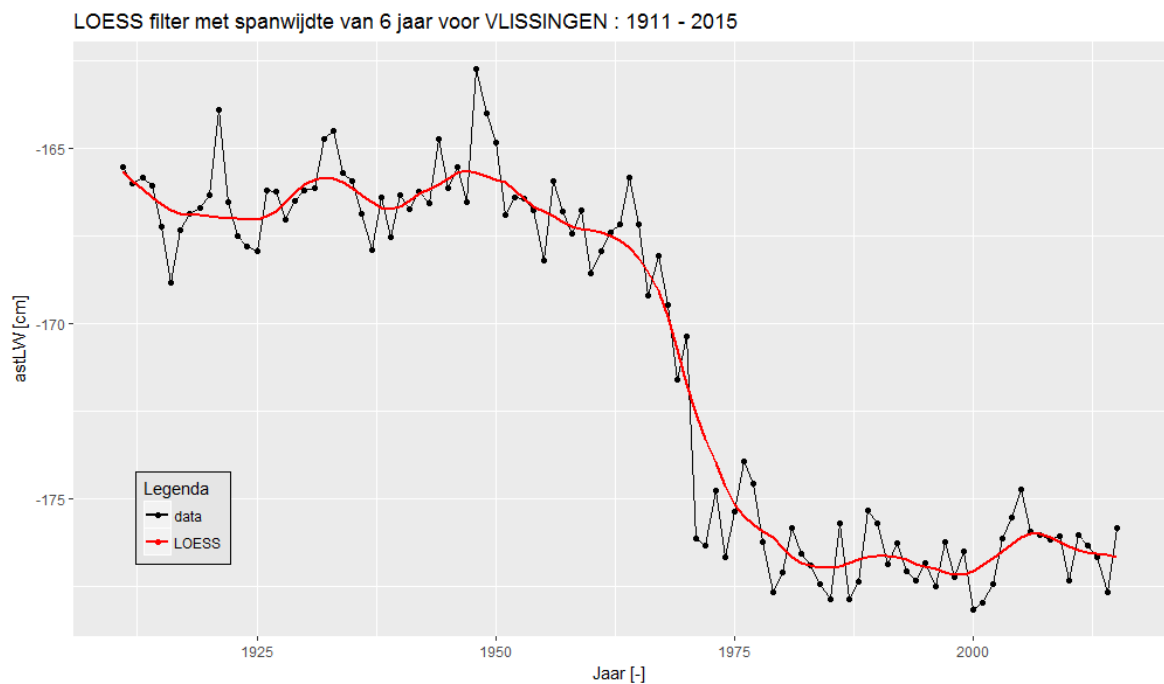


Figuur A-167: Datapunten jaargemiddelde astronomisch laagwater voor Westkapelle voor de periode 1971-2015 en een LOESS filter met spanwijdte van 6 jaar.

## Vlissingen



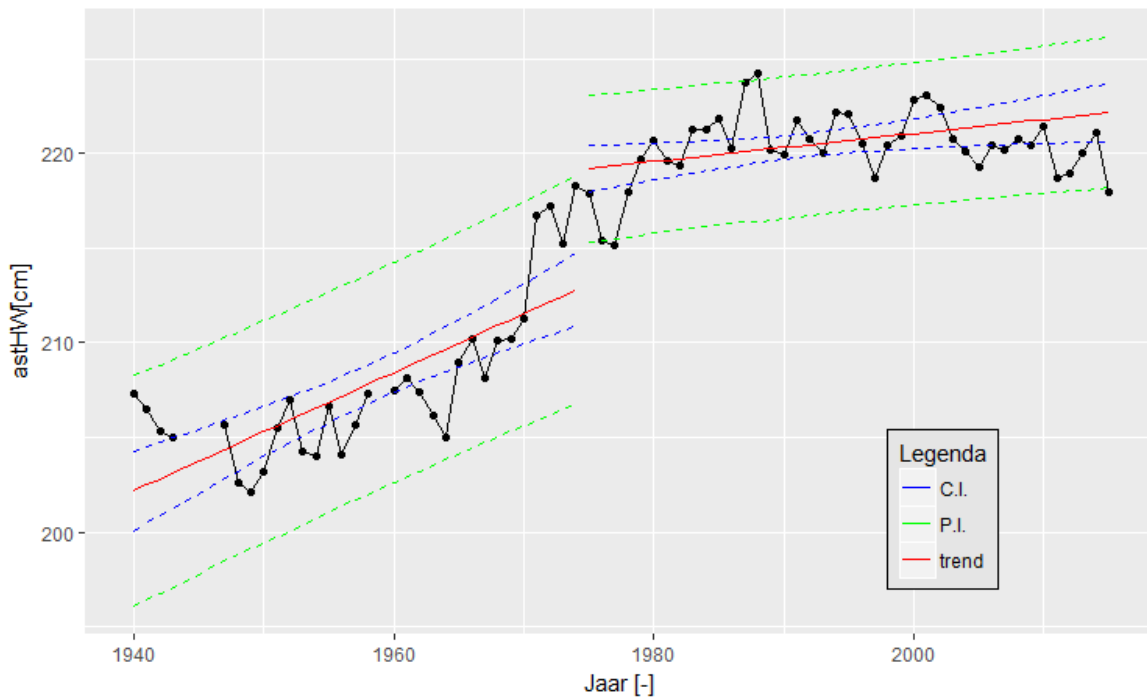
Figuur A-168: Datapunten jaargemiddelde astronomisch hoogwater voor Vlissingen voor de periode 1911-2015 en een LOESS filter met spanwijdte van 6 jaar.



Figuur A-169: Datapunten jaargemiddelde astronomisch laagwater voor Vlissingen voor de periode 1911-2015 en een LOESS filter met spanwijdte van 6 jaar.

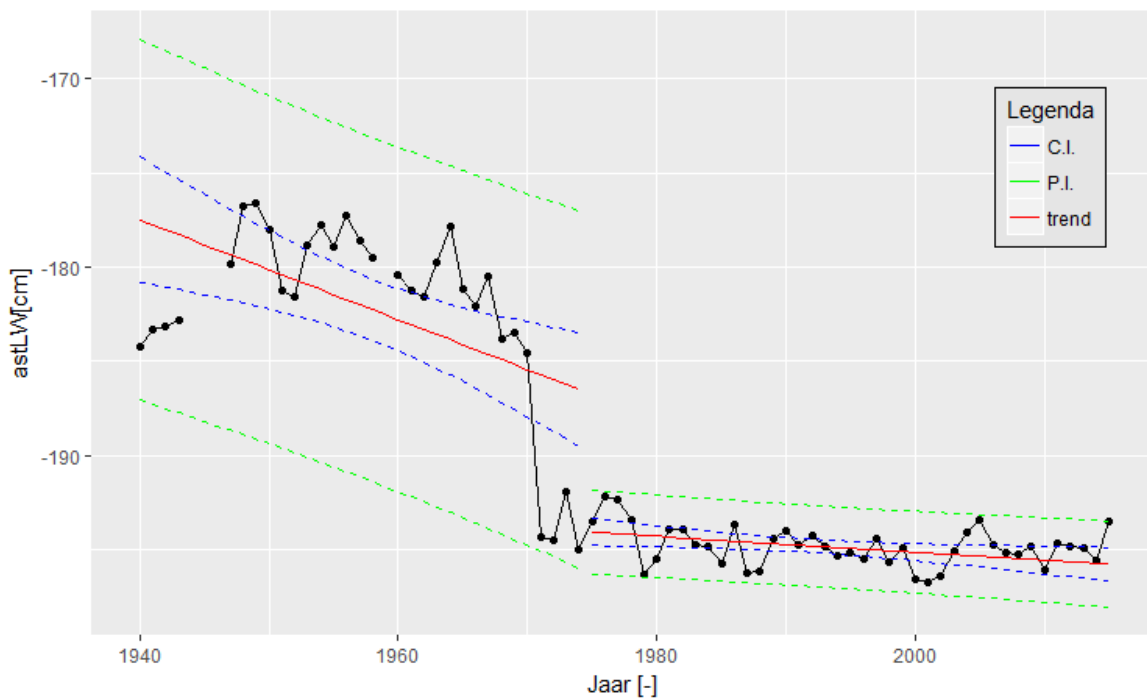
Terneuzen

Astronomisch jaargemiddelde hoogwater Terneuzen



Figuur A-170: Resultaten trendanalyse jaargemiddelde astronomisch hoogwater voor Terneuzen met de geëxtrapoleerde trend van 2009 tot 2015 voor de periode 1940-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen. Trendbreuk: jaar 1975.

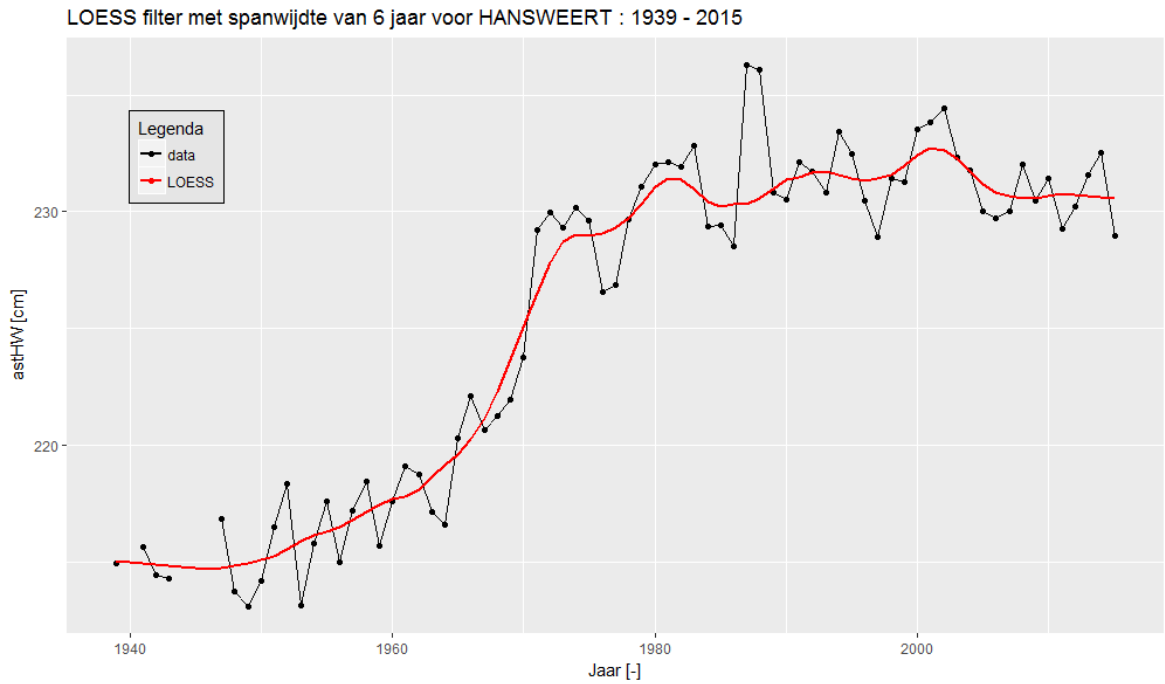
Astronomisch jaargemiddelde laagwater Terneuzen



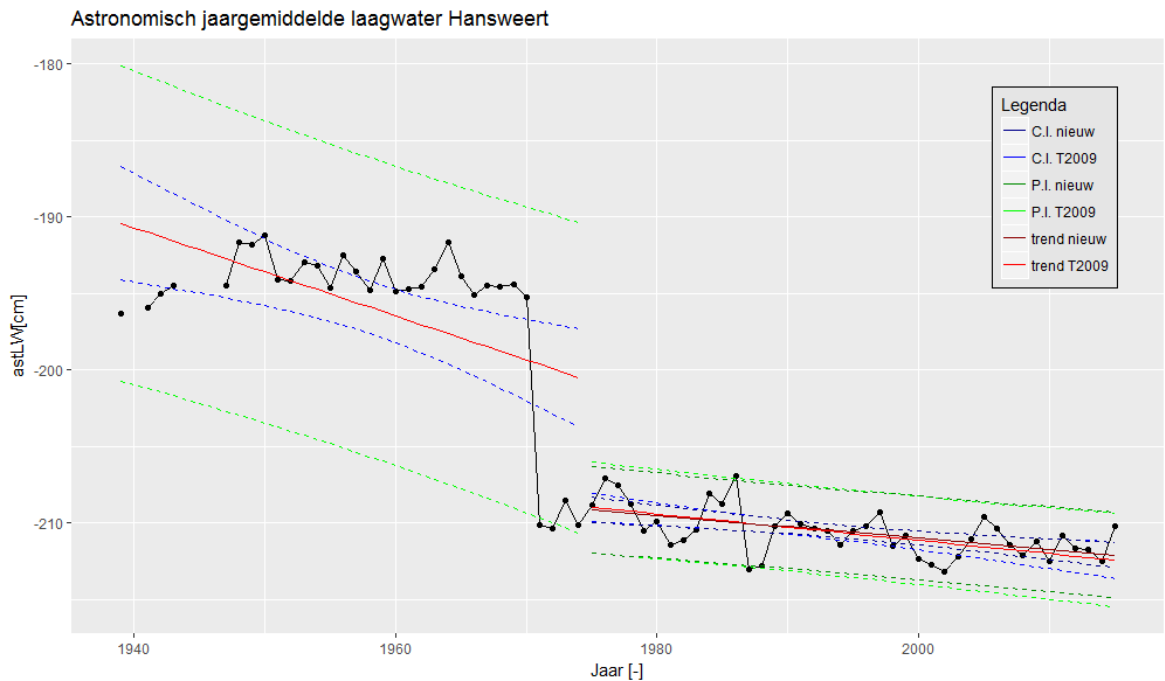
Figuur A-171: Resultaten trendanalyse jaargemiddelde astronomisch laagwater voor Terneuzen met de geëxtrapoleerde trend van 2009 tot 2015 voor de periode 1940-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen. Trendbreuk: jaar 1975.



Hansweert

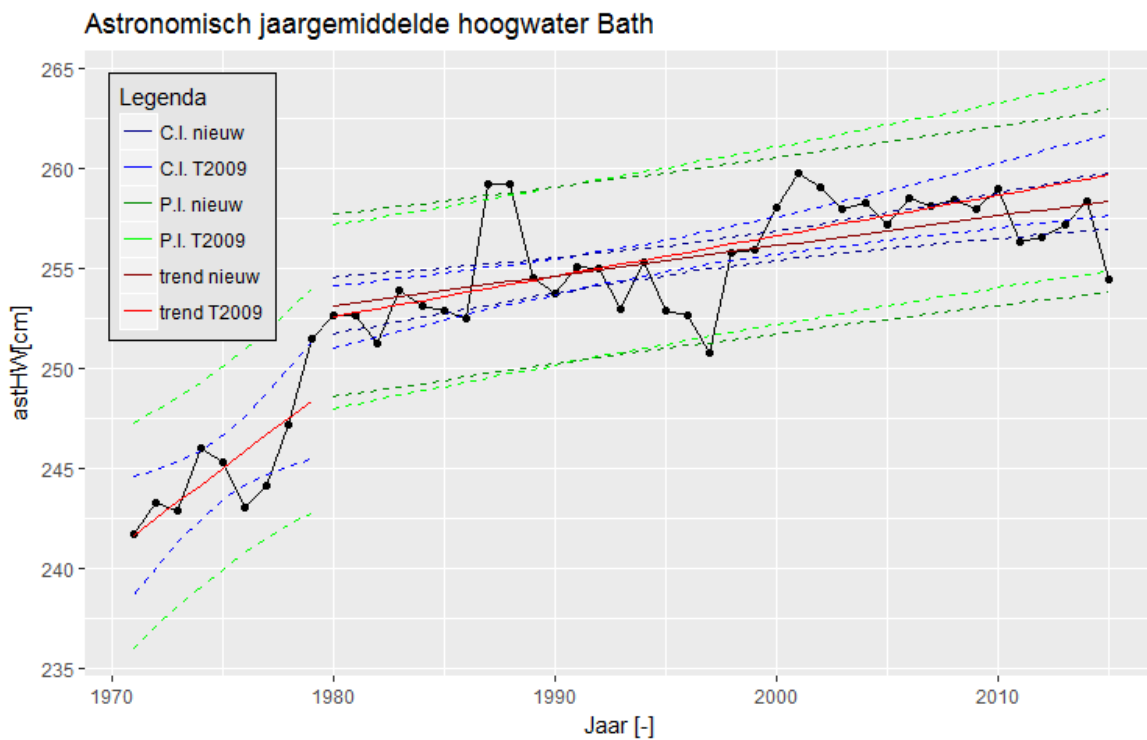


Figuur A-172: Datapunten jaargemiddelde astronomisch hoogwater voor Hansweert voor de periode 1939-2015 en een LOESS filter met spanwijdte van 6 jaar.

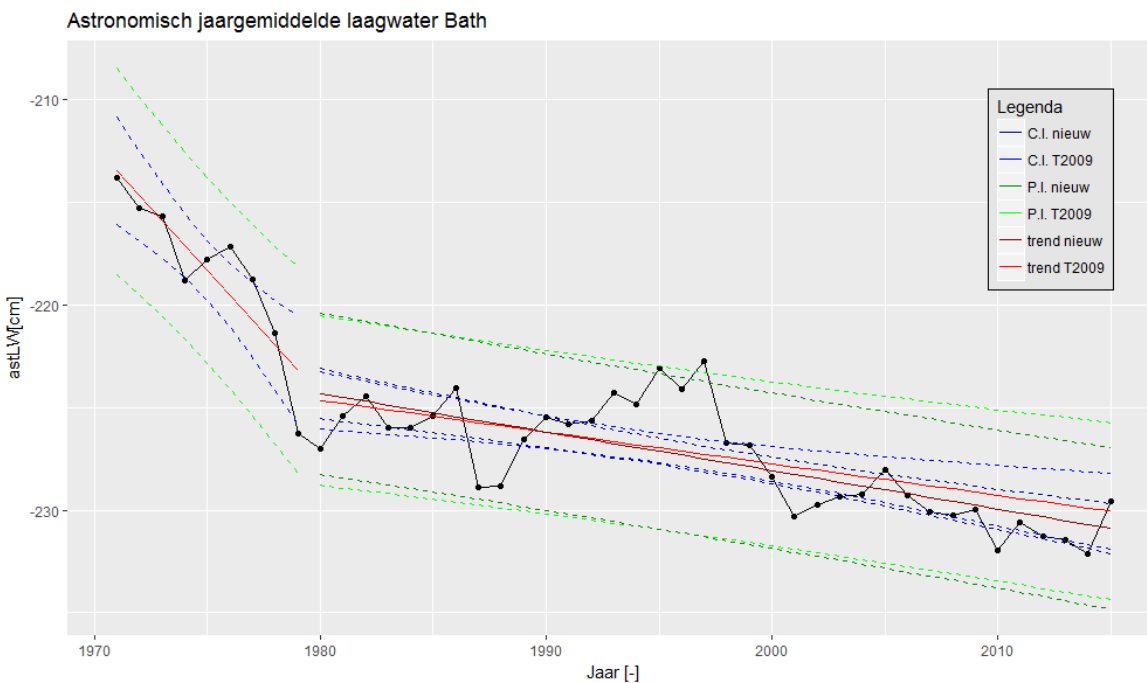


Figuur A-173: Resultaten trendanalyse jaargemiddelde astronomisch laagwater voor Hansweert met de trends t/m 2009 en 2015 voor de periode 1939-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen. Trendbreuk: jaar 1975.

Bath

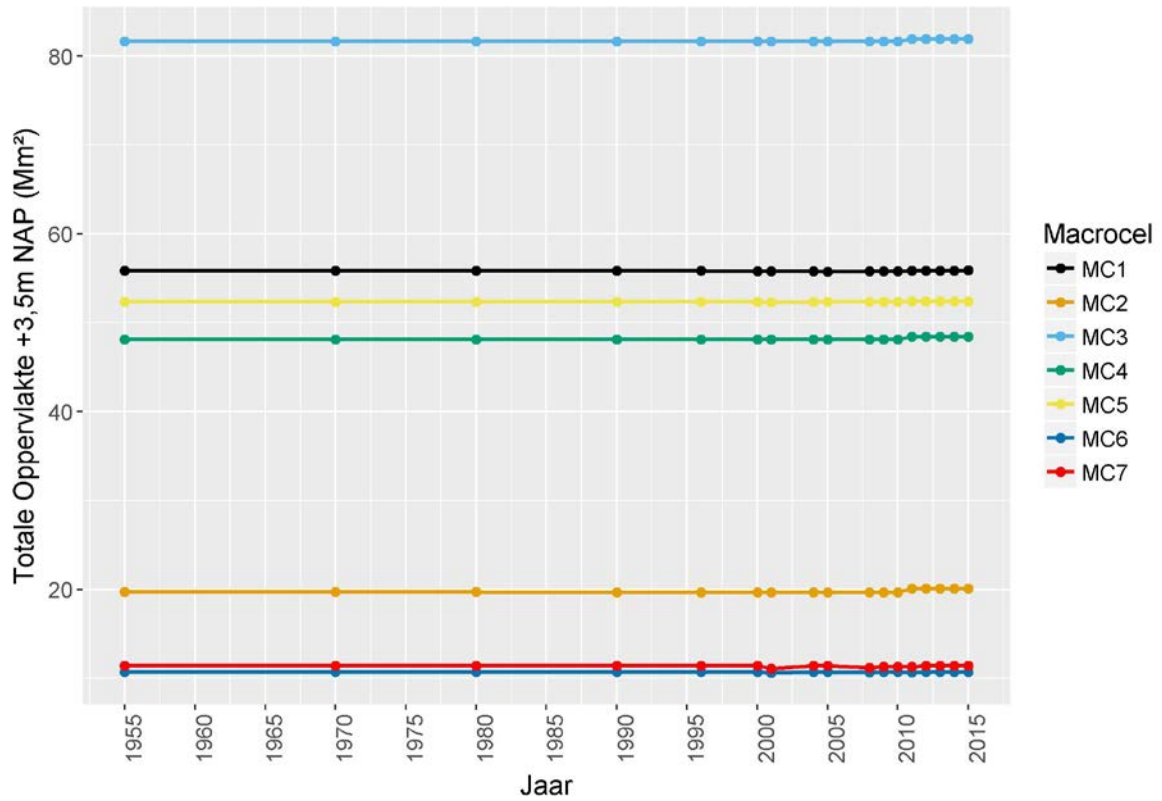


Figuur A-174: Resultaten trendanalyse jaargemiddelde astronomisch hoogwater voor Bath met de trends t/m 2009 en 2015 voor de periode 1971-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen. Trendbreuk: jaar 1980.

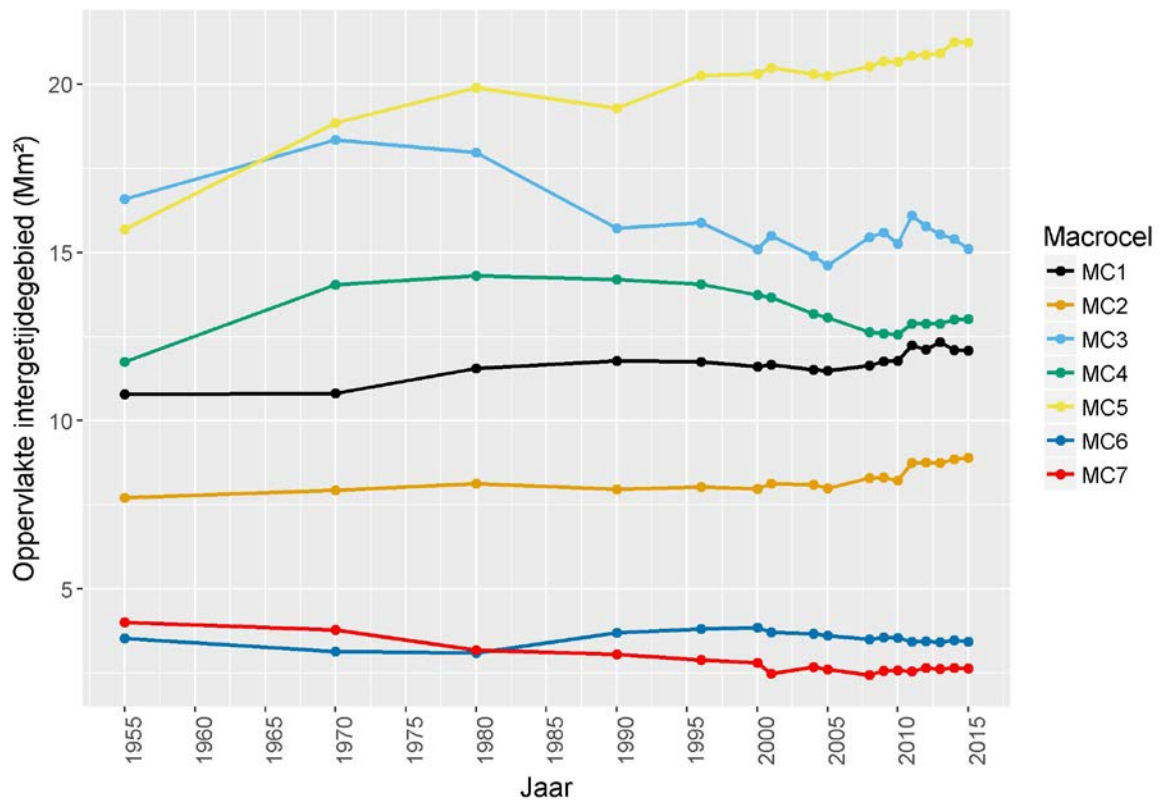


Figuur A-175: Resultaten trendanalyse jaargemiddelde astronomisch laagwater voor Bath met de trends t/m 2009 en 2015 voor de periode 1971-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen. Trendbreuk: jaar 1980.

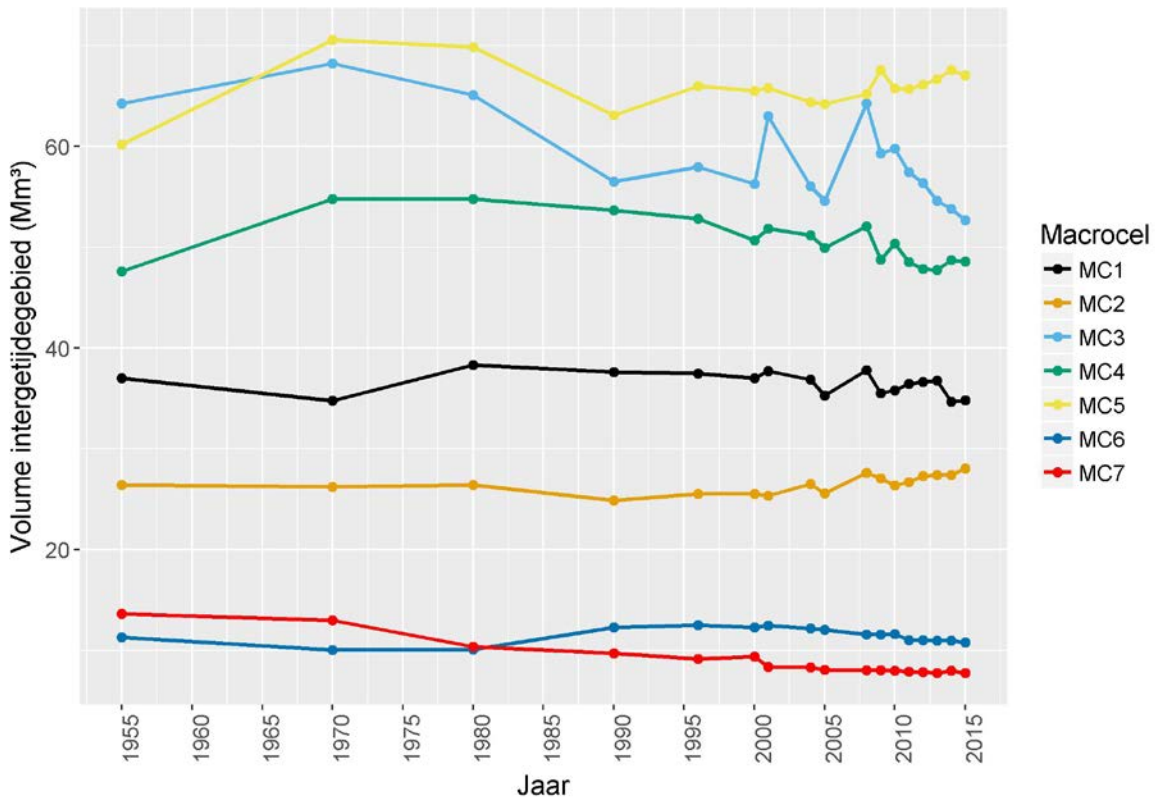
## Bijlage A.9 Morfologische evolutie van de Westerschelde in absolute aantallen



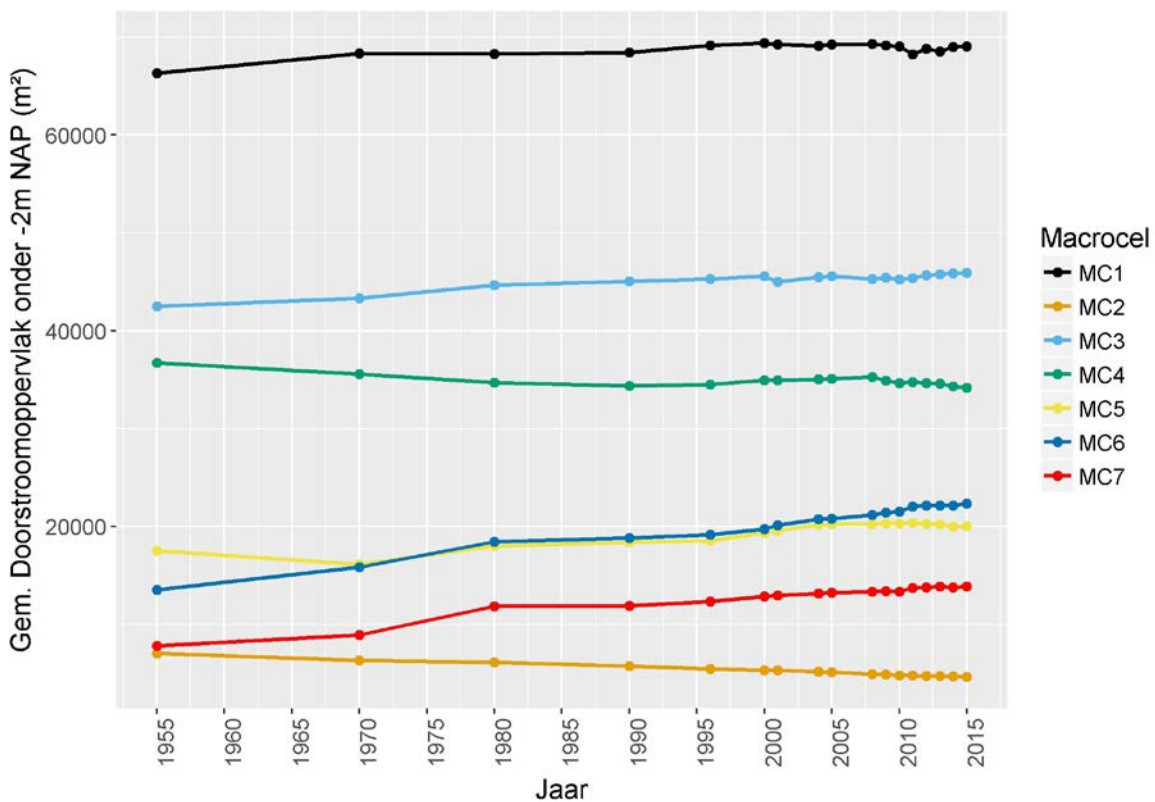
Figuur A-176: Wateroppervlak bij +3,5 m NAP op de Westerschelde [ $10^6 \text{ m}^3$ ], weergegeven per Macrocel.



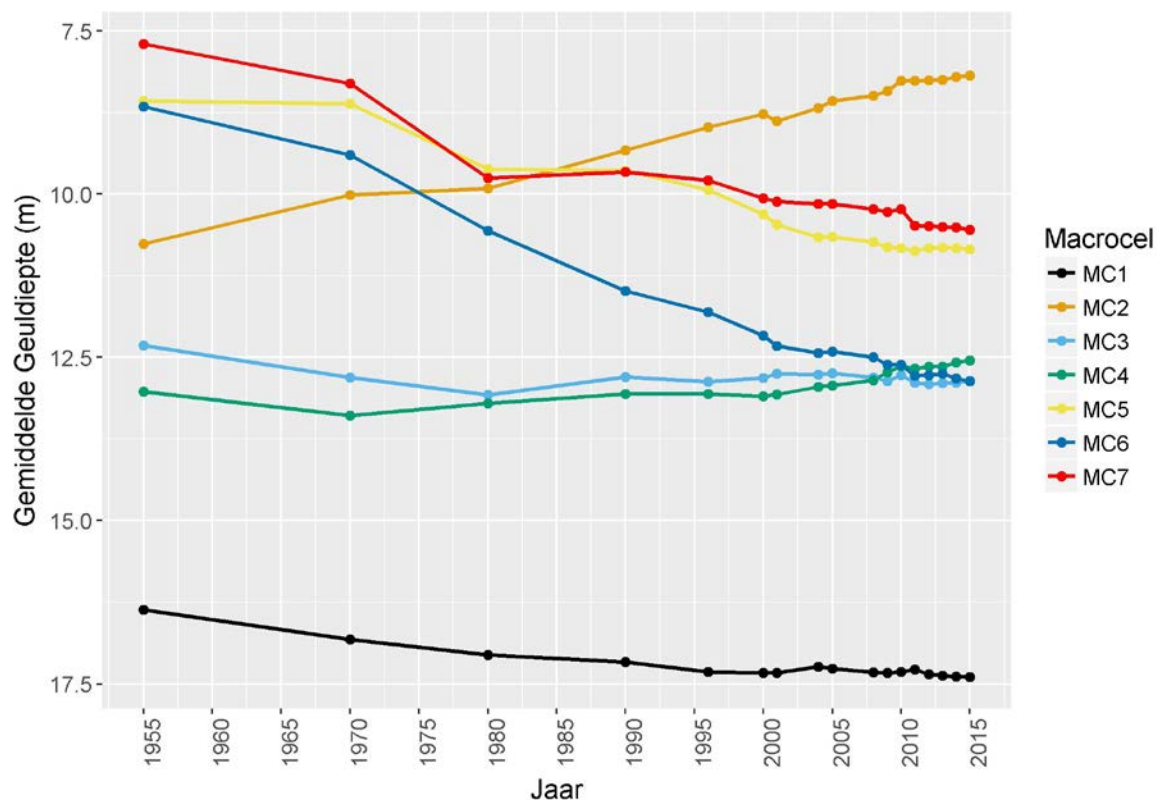
Figuur A-177: Oppervlakte intergetijdengebied (gedefinieerd tussen -2 m NAP en +3,5 m NAP) van de Westerschelde [ $10^6 \text{ m}^3$ ], weergegeven per Macrocel.



Figuur A-178: Maximale watervolume [Mm<sup>3</sup>] dat geborgen kan worden in het intergetijdengebied (gedefinieerd tussen -2 m NAP en +3,5 m NAP) van de Westerschelde, weergegeven per Macrocel.



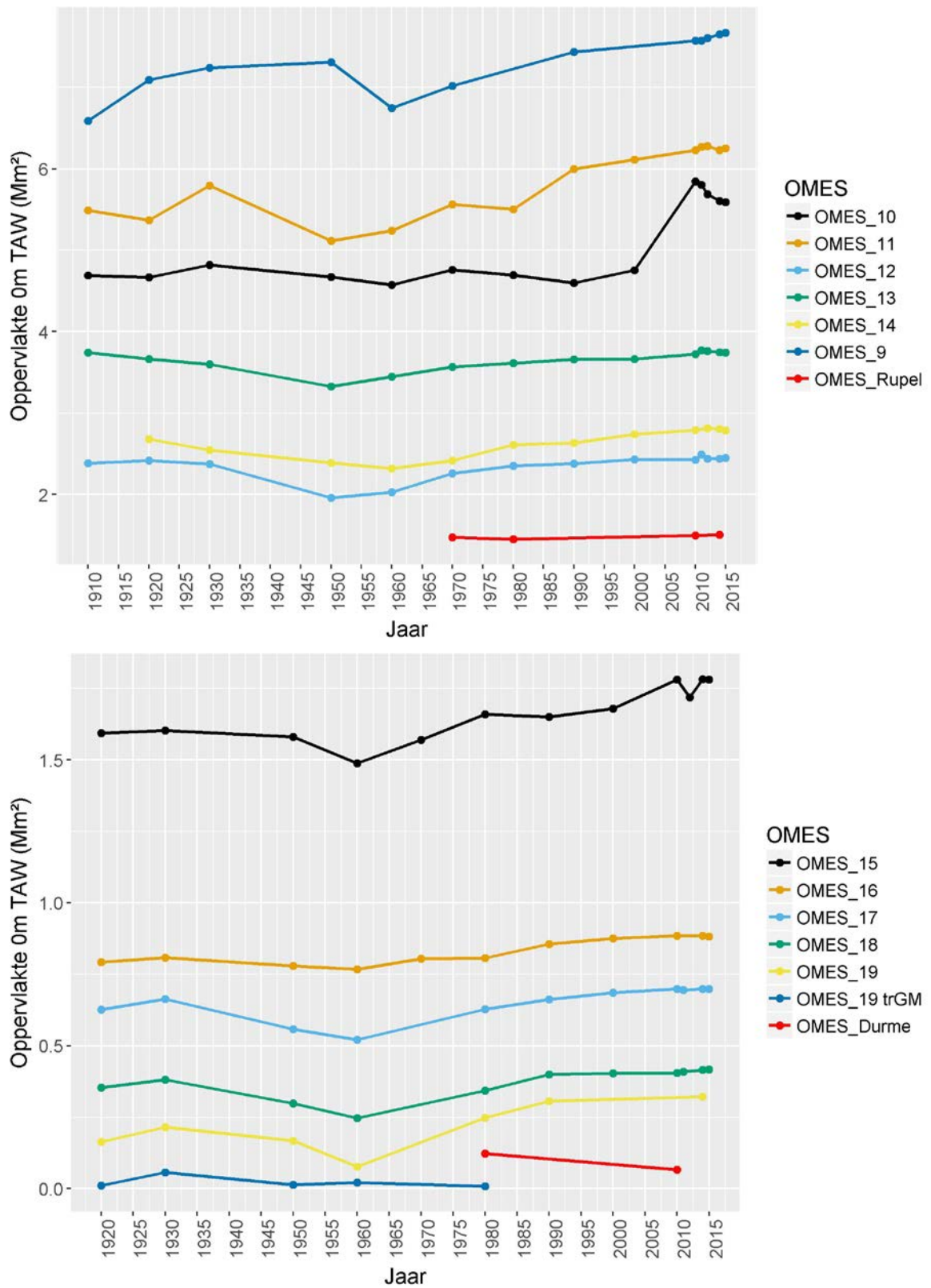
Figuur A-179: Gemiddeld doorstroomoppervlak van de geulen (onder -2m NAP) op de Westerschelde, weergegeven per macrocel.



Figuur A-180: Gemiddelde waterdiepte in de geulen van iedere macrocel op de Westerschelde. De gemiddelde waterdiepte werd berekend onder het referentiepeil -2m NAP. Hierna werd er 2m aan toegevoegd zodanig een waterdiepte ten opzichte van het referentiepeil 0 m NAP te bekomen.

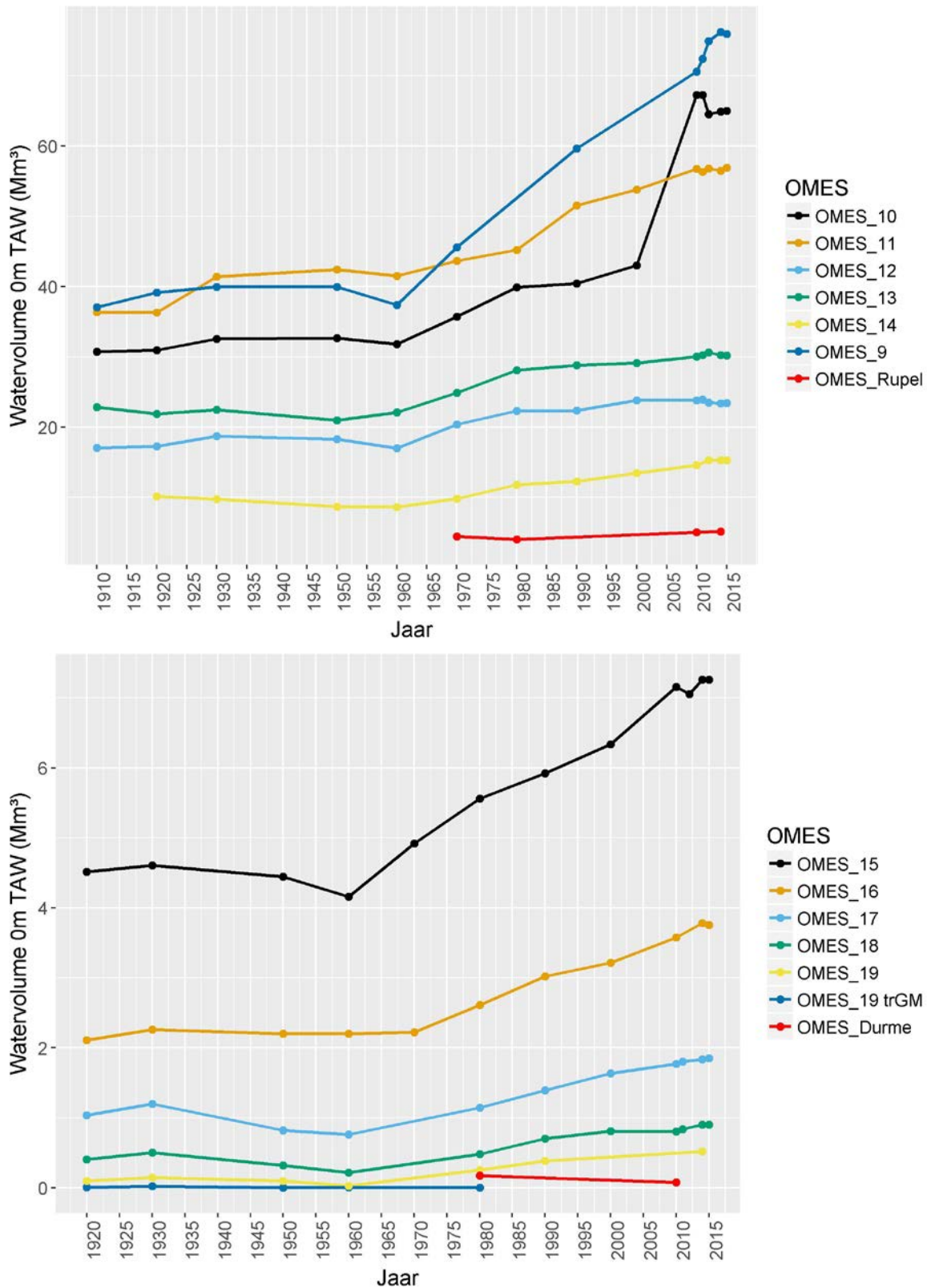


## Bijlage A.10 Morfologische evolutie van de Zeeschelde in absolute aantallen



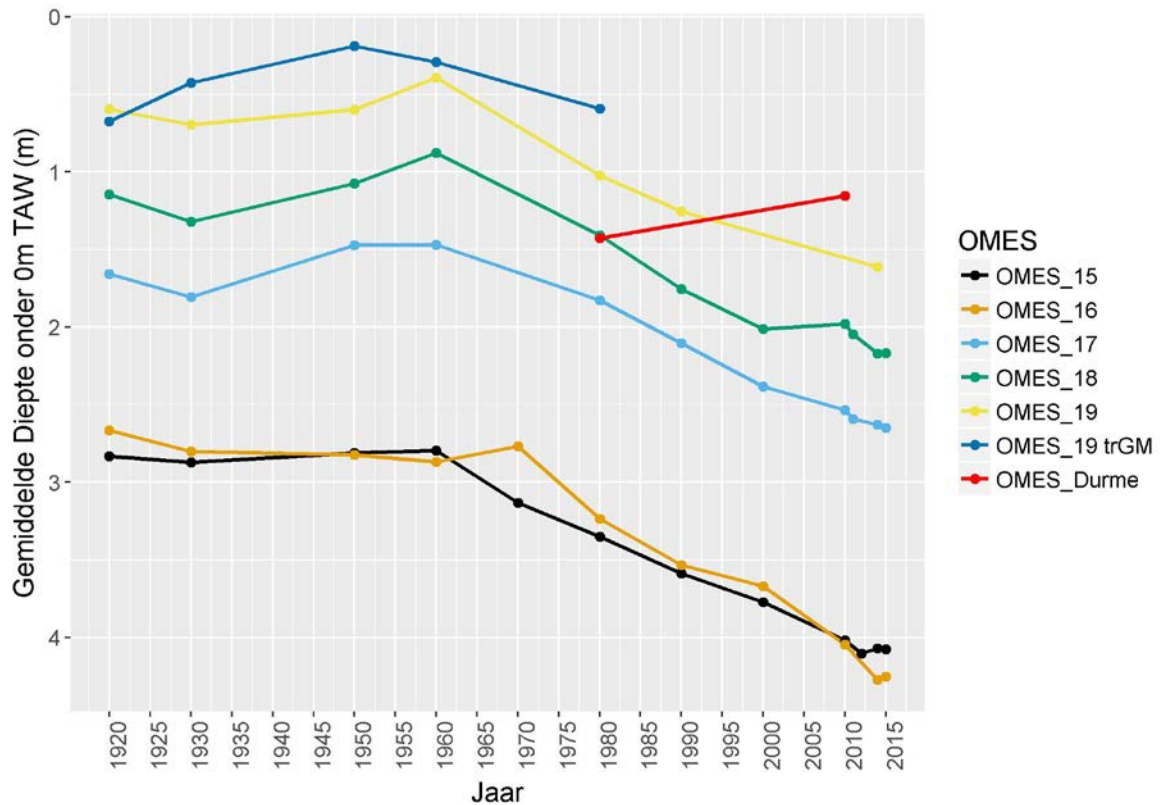
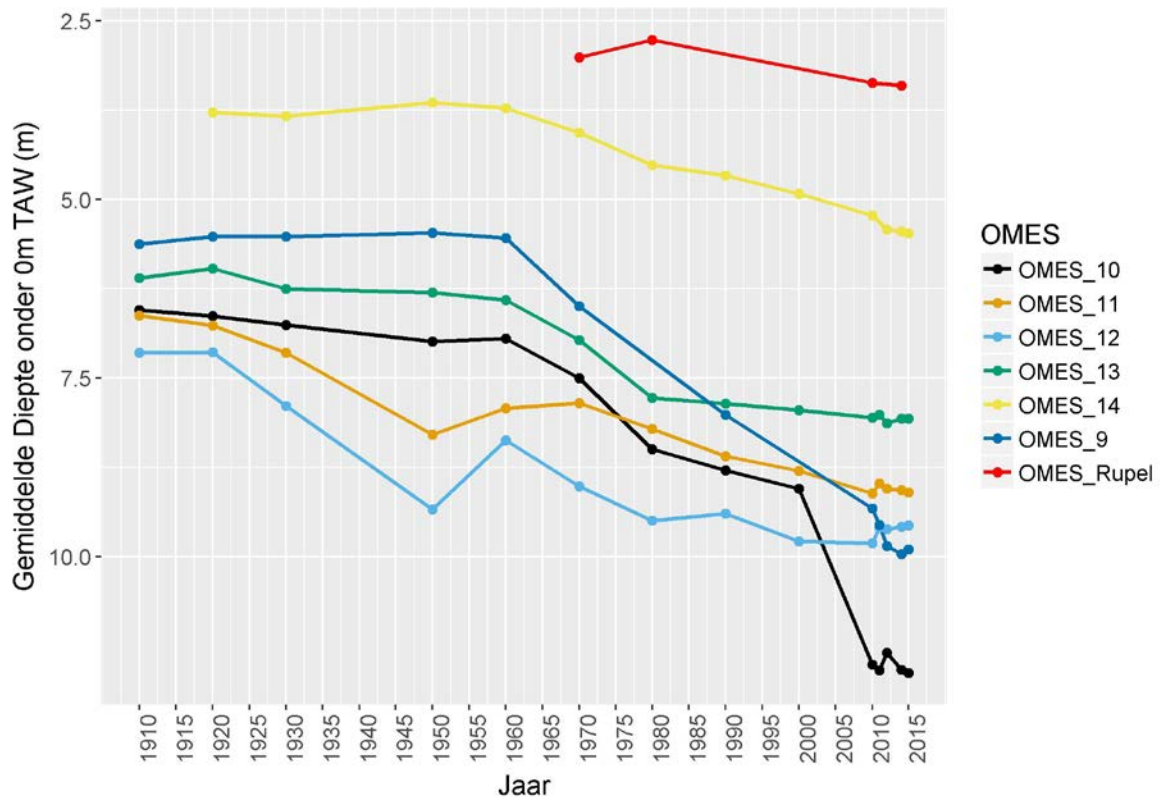
Figuur A-181: Wateroppervlak [Mm²] bij 0 m TAW op de Zeeschelde, weergegeven per OMES-segment.





Figuur A-182: Watervolume [Mm³] bij 0 m TAW op de Zeeschelde, weergegeven per OMES-segment.





Figuur A-183: Gemiddelde geuldiepte [m TAW] (hier gedefinieerd als onder 0 m TAW) van de Zeeschelde, weergegeven per OMES-segment.

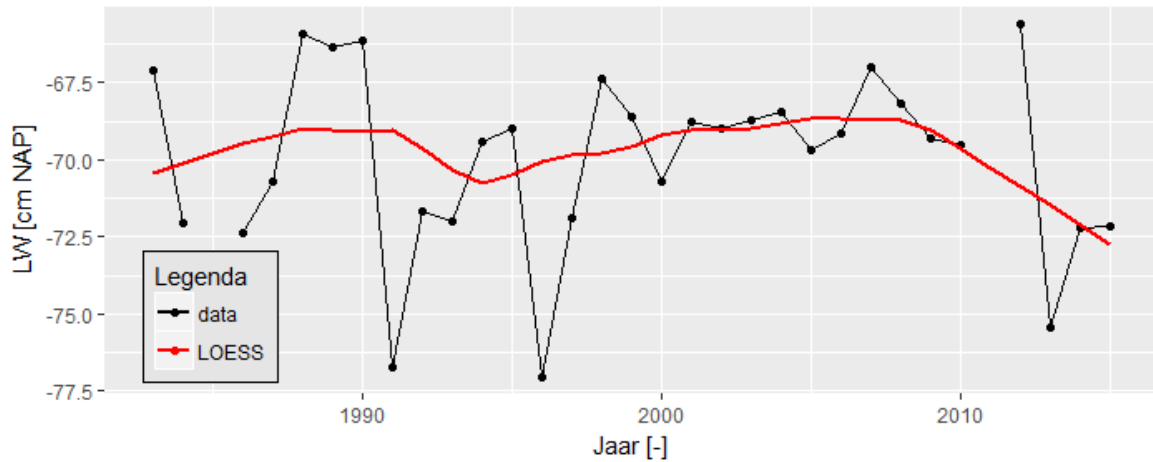


## Bijlage B Figuren Bevaarbaarheid

### Bijlage B.1 Jaargemiddeld Laagwater

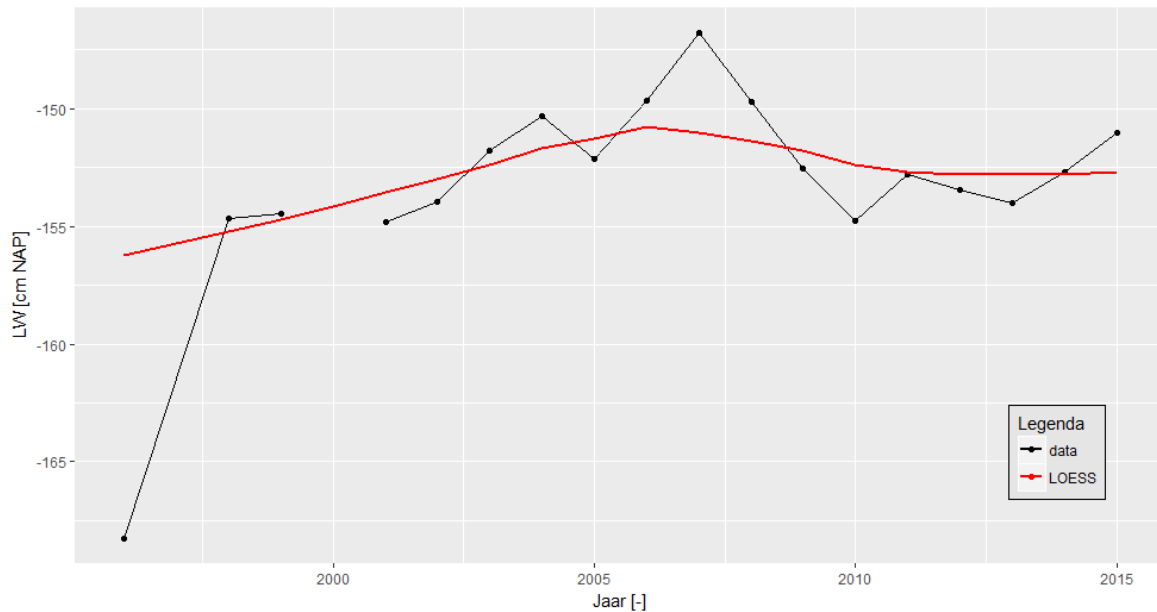
Buiten het estuarium en monding

Loess plot met een jaarspan van 6 jaar

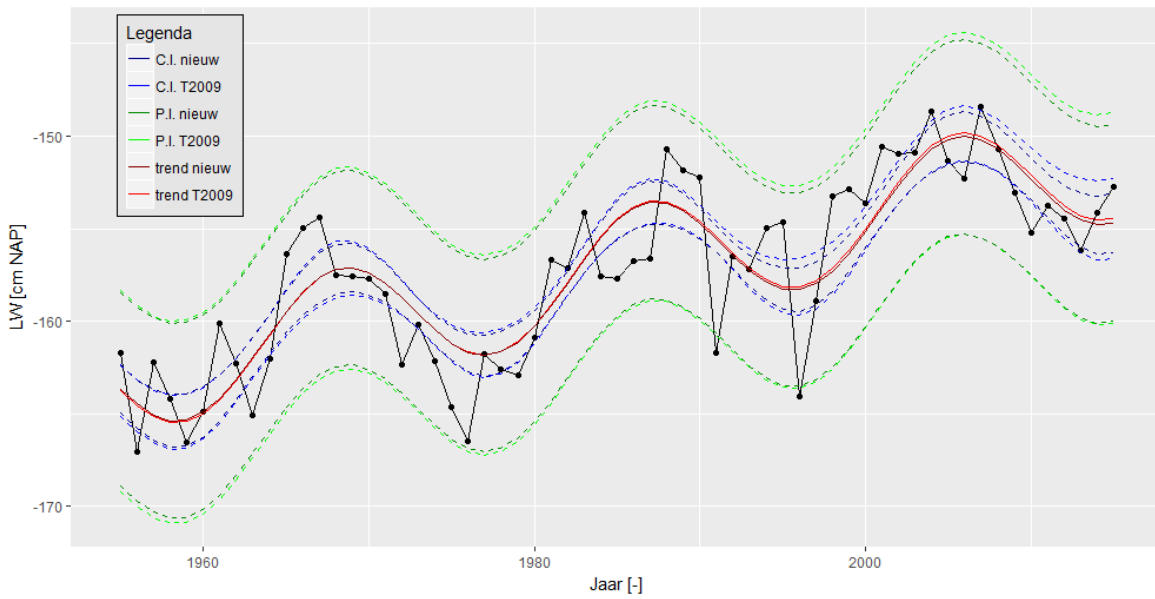


Figuur B-1: Datapunten van jaargemiddelde laagwaterstanden voor Euro Platform voor de periode 1983-2015 en een LOESS filter met spanwijdte van 6 jaar.

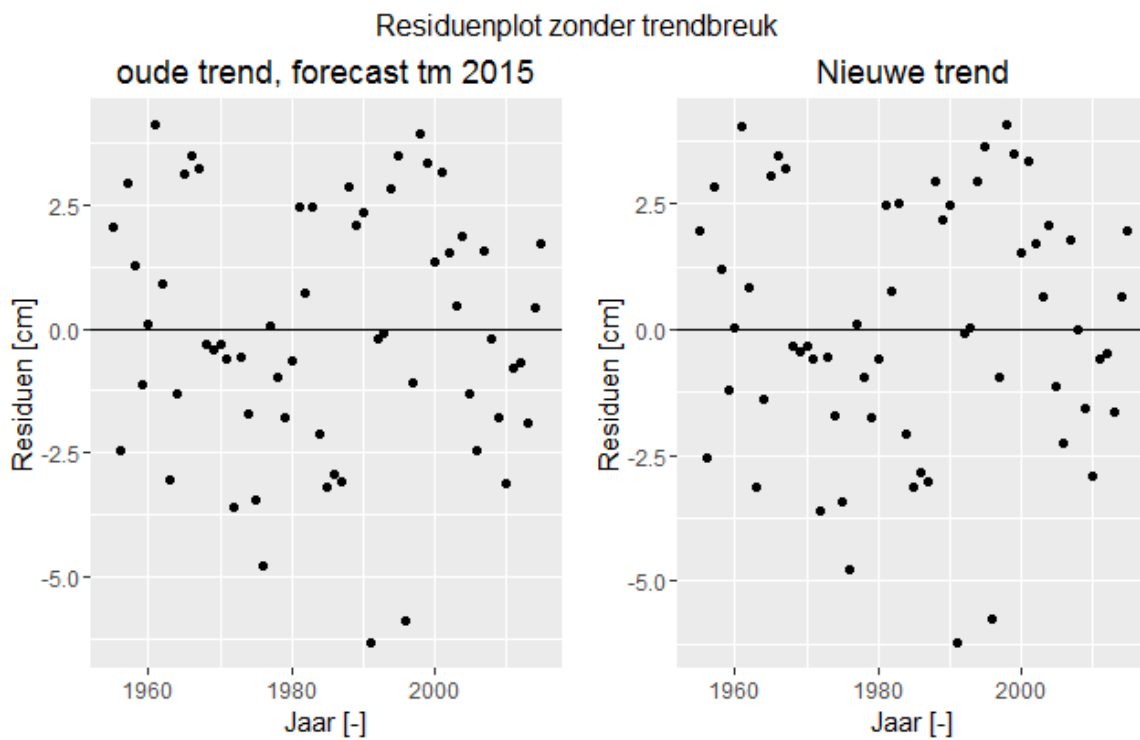
Loess plot met een jaarspan van 6 jaar



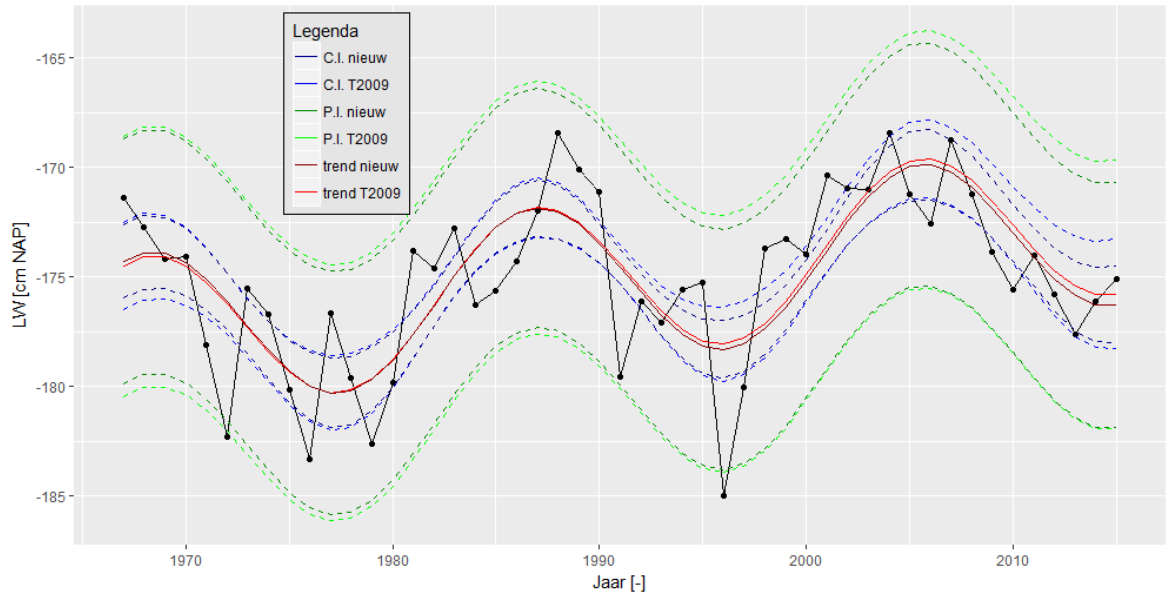
Figuur B-2: Datapunten van jaargemiddelde laagwaterstanden voor Vlake van de Raan voor de periode 1996-2015 en een LOESS filter met spanwijdte van 6 jaar.



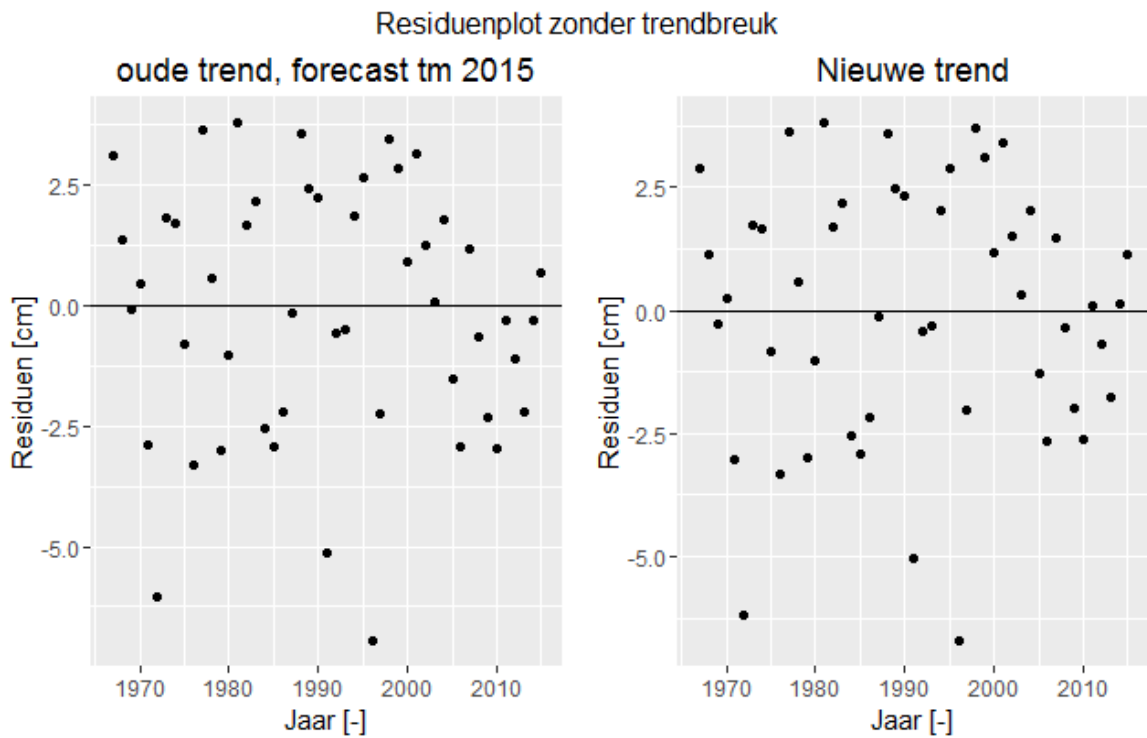
Figuur B-3: Resultaten trendanalyse jaargemiddelde laagwaterstanden Westkapelle met de trends t/m 2009 en 2015 voor de periode 1955-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen.



Figuur B-4: Residuen trendanalyse T2009 met een forecast t/m 2015 en de nieuwe trend t/m 2015 voor Westkapelle.

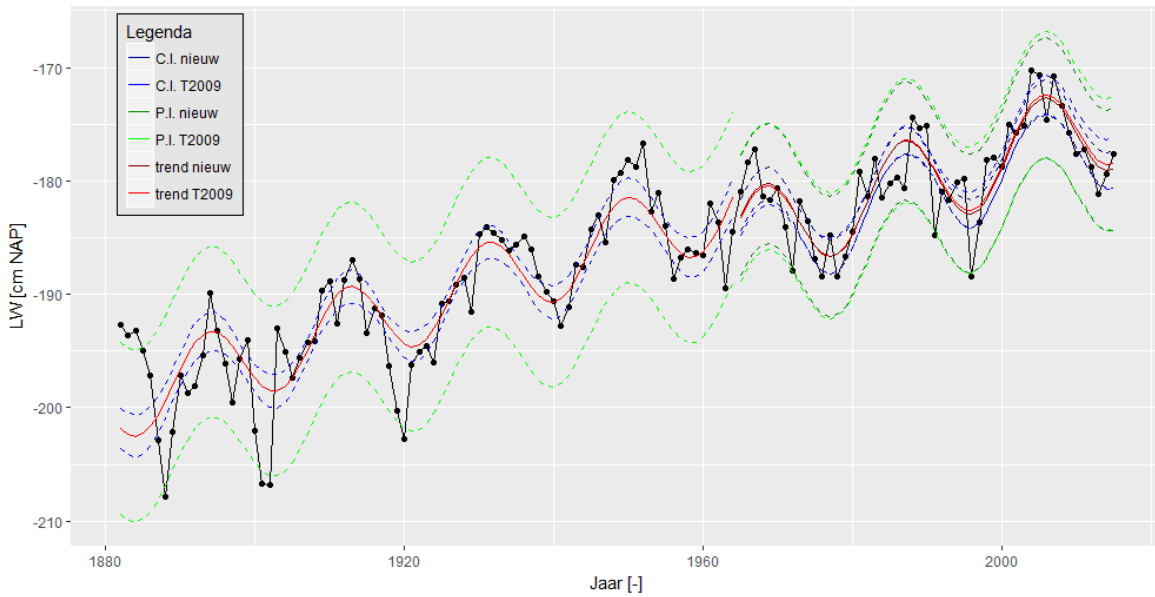


Figuur B-5: Resultaten trendanalyse jaargemiddelde laagwaterstanden Cadzand met de trends t/m 2009 en 2015 voor de periode 1966-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen.

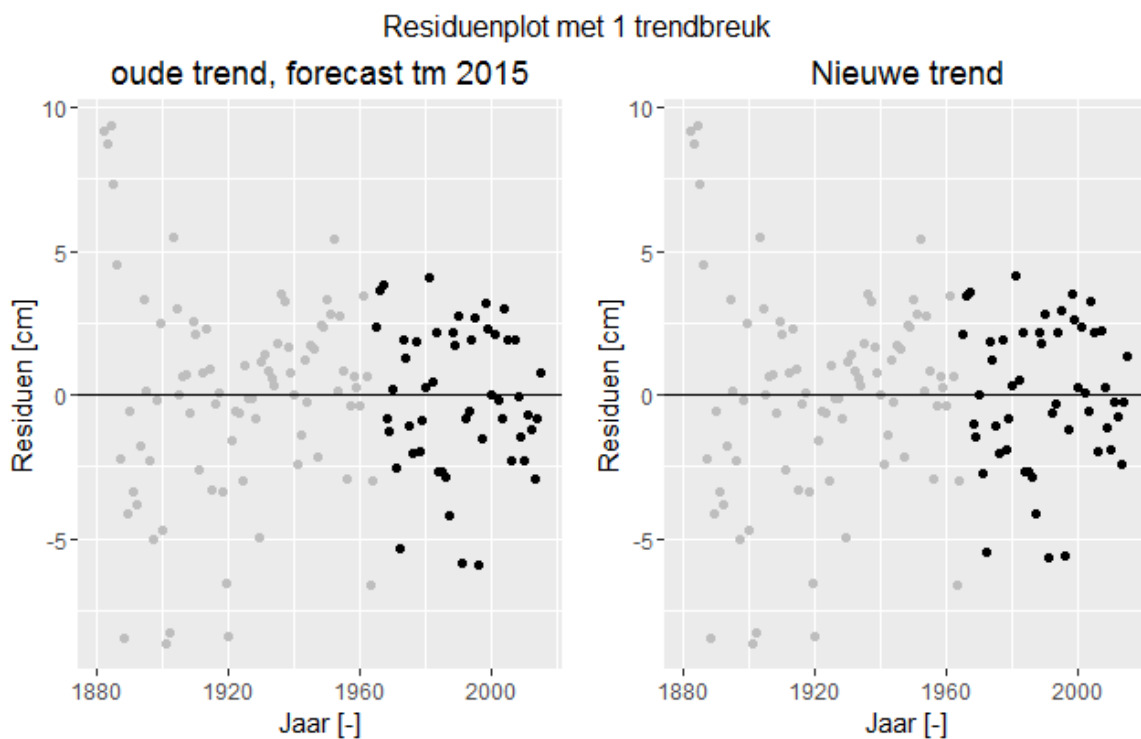


Figuur B-6: Residuen trendanalyse T2009 met een forecast t/m 2015 en de nieuwe trend t/m 2015 voor Cadzand.

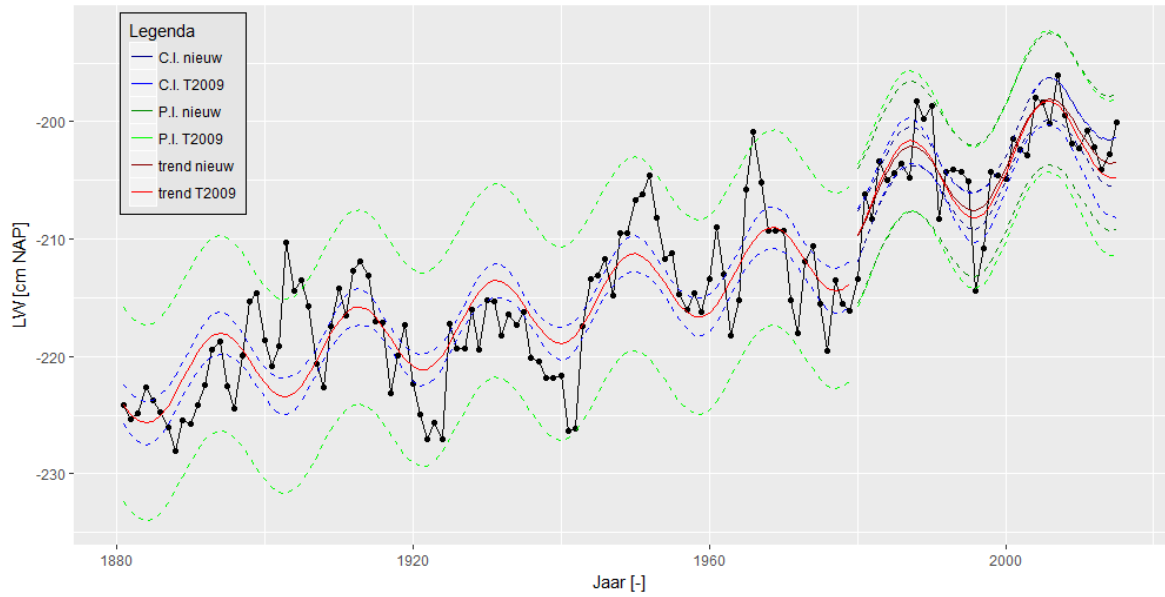
Westerschelde



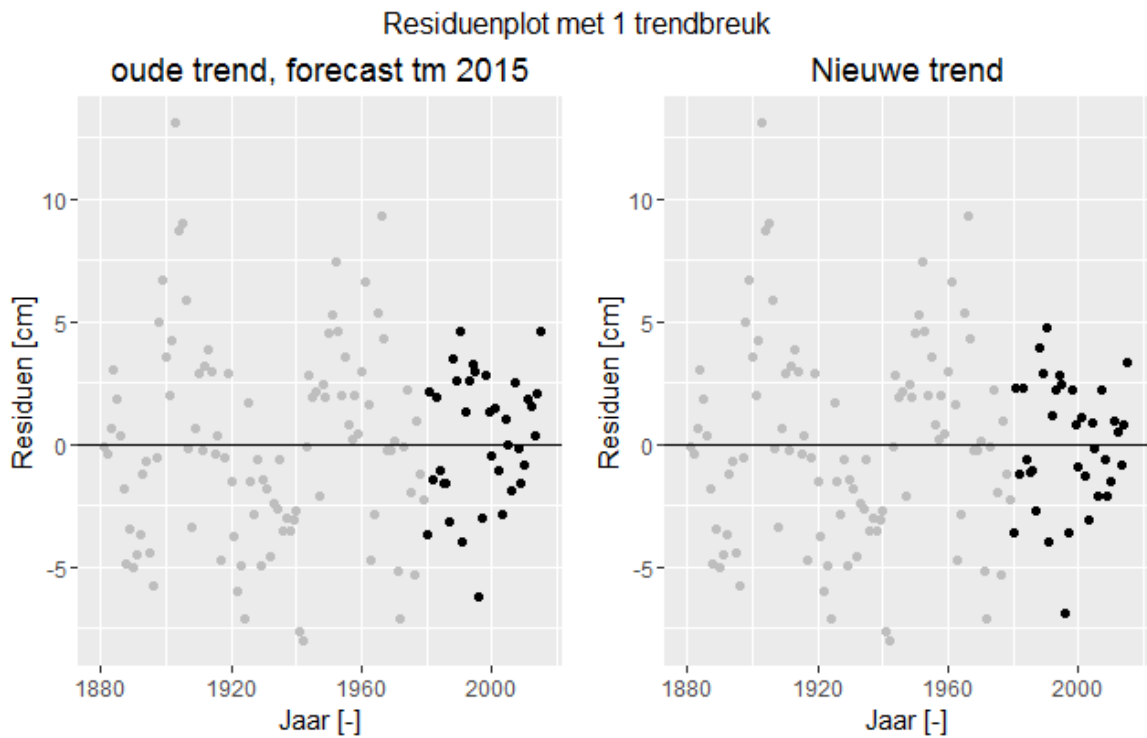
Figuur B-7: Resultaten trendanalyse jaargemiddelde laagwaterstanden Vlissingen met de trends t/m 2009 en 2015 voor de periode 1881-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen. Trendbreuk: jaar 1965.



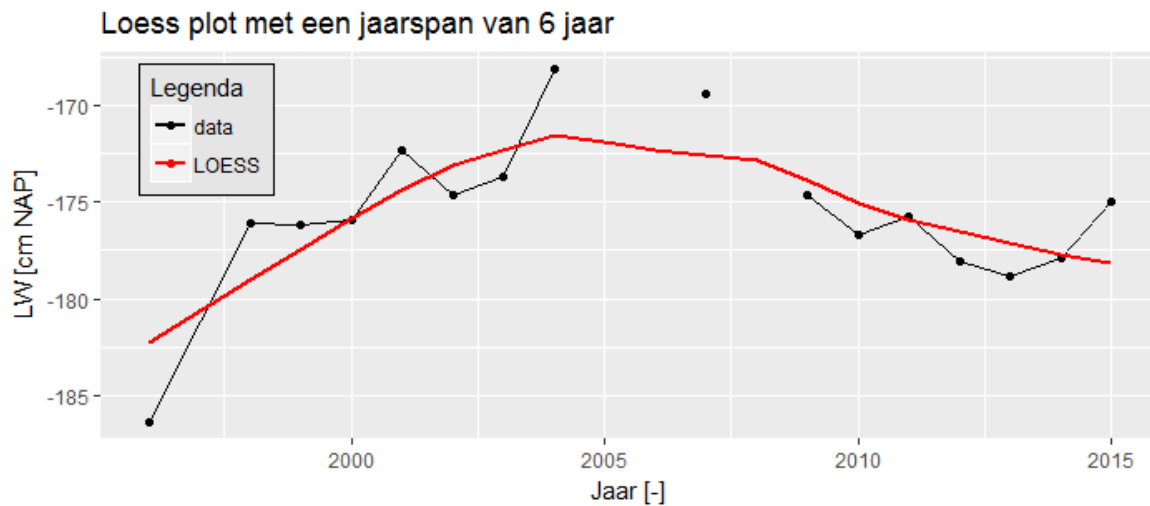
Figuur B-8: Residuen trendanalyse T2009 vanaf de trendbreuk in 1965 met een forecast t/m 2015 en de nieuwe trend t/m 2015 voor Vlissingen.



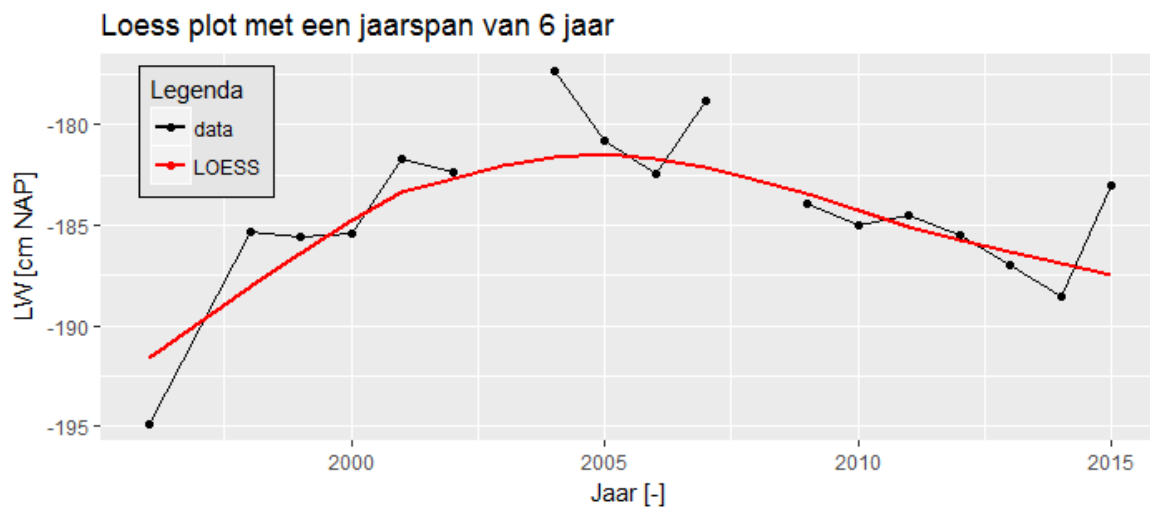
Figuur B-9: Resultaten trendanalyse jaargemiddelde laagwaterstanden Hansweert met de trends t/m 2009 en 2015 voor de periode 1880-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen. Trendbreuk: jaar 1980.



Figuur B-10: Residuen trendanalyse T2009 vanaf de trendbreuk in 1980 met een forecast t/m 2015 en de nieuwe trend t/m 2015 voor Hansweert.

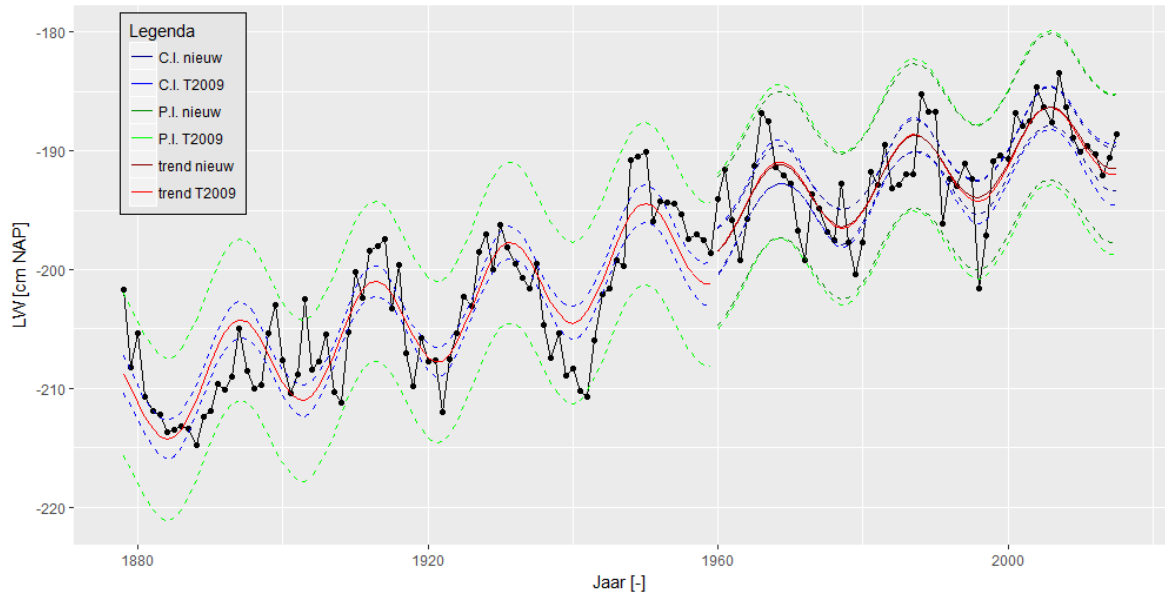


Figuur B-11: Datapunten van jaargemiddelde laagwaterstanden voor Breskens-Veerhaven voor de periode 1996-2015 en een LOESS filter met spanwijdte van 6 jaar.

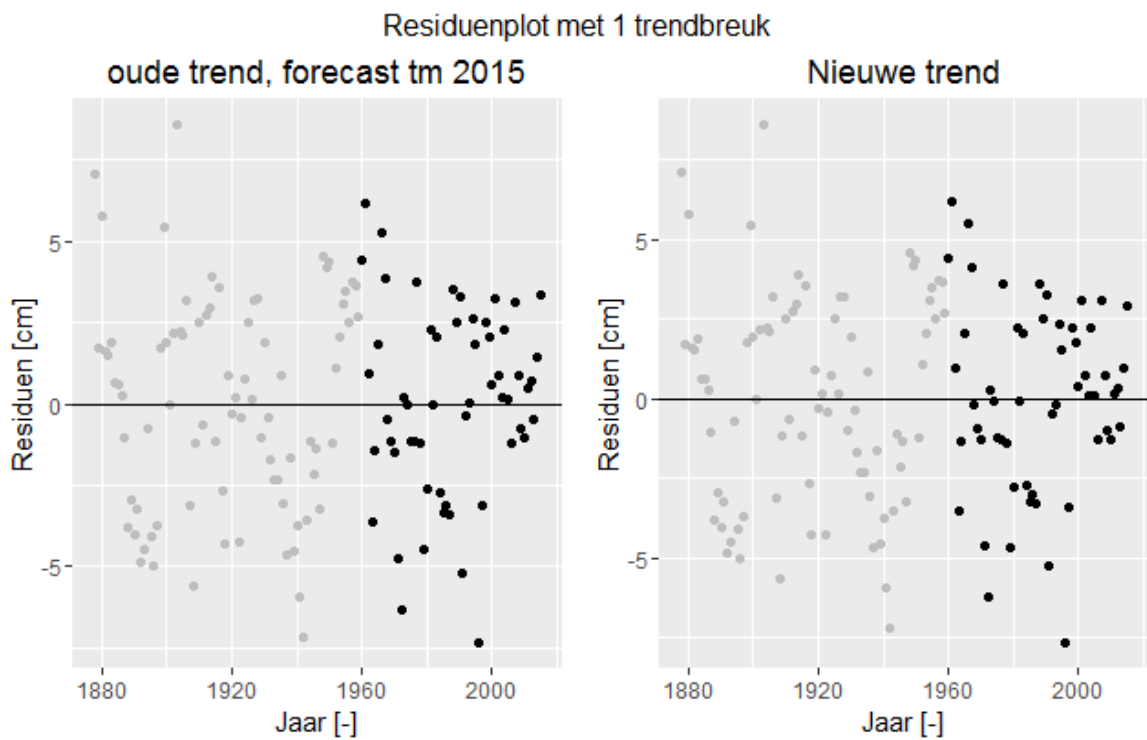


Figuur B-12: Datapunten van jaargemiddelde laagwaterstanden voor Gat van Borssele voor de periode 1996-2015 en een LOESS filter met spanwijdte van 6 jaar.

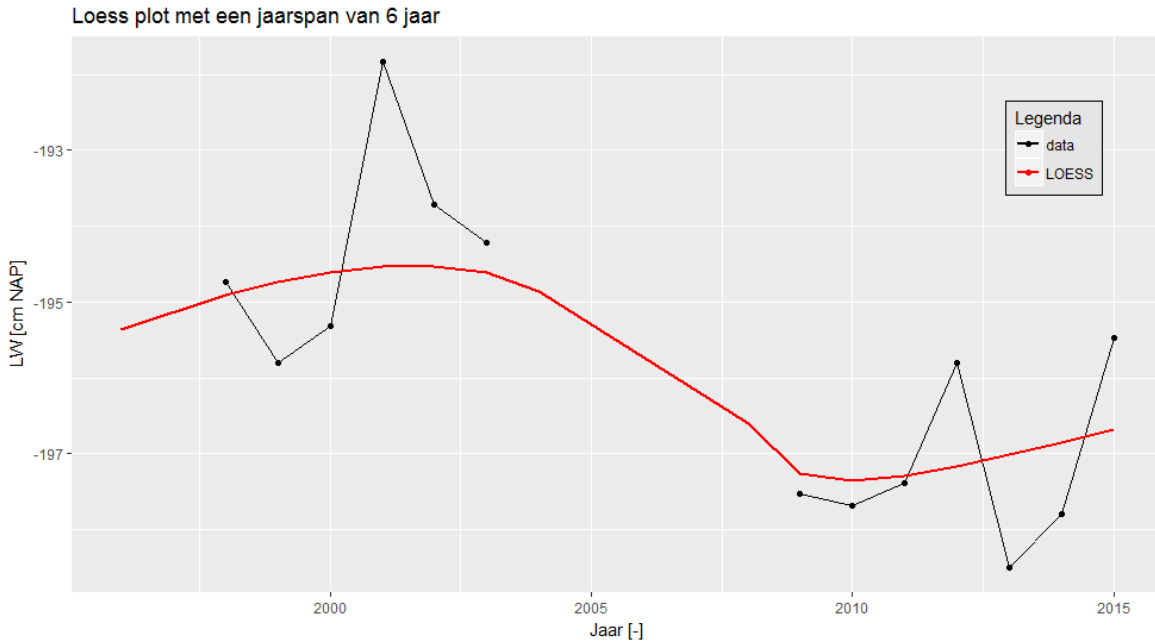




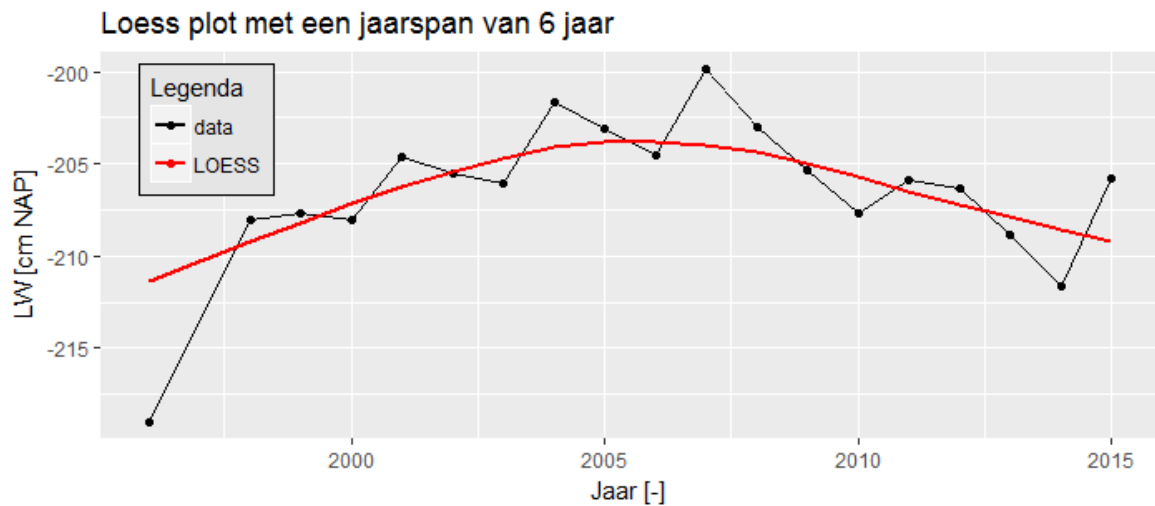
Figuur B-13: Resultaten trendanalyse jaargemiddelde laagwaterstanden Terneuzen met de trends t/m 2009 en 2015 voor de periode 1878-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen. Trendbreuk: jaar 1960.



Figuur B-14: Residuen trendanalyse T2009 vanaf de trendbreuk in 1960 met een forecast t/m 2015 en de nieuwe trend t/m 2015 voor Terneuzen.

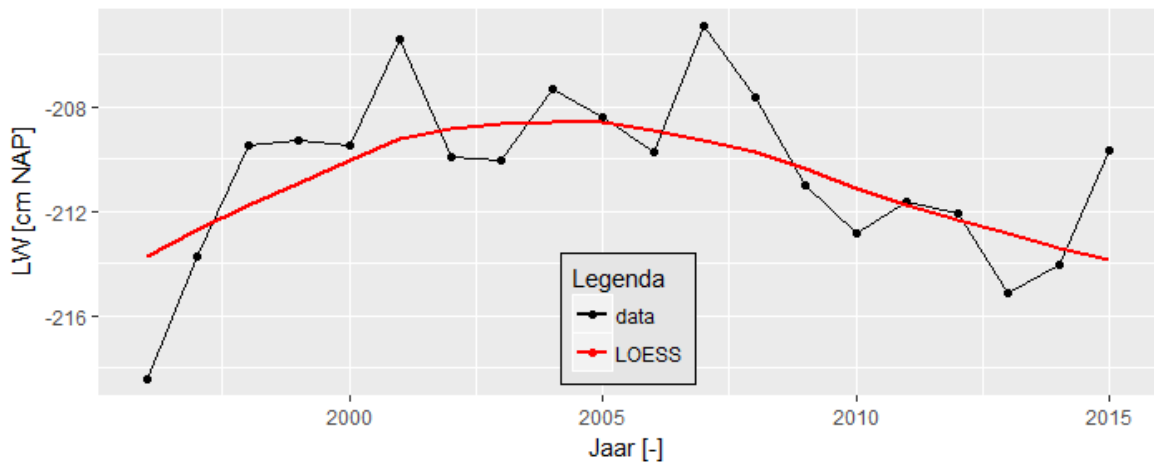


Figuur B-15: Datapunten van jaargemiddelde laagwaterstanden voor Overloop van Hansweert voor de periode 1997-2015 en een LOESS filter met spanwijdte van 6 jaar.



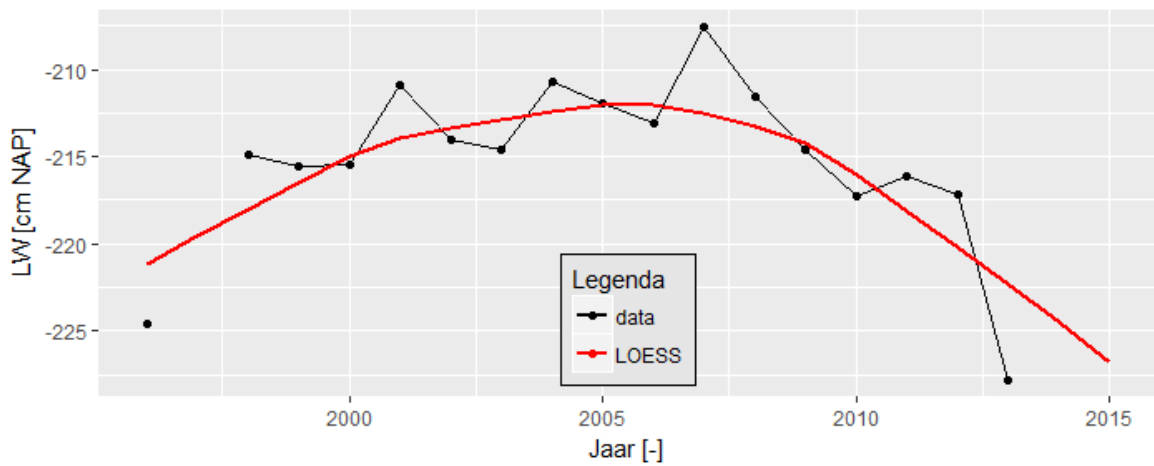
Figuur B-16: Datapunten van jaargemiddelde laagwaterstanden voor Walsoorden voor de periode 1996-2015 en een LOESS filter met spanwijdte van 6 jaar.

Loess plot met een jaarspan van 6 jaar

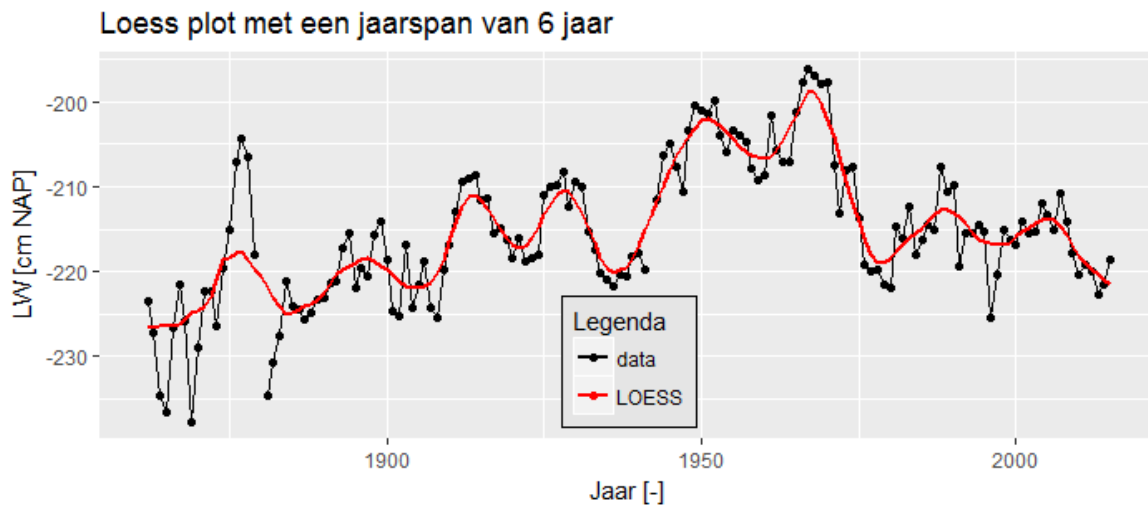


Figuur B-17: Datapunten van jaargemiddelde laagwaterstanden voor Baal voor de periode 1996-2015 en een LOESS filter met spanwijdte van 6 jaar.

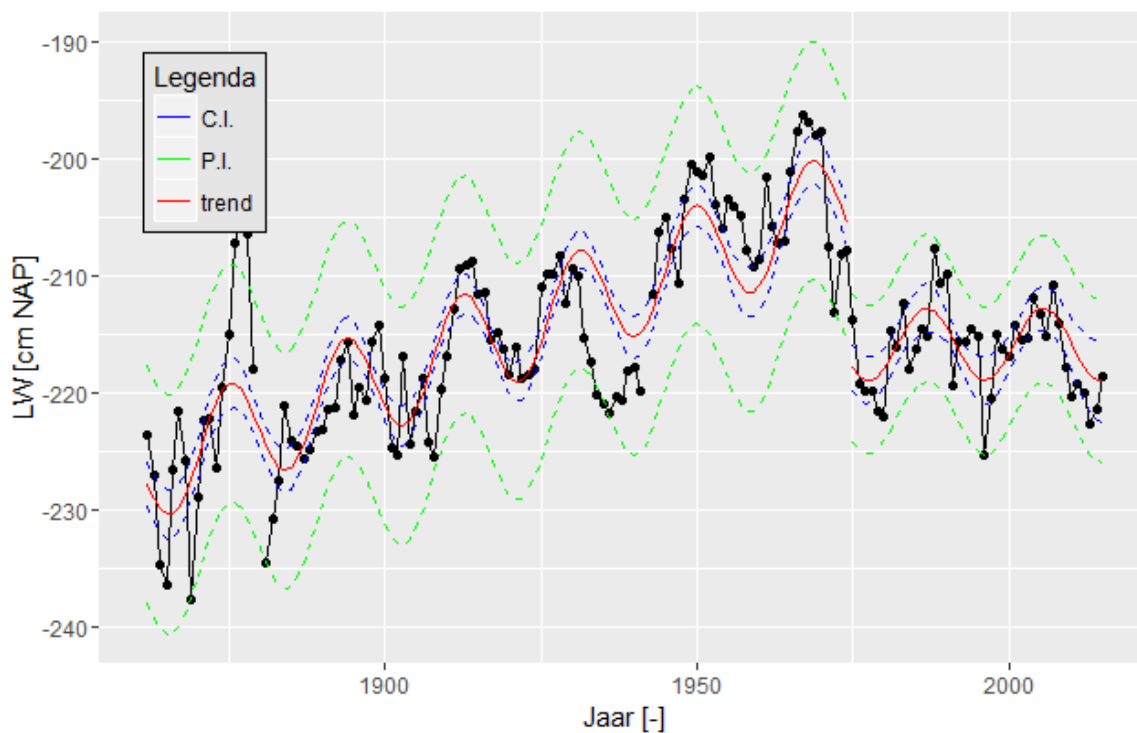
Loess plot met een jaarspan van 6 jaar



Figuur B-18: Datapunten van jaargemiddelde laagwaterstanden voor Schaar van de Noord voor de periode 1996-2015 en een LOESS filter met spanwijdte van 6 jaar.

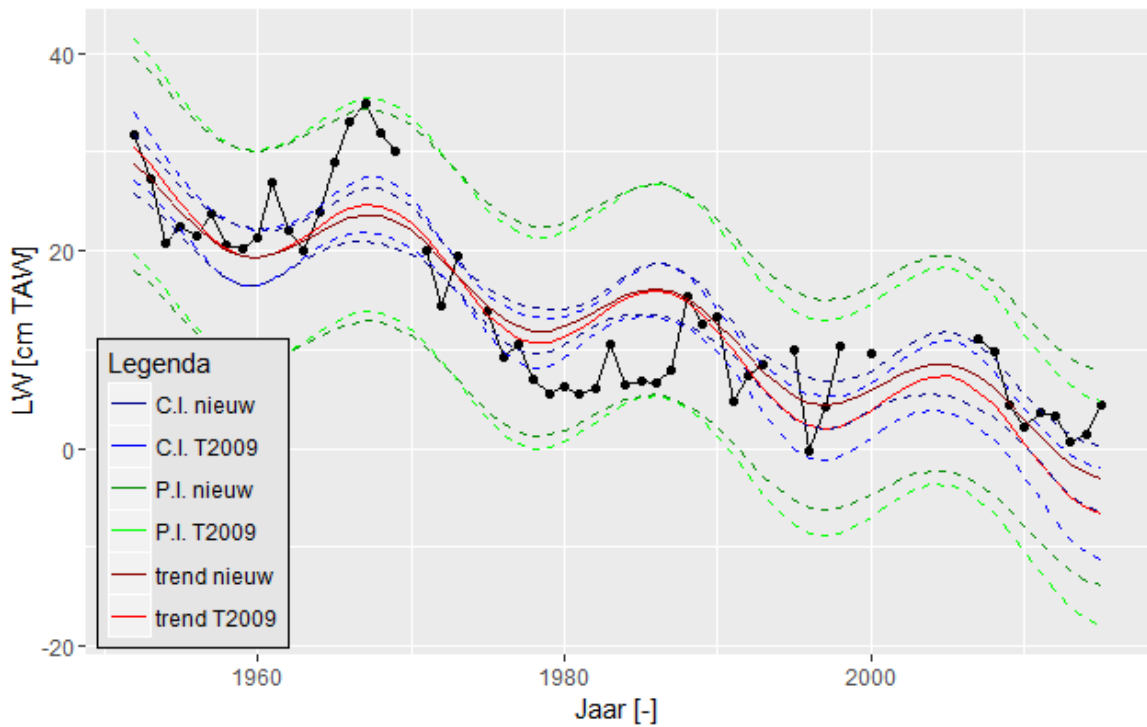


Figuur B-19: Datapunten van jaargemiddelde laagwaterstanden voor Bath voor de periode 1862-2015 en een LOESS filter met spanwijdte van 6 jaar.

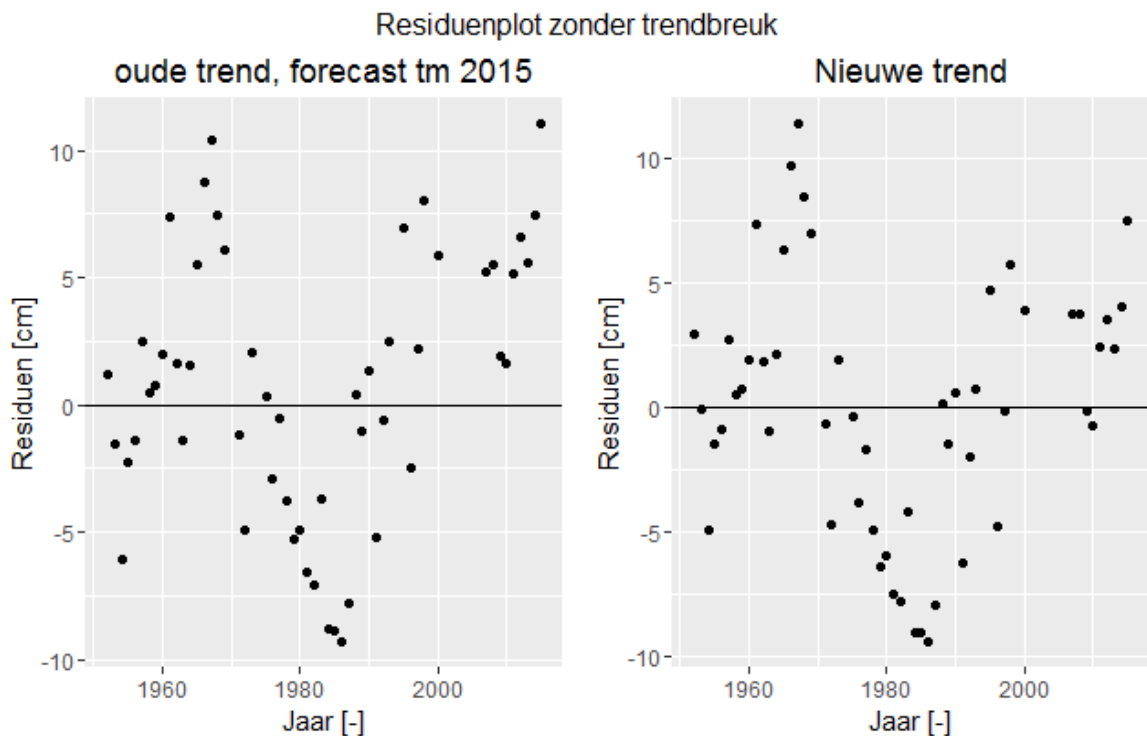


Figuur B-20: Resultaten trendanalyse jaargemiddelde laagwaterstanden Bath voor de periode 1878-2009 (trend niet statistisch significant), extrapolatie van de T2009 trend t/m 2015 inclusief de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen en de realisaties in 2010-2015. Trendbreuk: jaar 1960.

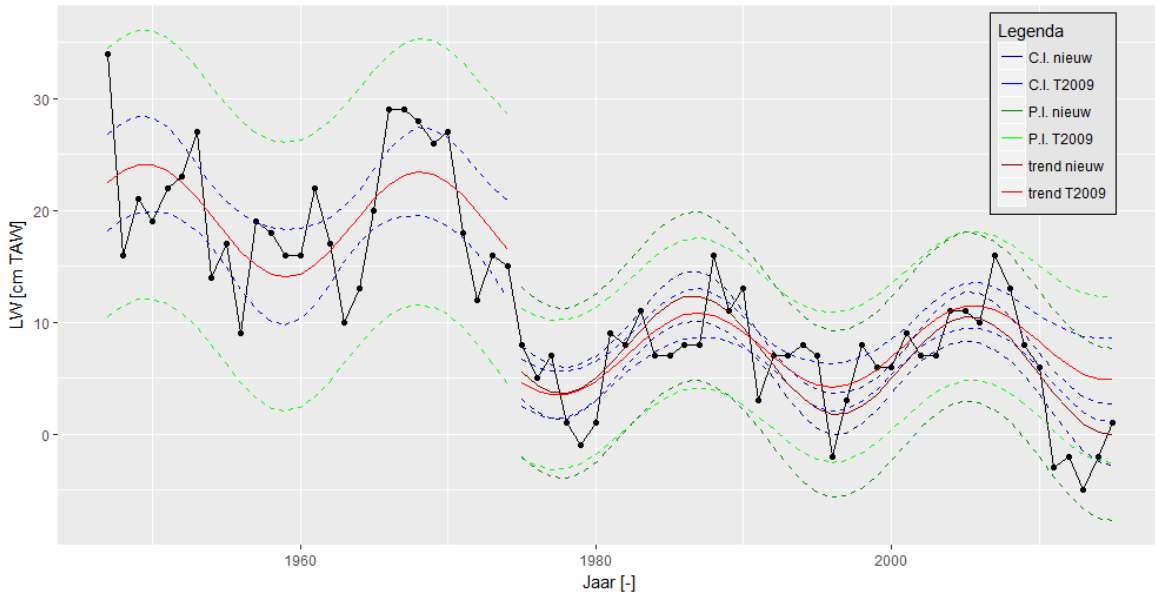
Zeeschelde



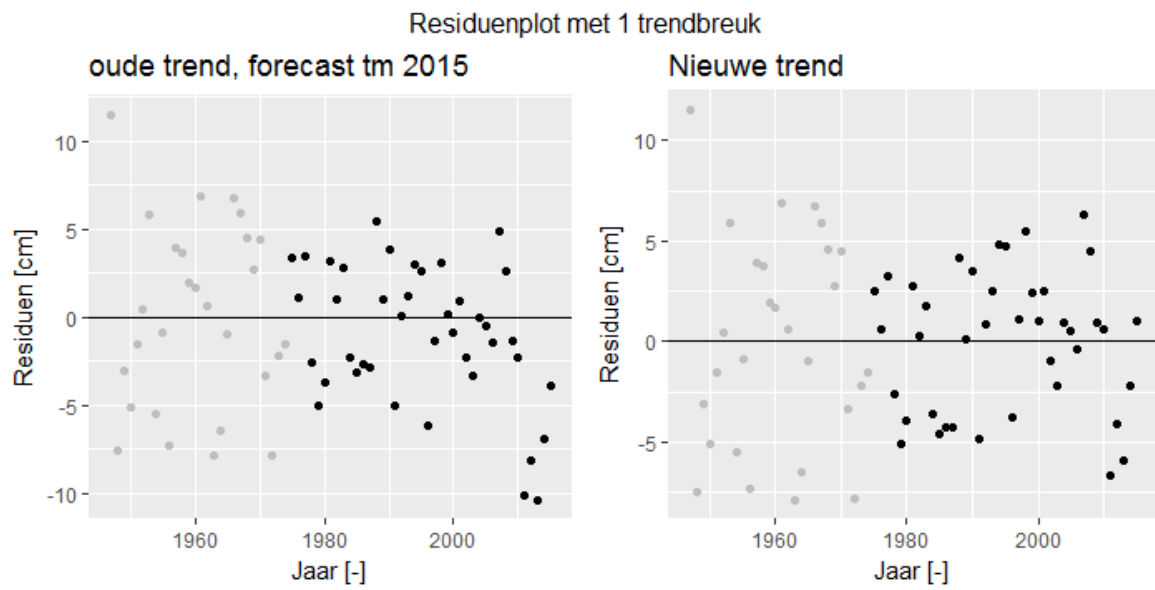
Figuur B-21: Resultaten trendanalyse jaargemiddelde laagwaterstanden Prosperpolder met de trends t/m 2009 en 2015 voor de periode 1952-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen.



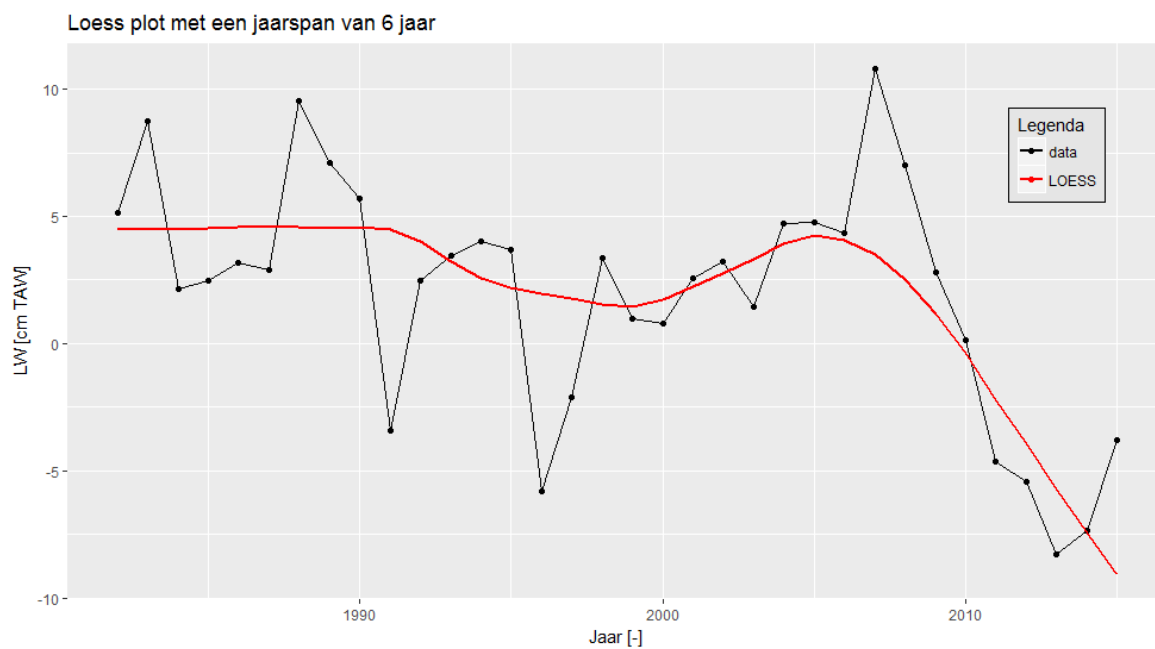
Figuur B-22: Residuen trendanalyse T2009 met een forecast t/m 2015 en de nieuwe trend t/m 2015 voor Prosperpolder.



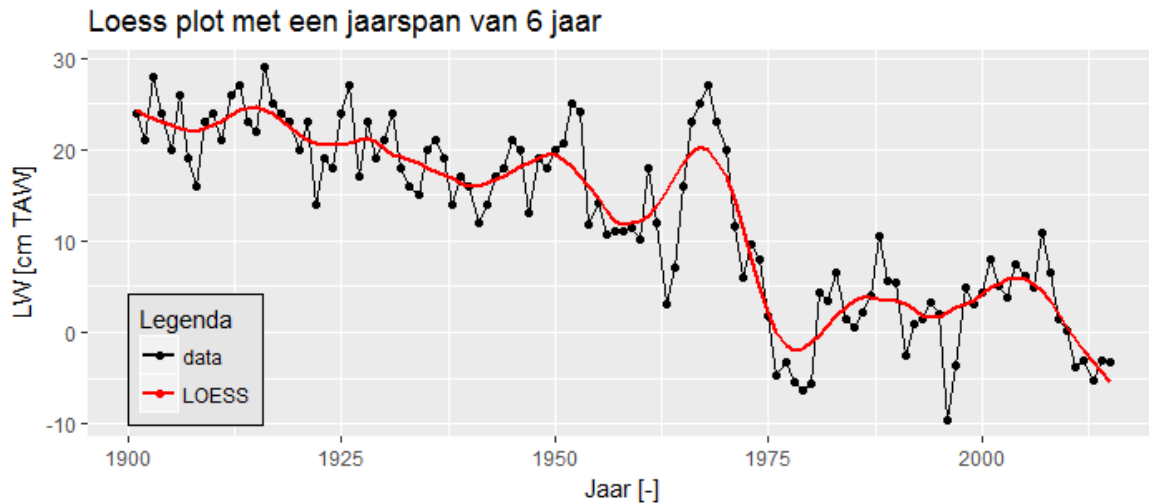
Figuur B-23: Resultaten trendanalyse jaargemiddelde laagwaterstanden Liefkenshoek met de trends t/m 2009 en 2015 voor de periode 1901-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen. Trendbreuk: jaar 1975.



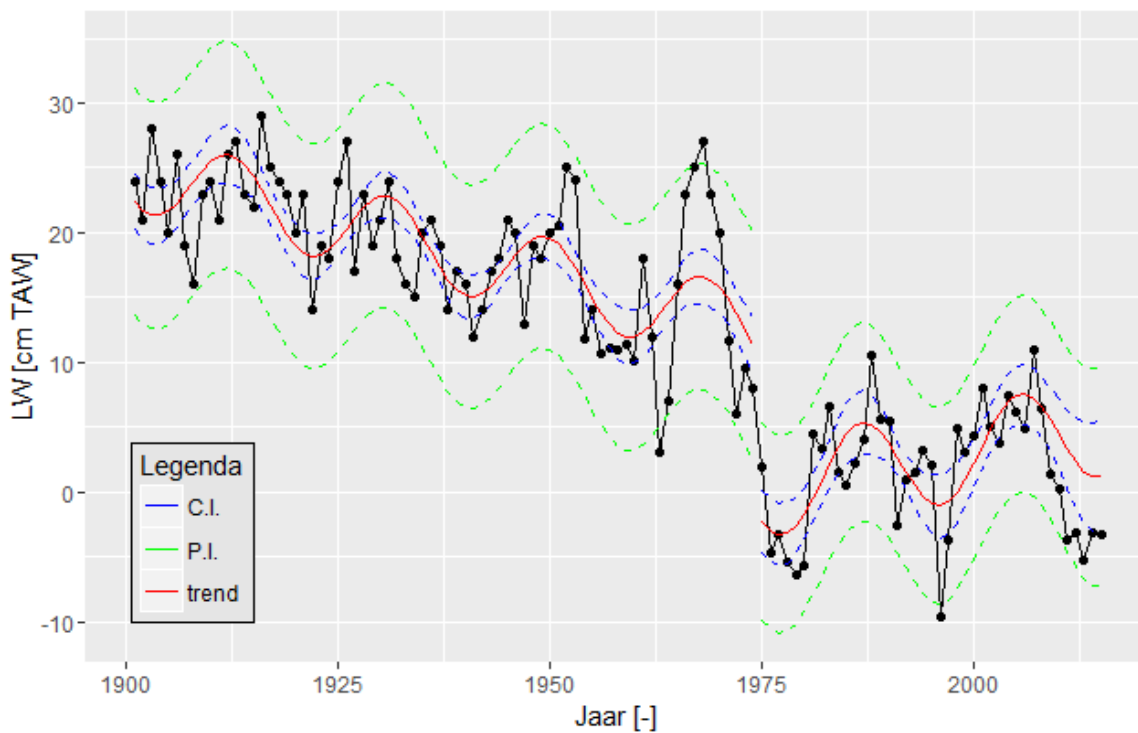
Figuur B-24: Residuen trendanalyse T2009 vanaf de trendbreuk in 1975 met een forecast t/m 2015 en de nieuwe trend t/m 2015 voor Liefkenshoek.



Figuur B-25: Datapunten van jaargemiddelde laagwaterstanden voor Kallosluis voor de periode 1982-2015 en een LOESS filter met spanwijdte van 6 jaar.

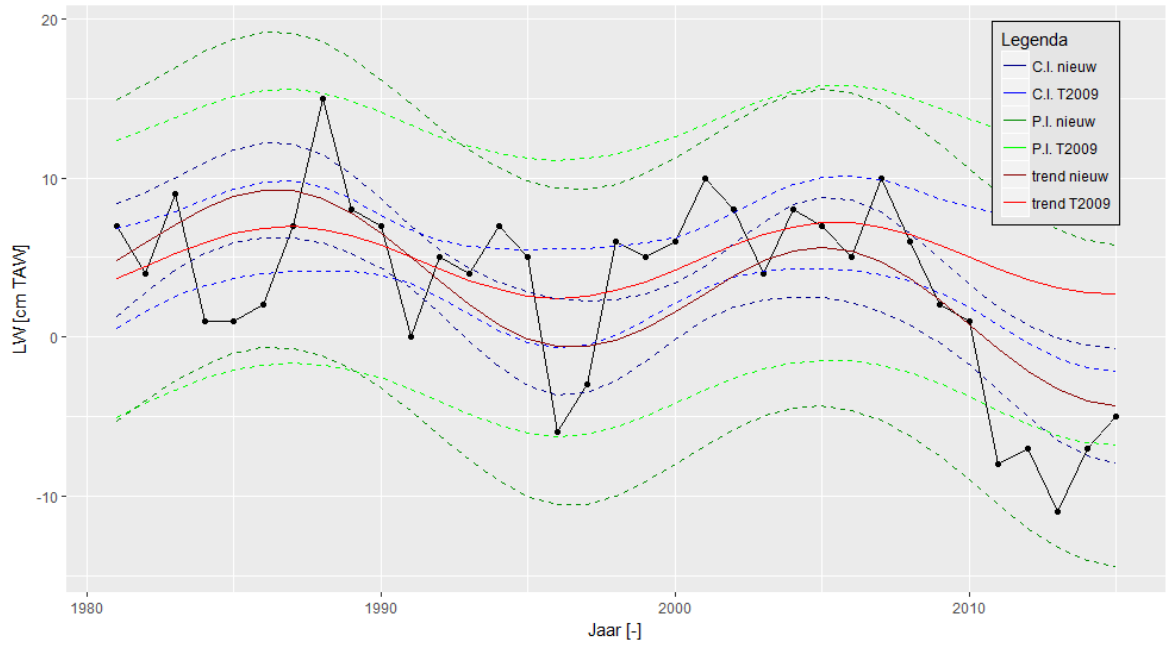


Figuur B-26: Datapunten van jaargemiddelde laagwaterstanden voor Antwerpen voor de periode 1901-2015 en een LOESS filter met spanwijdte van 6 jaar.

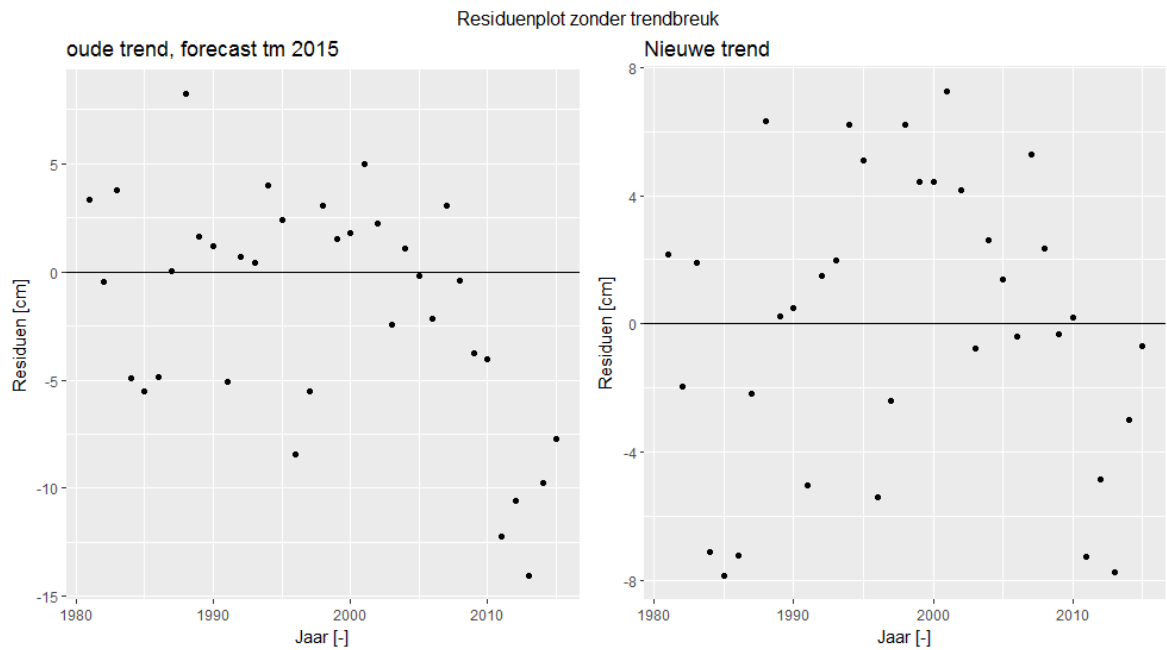


Figuur B-27: Resultaten trendanalyse jaargemiddelde laagwaterstanden Antwerpen voor de periode 1901-2015, extrapolatie van de T2009 trend t/m 2015 inclusief de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen en de realisaties in 2010-2015. Trendbreuk: jaar 1975.

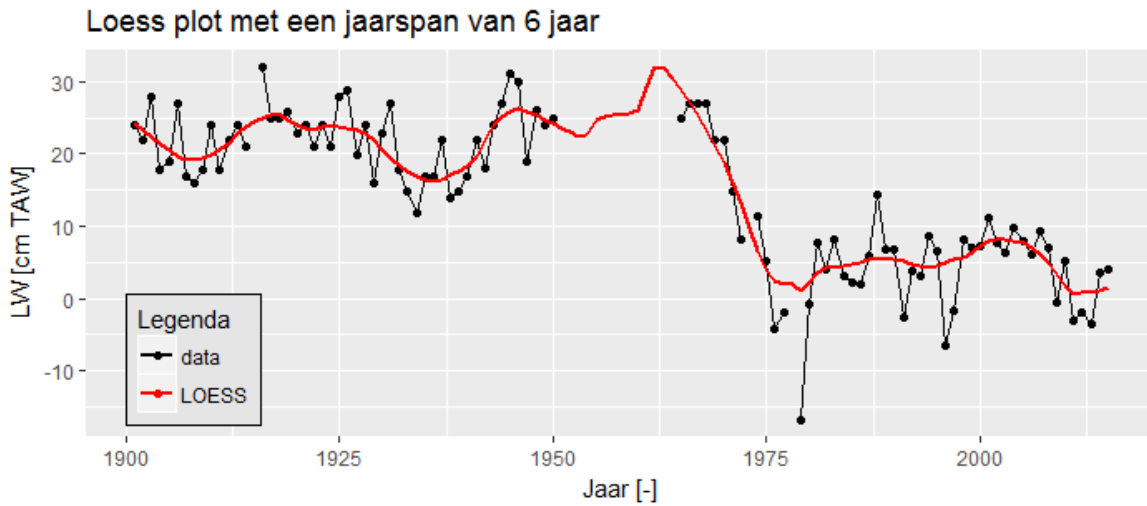




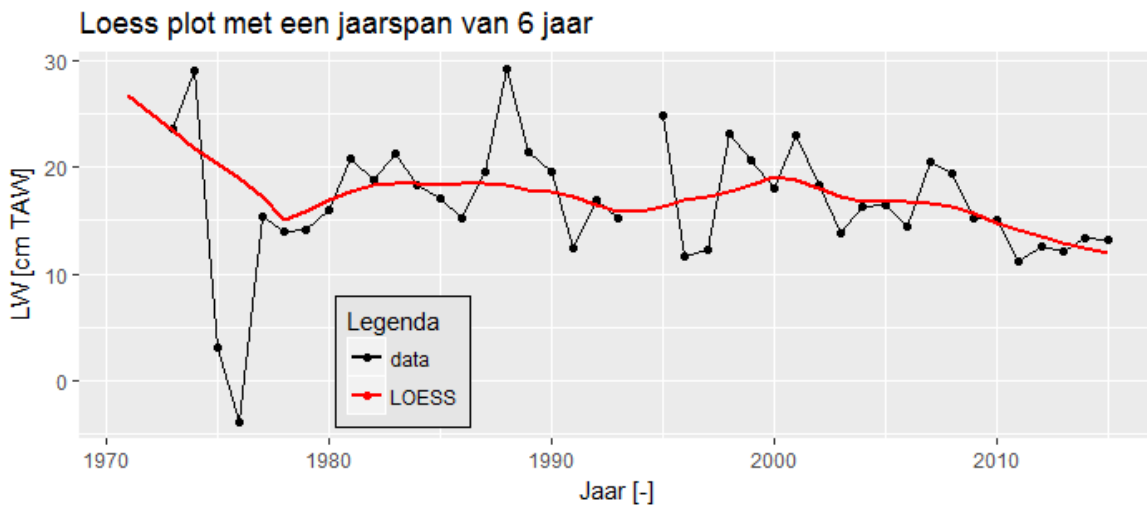
Figuur B-28: Resultaten trendanalyse jaargemiddelde laagwaterstanden Hemiksem met de trends t/m 2009 en 2015 voor de periode 1981-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen.



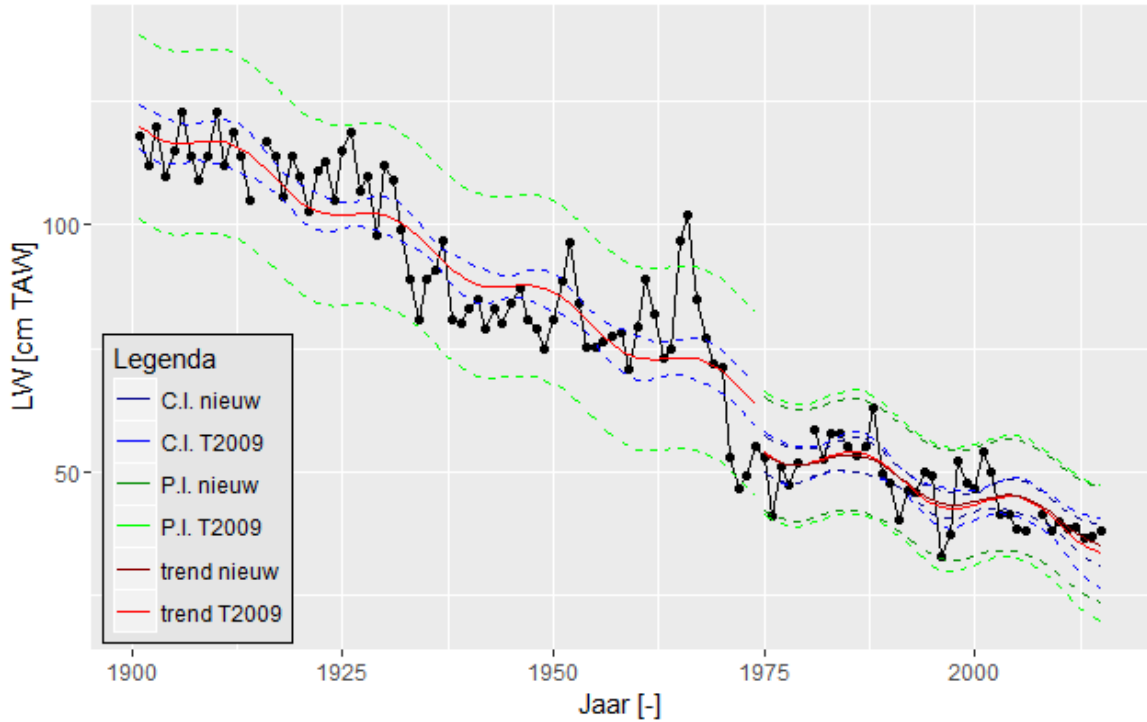
Figuur B-29: Residuen trendanalyse T2009 met een forecast t/m 2015 en de nieuwe trend t/m 2015 voor Hemiksem.



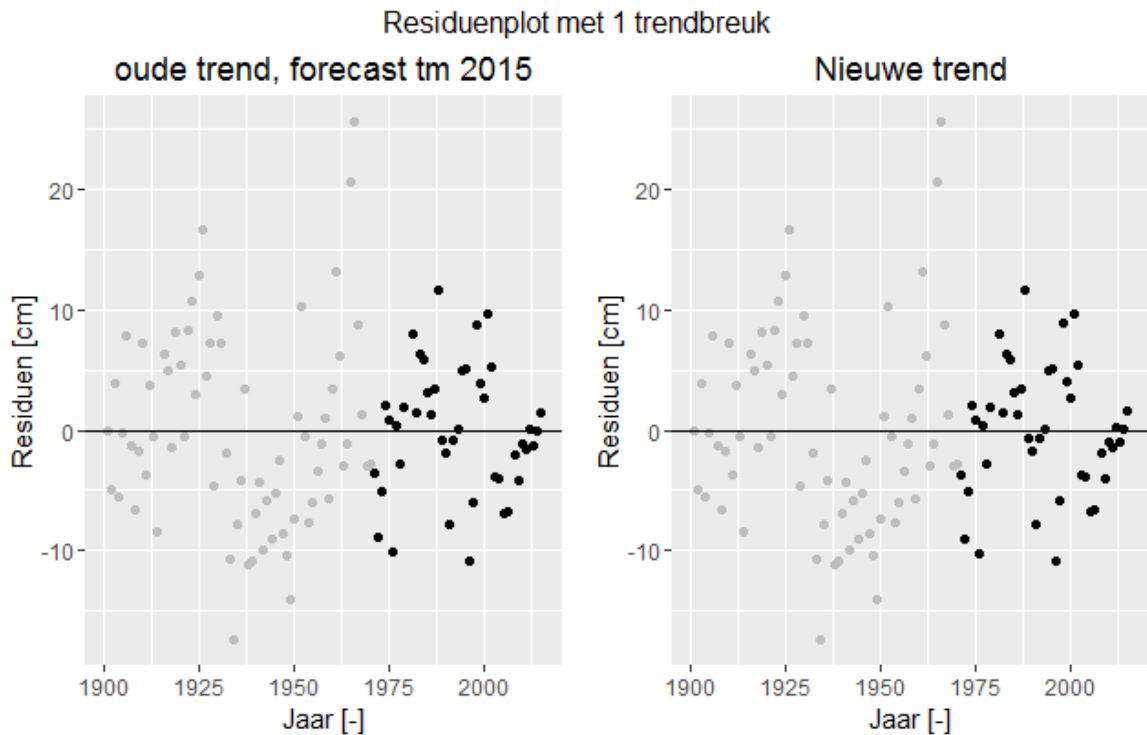
Figuur B-30: Datapunten van jaargemiddelde laagwaterstanden voor Schelle voor de periode 1901-2015 en een LOESS filter met spanwijdte van 6 jaar.



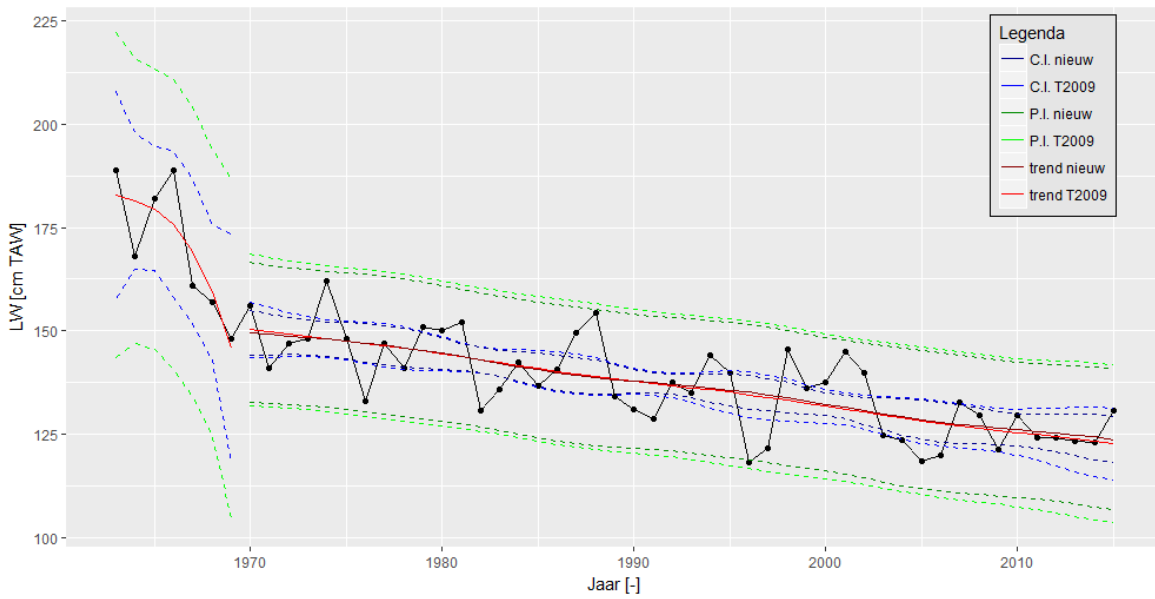
Figuur B-31: Datapunten van jaargemiddelde laagwaterstanden voor Boom voor de periode 1973-2015 en een LOESS filter met spanwijdte van 6 jaar.



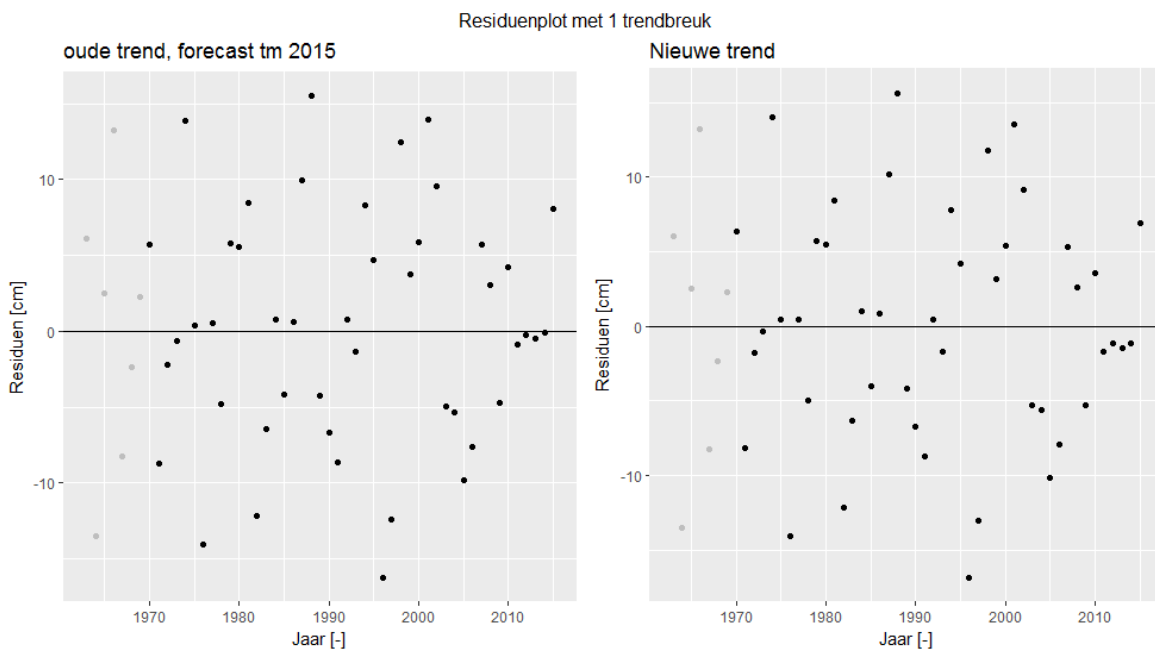
Figuur B-32: Resultaten trendanalyse jaargemiddelde laagwaterstanden Walem met de trends t/m 2009 en 2015 voor de periode 1901-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen. Trendbreuk: jaar 1971.



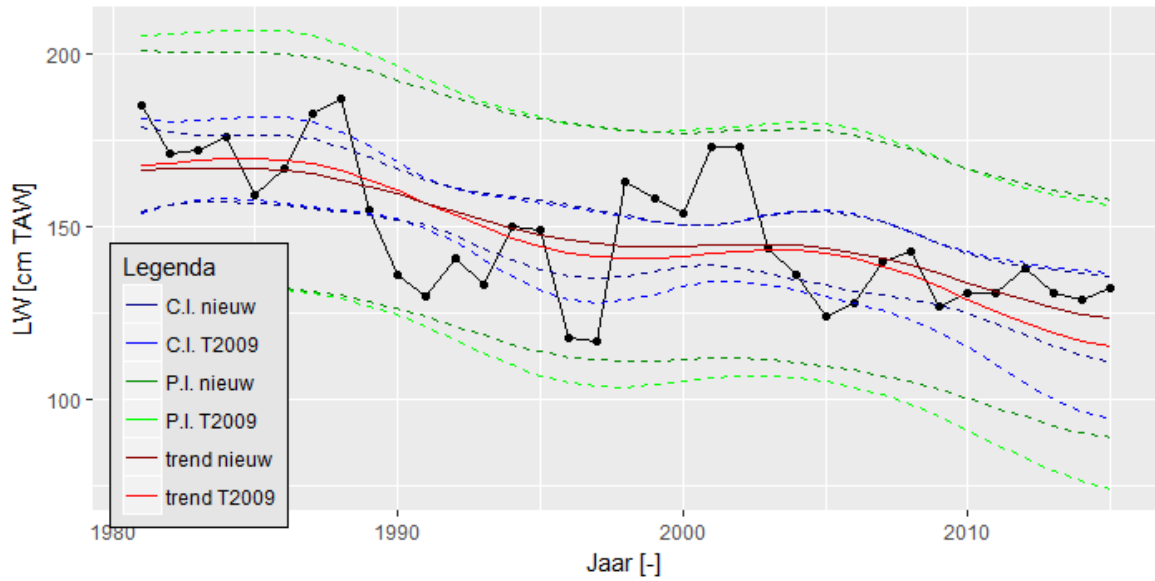
Figuur B-33: Residuen trendanalyse T2009 vanaf de trendbreuk in 1971 met een forecast t/m 2015 en de nieuwe trend t/m 2015 voor Walem.



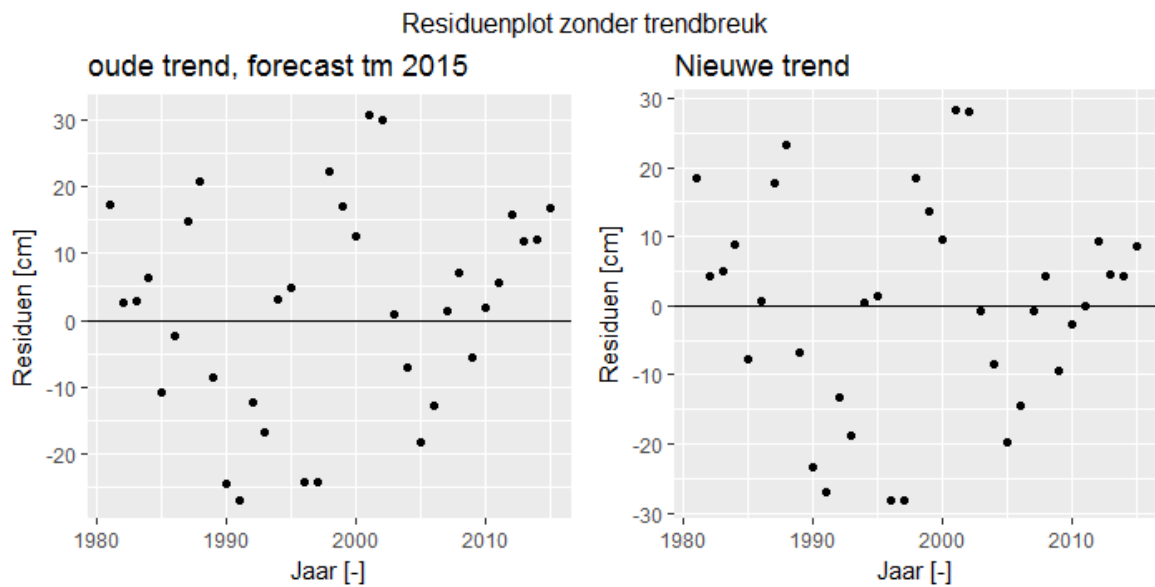
Figuur B-34: Resultaten trendanalyse jaargemiddelde laagwaterstanden Duffel-Sluis met de trends t/m 2009 en 2015 voor de periode 1963-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen. Trendbreuk: jaar 1970.



Figuur B-35: Residuen trendanalyse T2009 vanaf de trendbreuk in 1970 met een forecast t/m 2015 en de nieuwe trend t/m 2015 voor Duffel-Sluis.

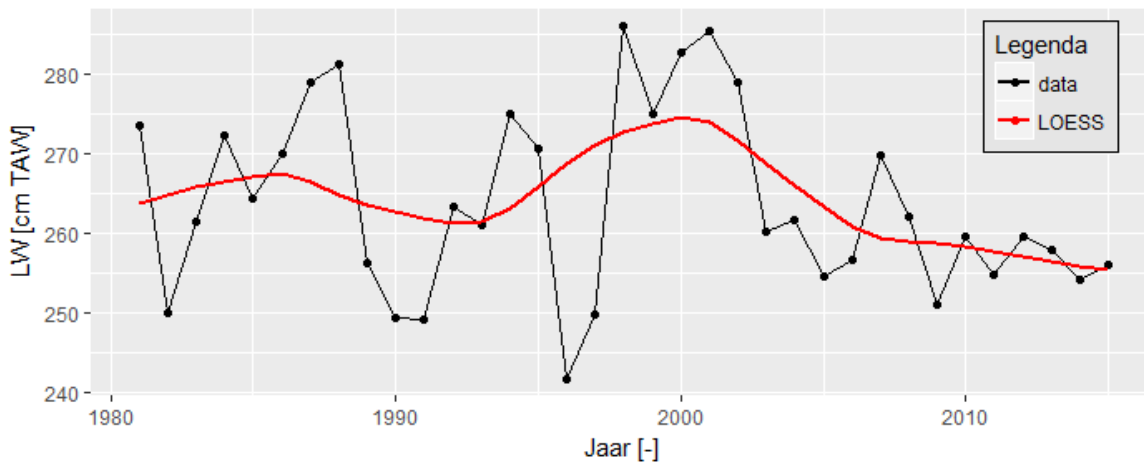


Figuur B-36: Resultaten trendanalyse jaargemiddelde laagwaterstanden Mechelen-Benedensluis met de trends t/m 2009 en 2015 voor de periode 1981-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen.



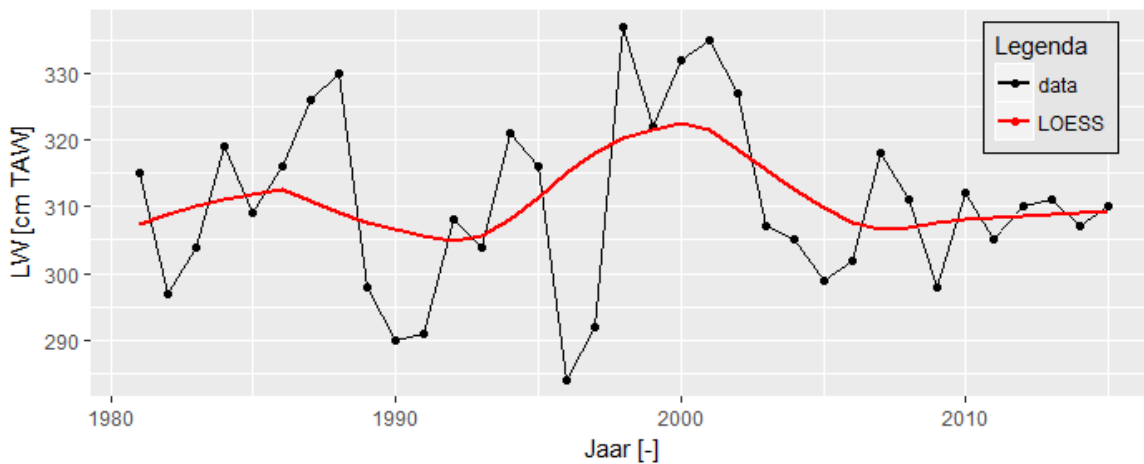
Figuur B-37: Residuen trendanalyse T2009 met een forecast t/m 2015 en de nieuwe trend t/m 2015 voor Mechelen-Benedensluis.

Loess plot met een jaarspan van 6 jaar

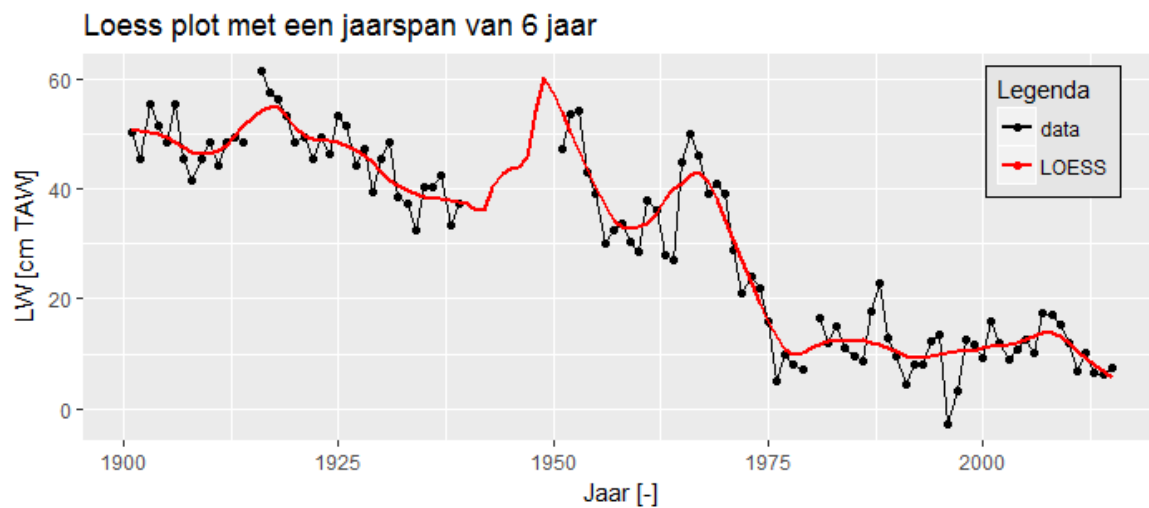


Figuur B-38: Datapunten van jaargemiddelde laagwaterstanden voor Lier-Molbrug voor de periode 1981-2015 en een LOESS filter met spanwijdte van 6 jaar.

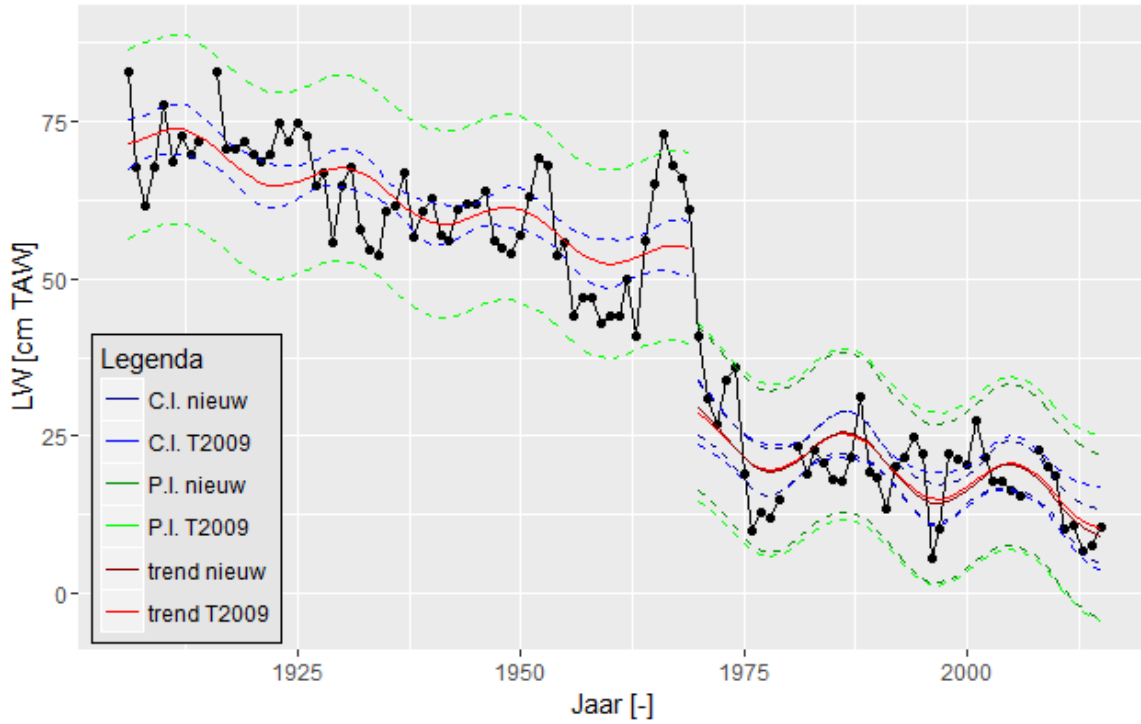
Loess plot met een jaarspan van 6 jaar



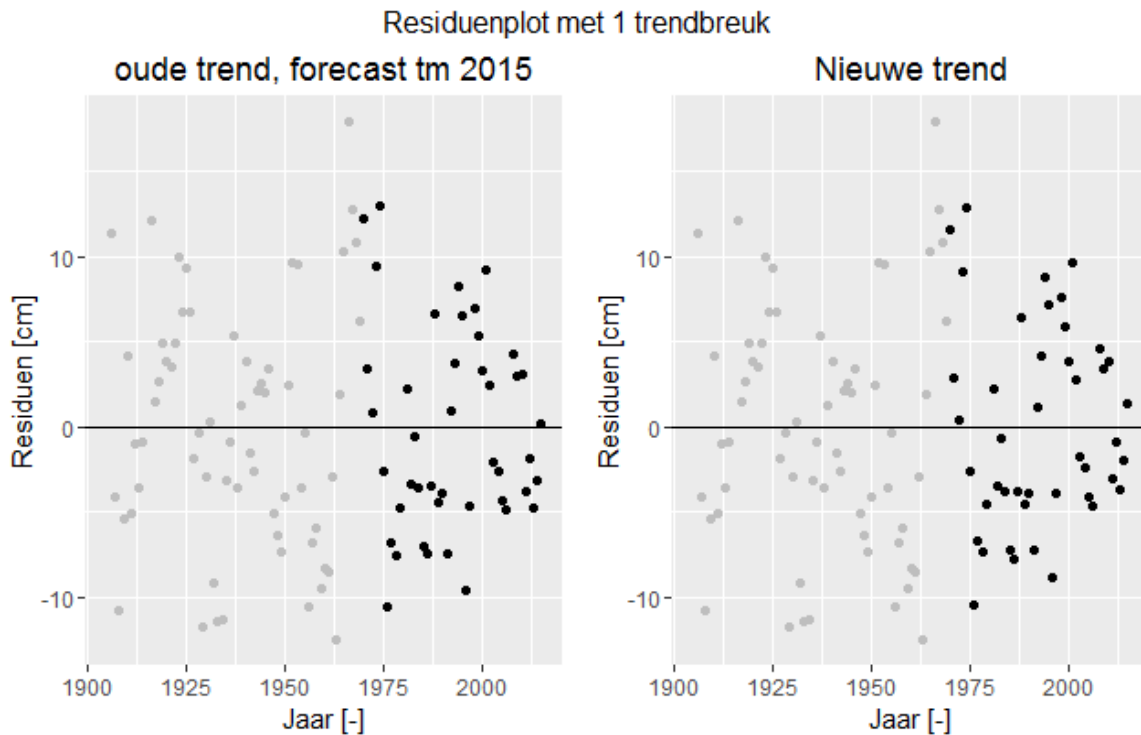
Figuur B-39: Datapunten van jaargemiddelde laagwaterstanden voor Lier-Maasfort voor de periode 1981-2015 en een LOESS filter met spanwijdte van 6 jaar.



Figuur B-40: Datapunten van jaargemiddelde laagwaterstanden voor Temse voor de periode 1901-2015 en een LOESS filter met spanwijdte van 6 jaar.

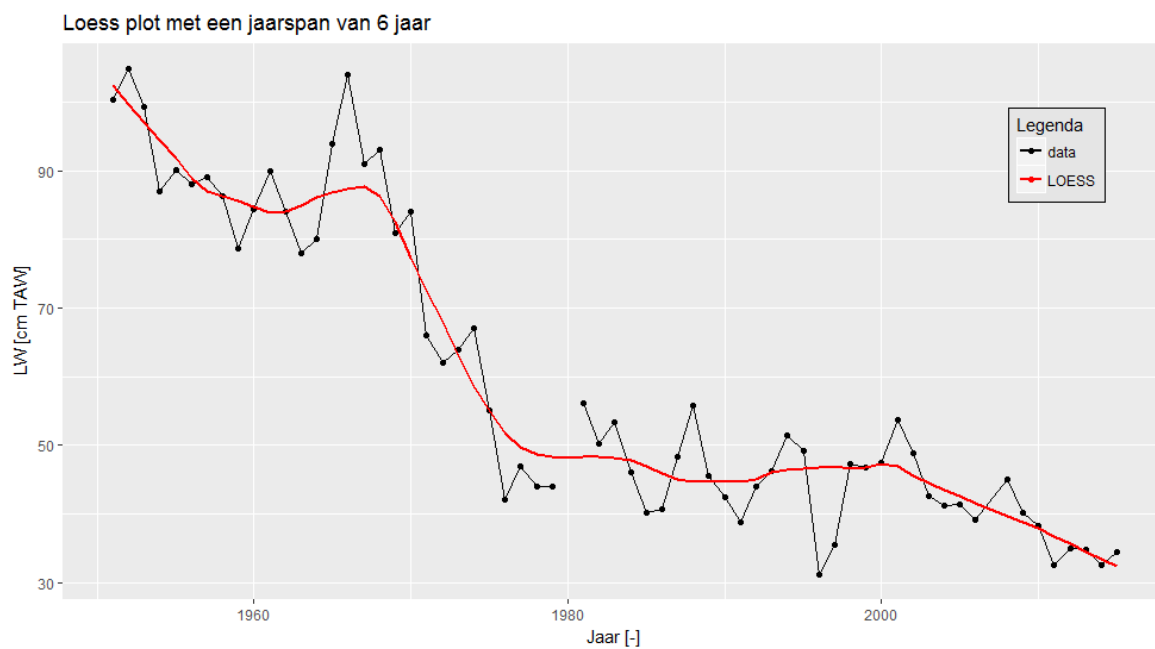


Figuur B-41: Resultaten trendanalyse jaargemiddelde laagwaterstanden Tielrode met de trends t/m 2009 en 2015 voor de periode 1901-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen. Trendbreuk: jaar 1970.

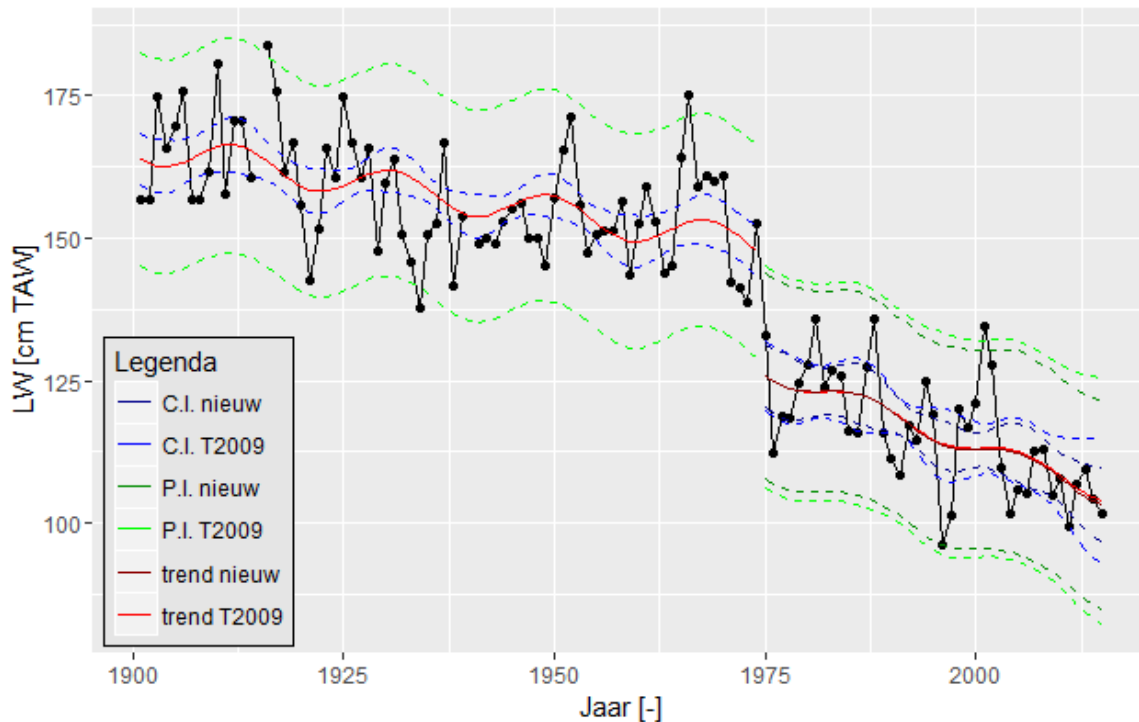


Figuur B-42: Residuen trendanalyse T2009 vanaf de trendbreuk in 1970 met een forecast t/m 2015 en de nieuwe trend t/m 2015 voor Tielrode.

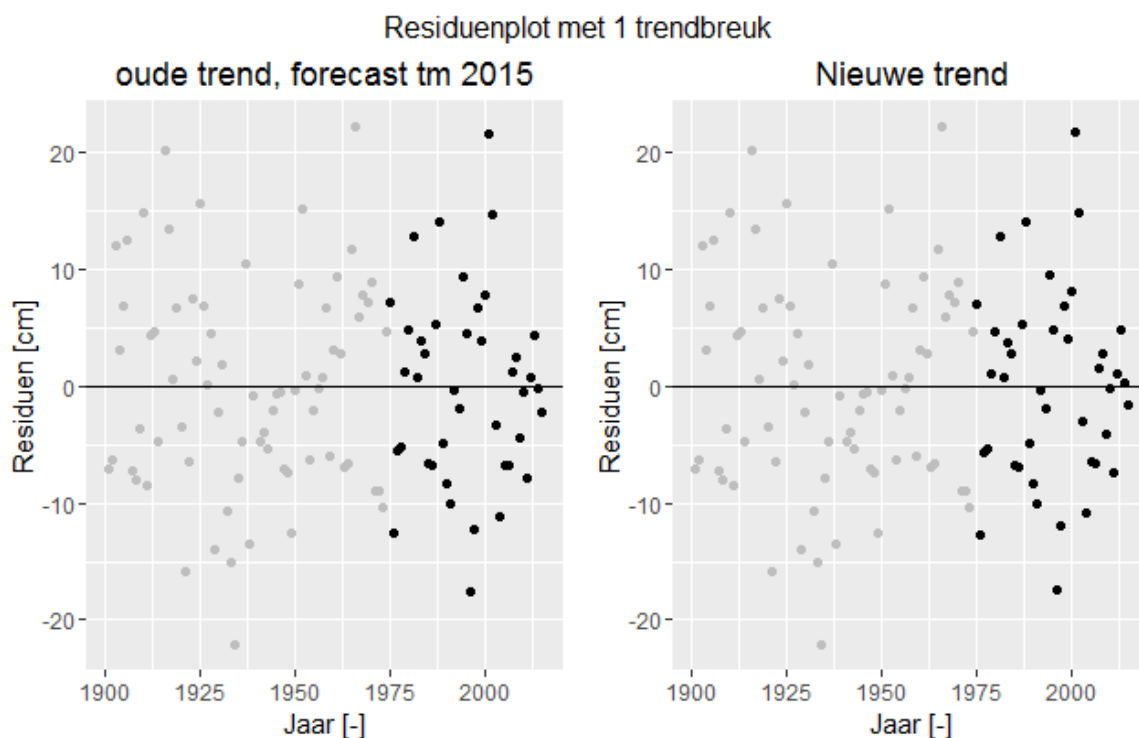




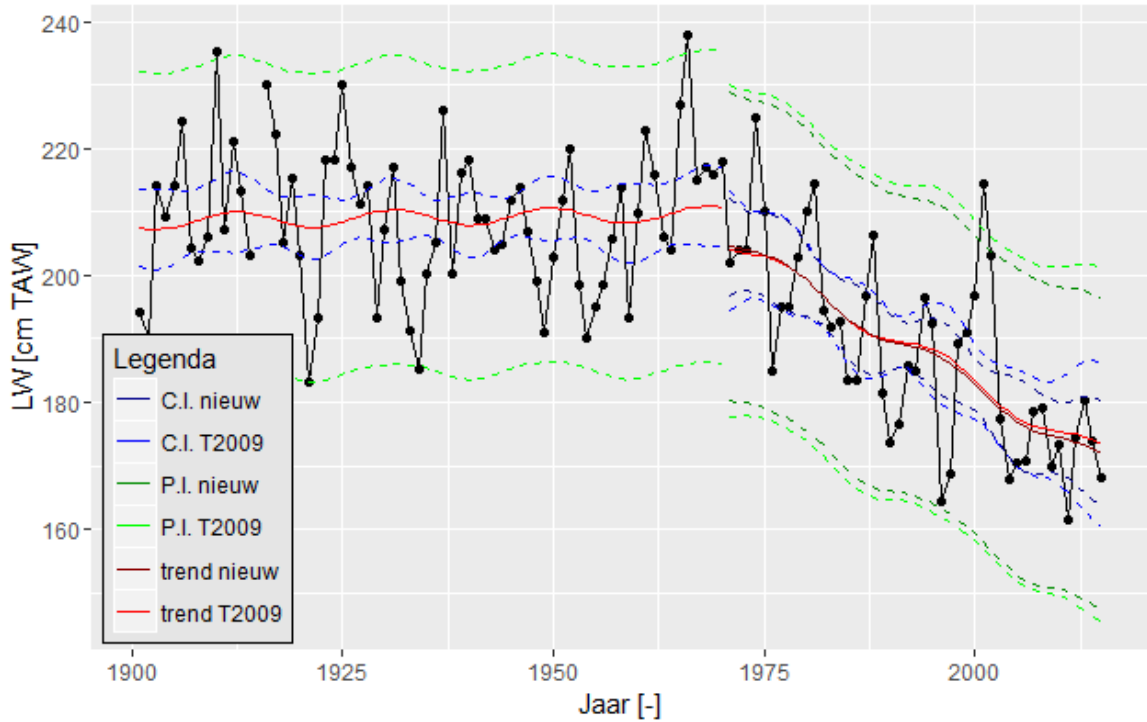
Figuur B-43: Datapunten van jaargemiddelde laagwaterstanden voor Sint-Amands voor de periode 1951-2015 en een LOESS filter met spanwijdte van 6 jaar.



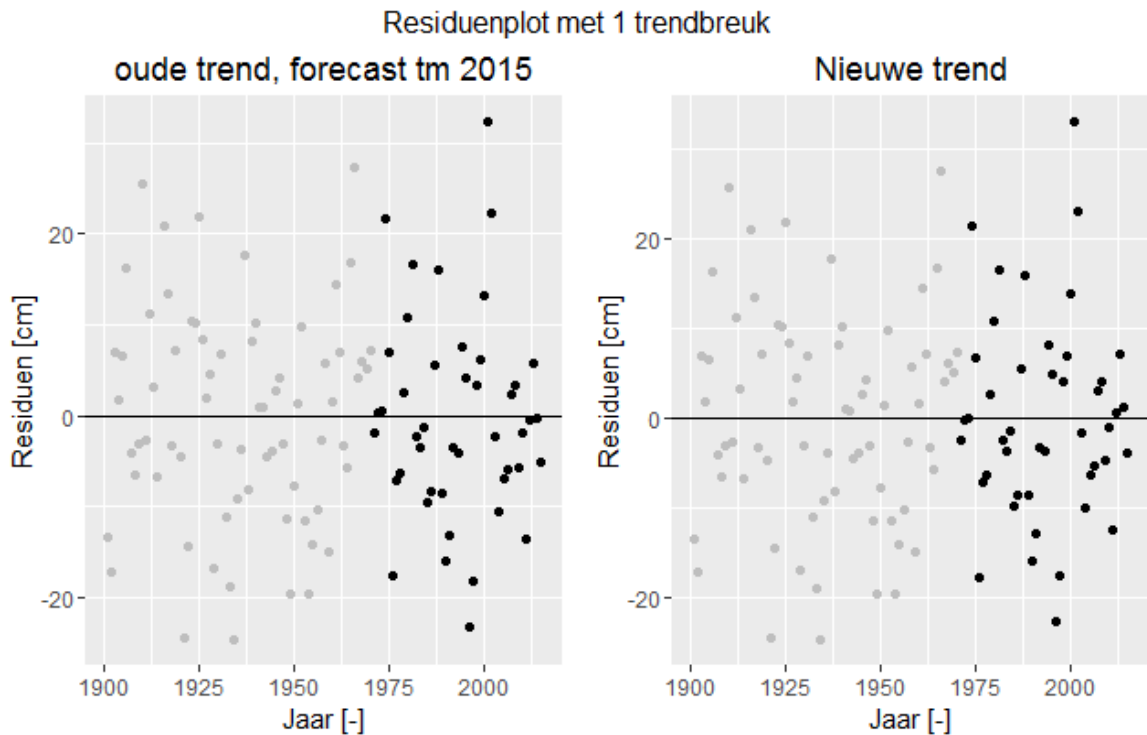
Figuur B-44: Resultaten trendanalyse jaargemiddelde laagwaterstanden Dendermonde met de trends t/m 2009 en 2015 voor de periode 1901-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen. Trendbreuk: jaar 1975.



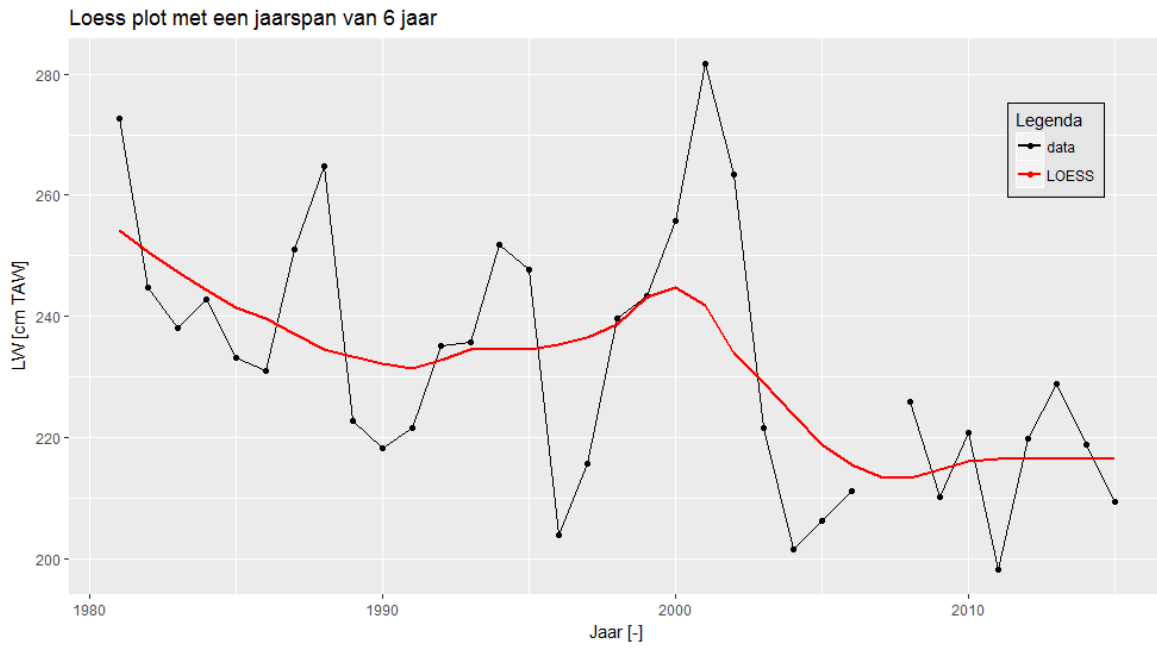
Figuur B-45: Residuen trendanalyse T2009 vanaf de trendbreuk in 1975 met een forecast t/m 2015 en de nieuwe trend t/m 2015 voor Dendermonde.



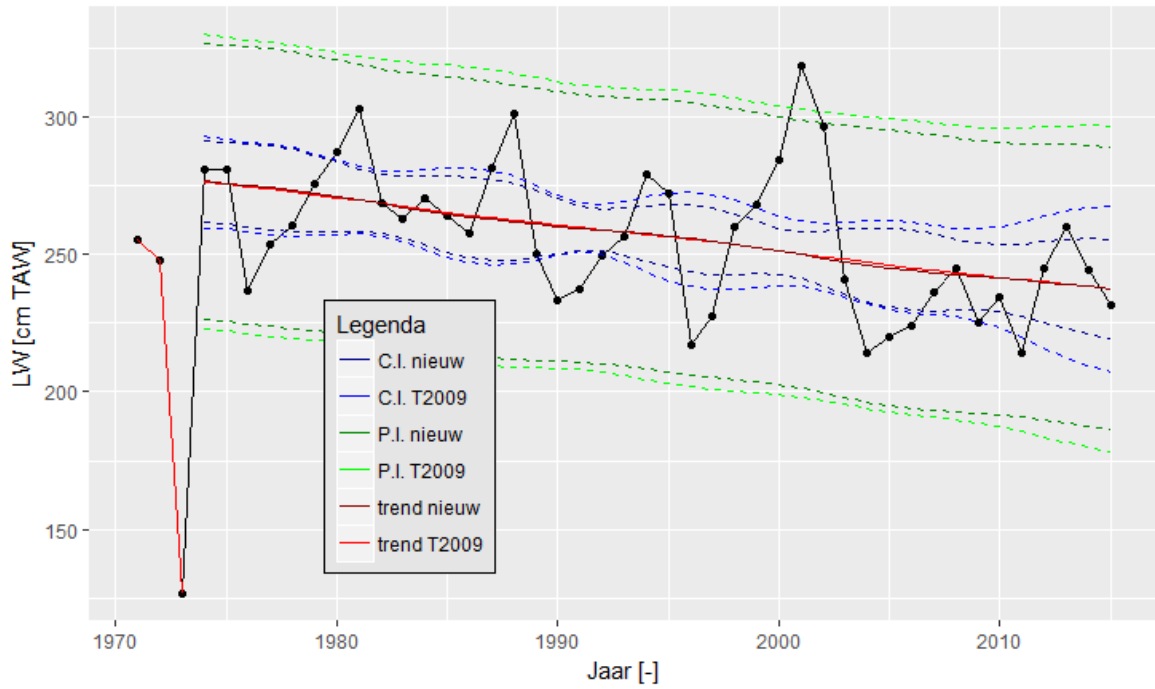
Figuur B-46: Resultaten trendanalyse jaargemiddelde laagwaterstanden Schoonaarde met de trends t/m 2009 en 2015 voor de periode 1901-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen. Trendbreuk: jaar 1971.



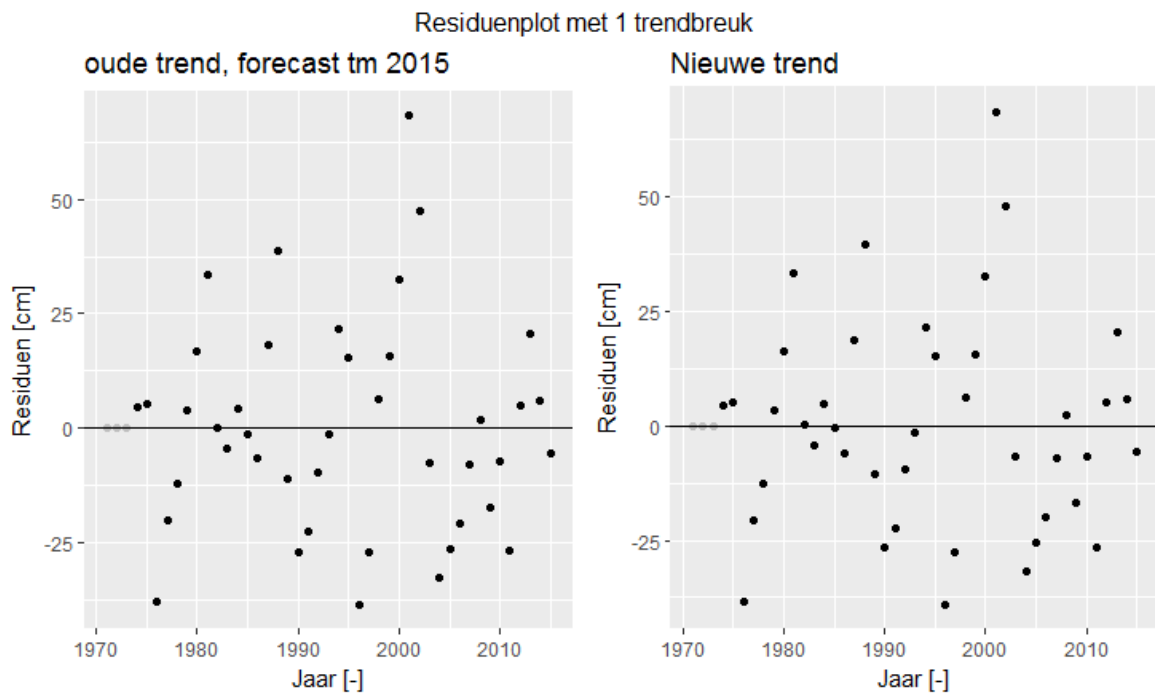
Figuur B-47: Residuen trendanalyse T2009 vanaf de trendbreuk in 1971 met een forecast t/m 2015 en de nieuwe trend t/m 2015 voor Schoonaarde.



Figuur B-48: Datapunten van jaargemiddelde laagwaterstanden voor Wetteren voor de periode 1981-2015 en een LOESS filter met spanwijdte van 6 jaar.



Figuur B-49: Resultaten trendanalyse jaargemiddelde laagwaterstanden Melle met de trends t/m 2009 en 2015 voor de periode 1971-2015 en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en predictie-intervallen. Trendbreuk: jaar 1974.



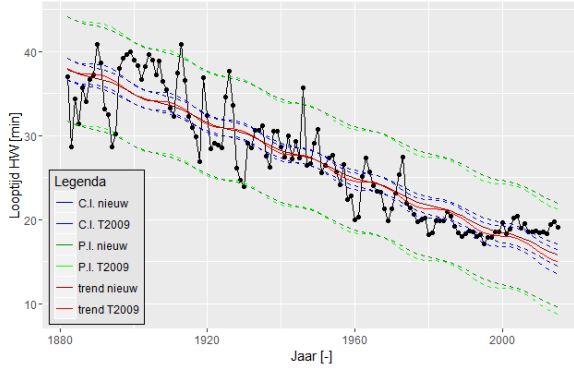
Figuur B-50: Residuen trendanalyse T2009 vanaf de trendbreuk in 1974 met een forecast t/m 2015 en de nieuwe trend t/m 2015 voor Melle.



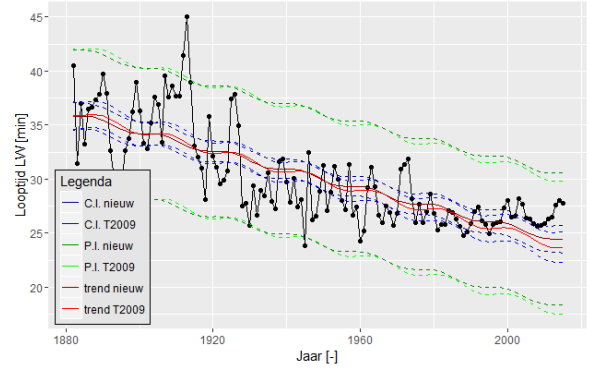
# Bijlage B.2 Tijvenster

## Westerschelde

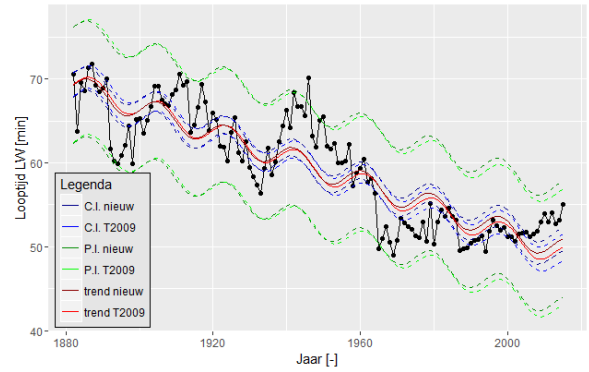
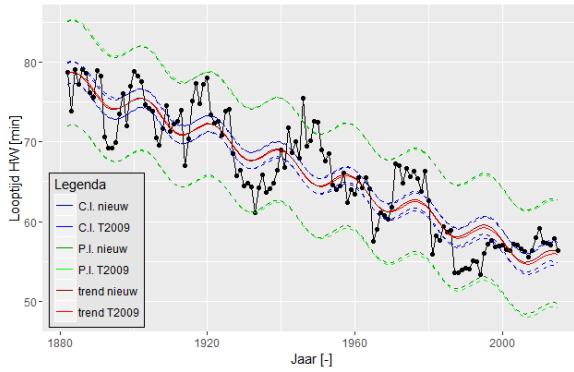
Jaarlijks gemiddelde looptijd hoogwater



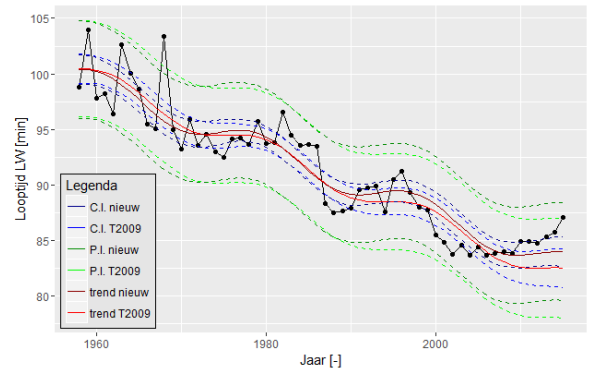
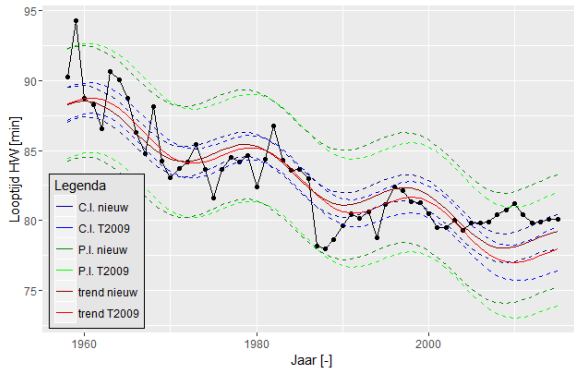
Jaarlijks gemiddelde looptijd laagwater



Vlissingen - Terneuzen



Vlissingen - Hansweert

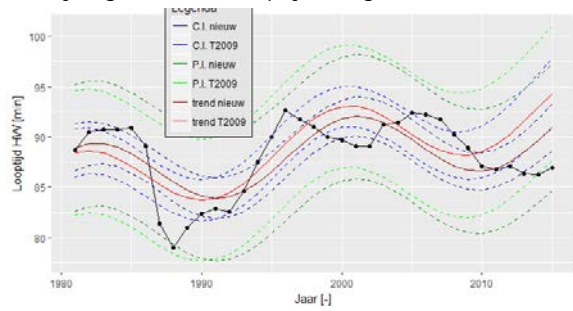


Vlissingen - Bath

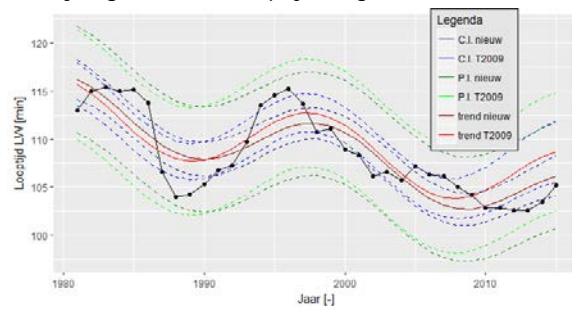
Figuur B-51: Ontwikkeling van de looptijd van het jaargemiddelde hoog- en laagwater tussen Vlissingen en de stations Terneuzen (1882-2015), Hansweert (1882-2015) en Bath (1957-2015) inclusief trendlijn en bijbehorende 95%-betrouwbaarheids- en predictie-intervallen.

Zeeschelde

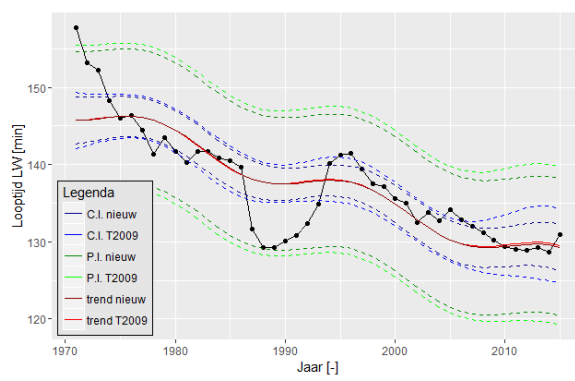
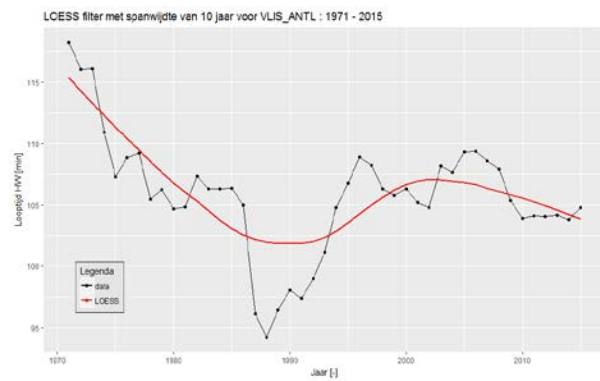
Jaarlijks gemiddelde looptijd hoogwater



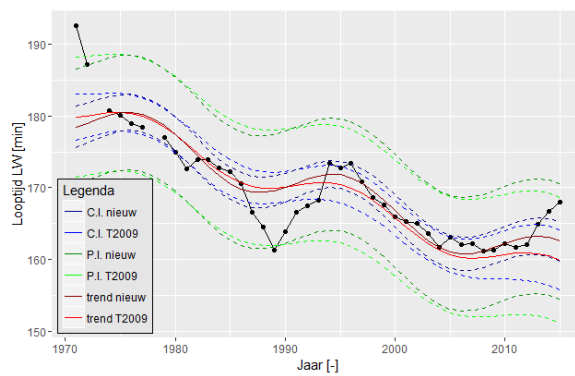
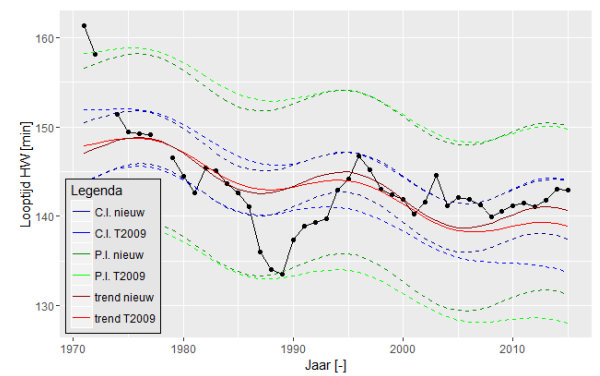
Jaarlijks gemiddelde looptijd laagwater



Vlissingen – Liefkenshoek



Vlissingen - Antwerpen

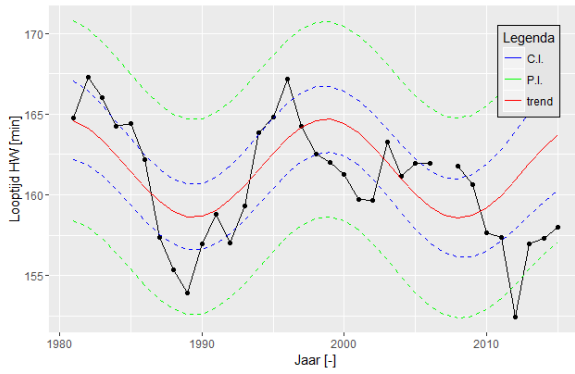


Vlissingen - Schelle

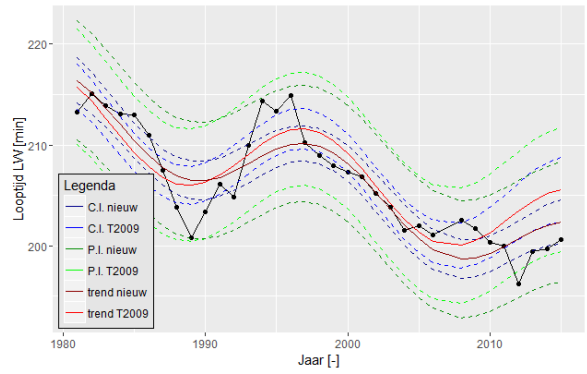
Figuur B-52: Ontwikkeling van de looptijd van het jaargemiddelde hoog- en laagwater tussen Vlissingen en de stations Liefkenshoek (1981-2015), Antwerpen (1971-2015) en Schelle (1971-2015) inclusief trendlijn en bijbehorende 95%-betrouwbaarheids- en predictie-intervallen.



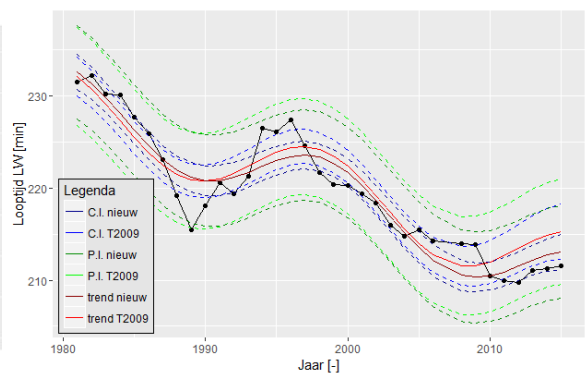
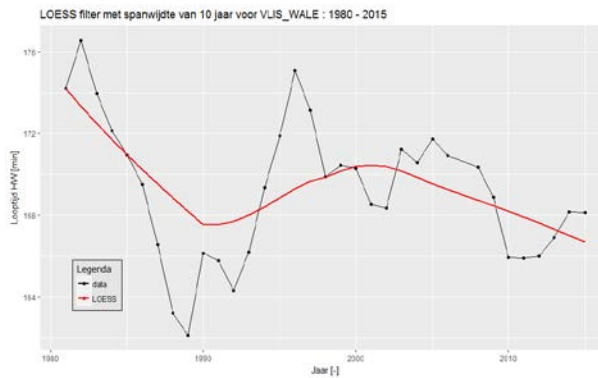
Jaarlijks gemiddelde looptijd hoogwater



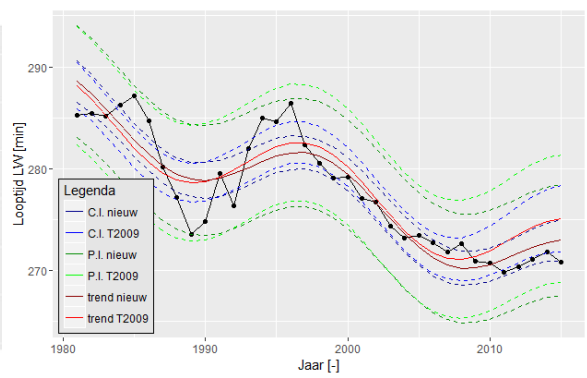
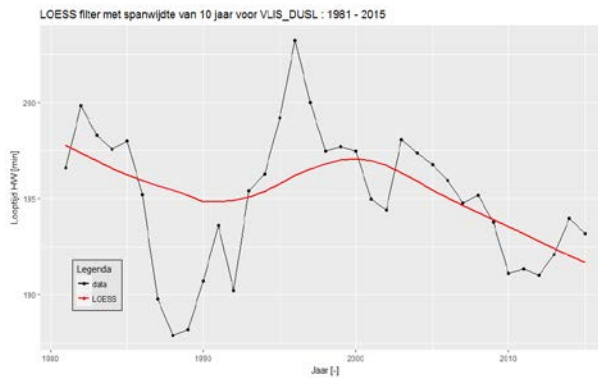
Jaarlijks gemiddelde looptijd laagwater



Vlissingen - Tielrode



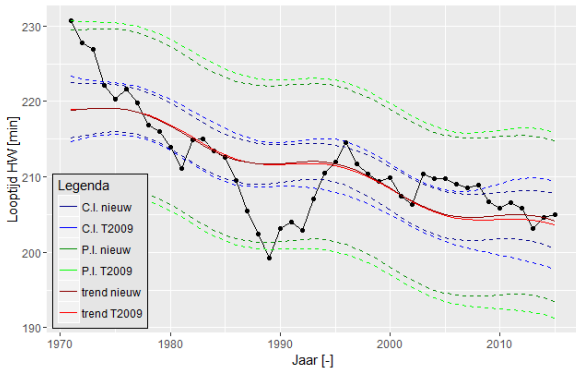
Vlissingen - Walem



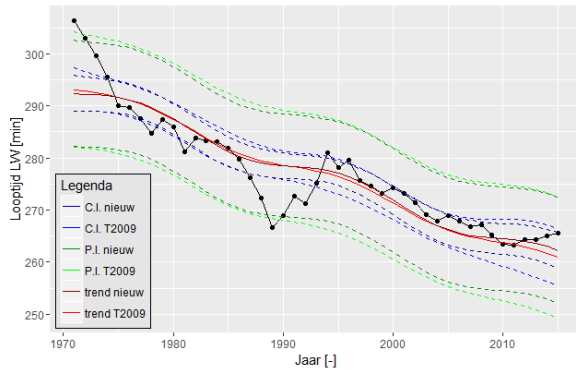
Vlissingen – Duffel-Sluis

Figuur B-53: Ontwikkeling van de looptijd van het jaargemiddelde hoog- en laagwater tussen Vlissingen en de stations Tielrode (1981-2015), Walem (1981-2015) en Duffel-Sluis (1981-2015) inclusief trendlijn en bijbehorende 95%-betrouwbaarheids- en predictie-intervallen.

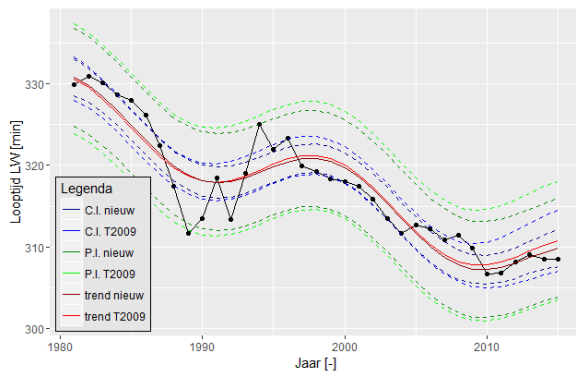
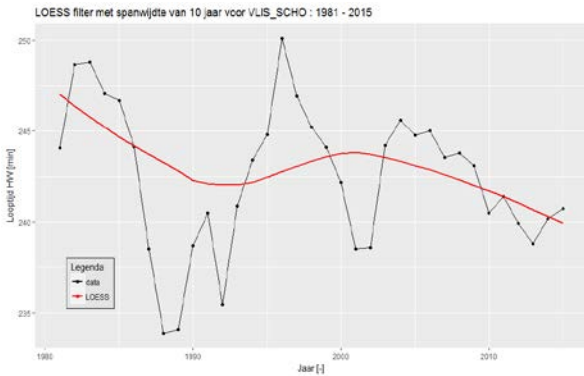
Jaarlijks gemiddelde looptijd hoogwater



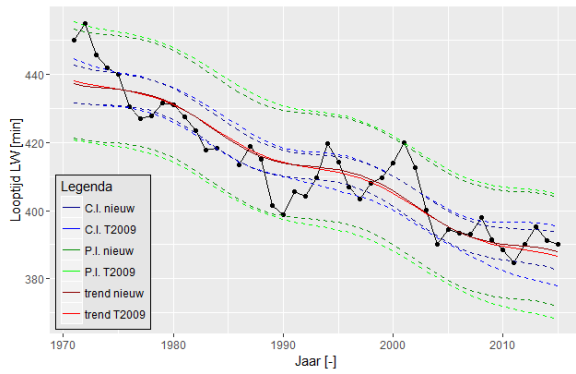
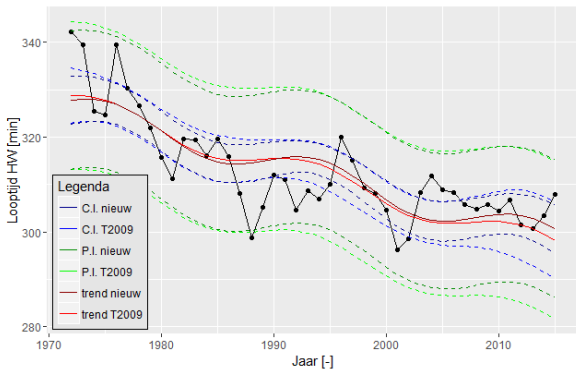
Jaarlijks gemiddelde looptijd laagwater



Vlissingen - Dendermonde



Vlissingen - Schoonaarde



Vlissingen - Melle

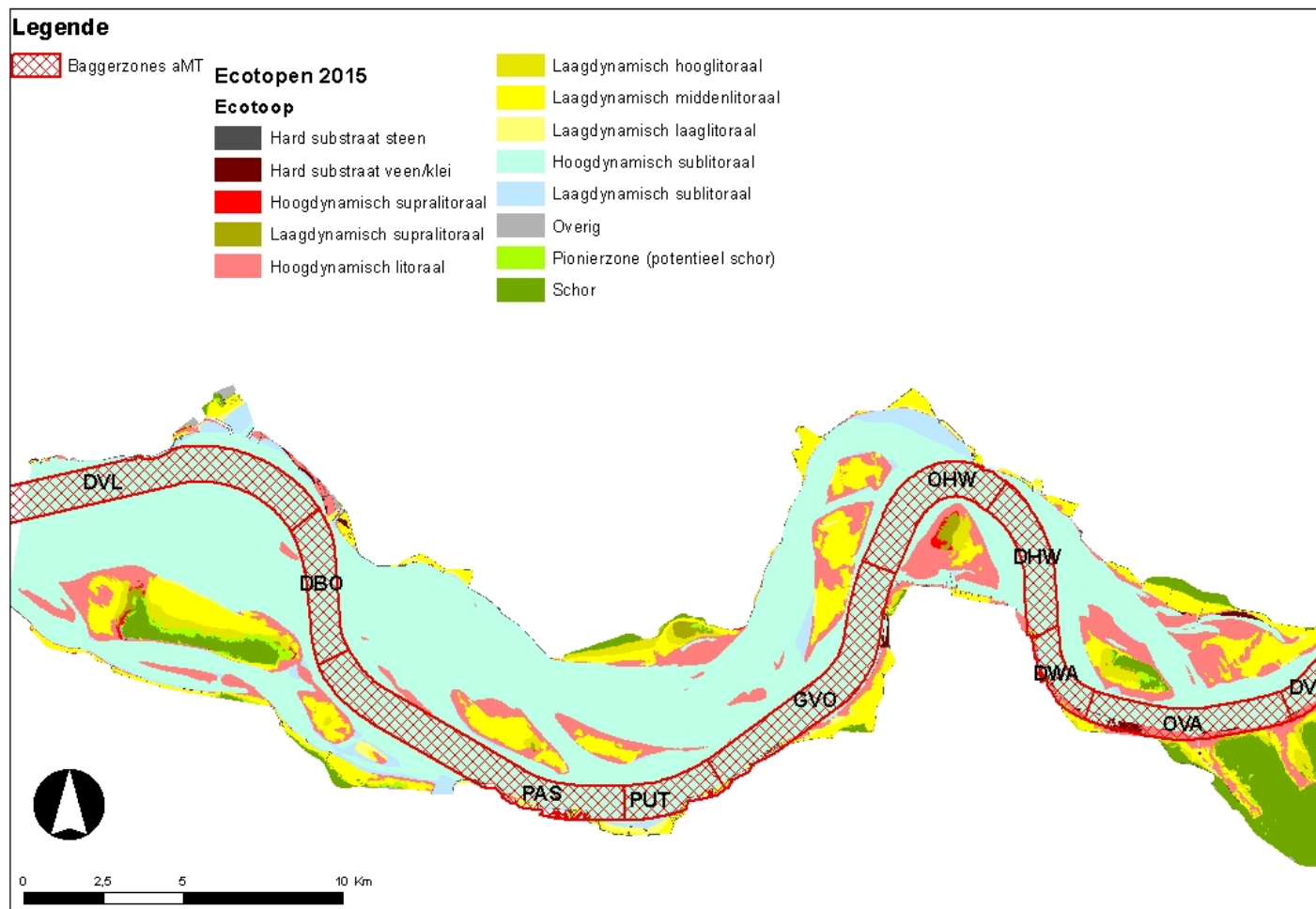
Figuur B-54: Ontwikkeling van de looptijd van het jaargemiddelde hoog- en laagwater tussen Vlissingen en stations Dendermonde (1971-2015), Schoonaarde (1981-2015) en Melle (1971-2015) inclusief trendlijn en bijbehorende 95%-betrouwbaarheids- en predictie-intervallen.

## Bijlage B.3 Baggerlocaties

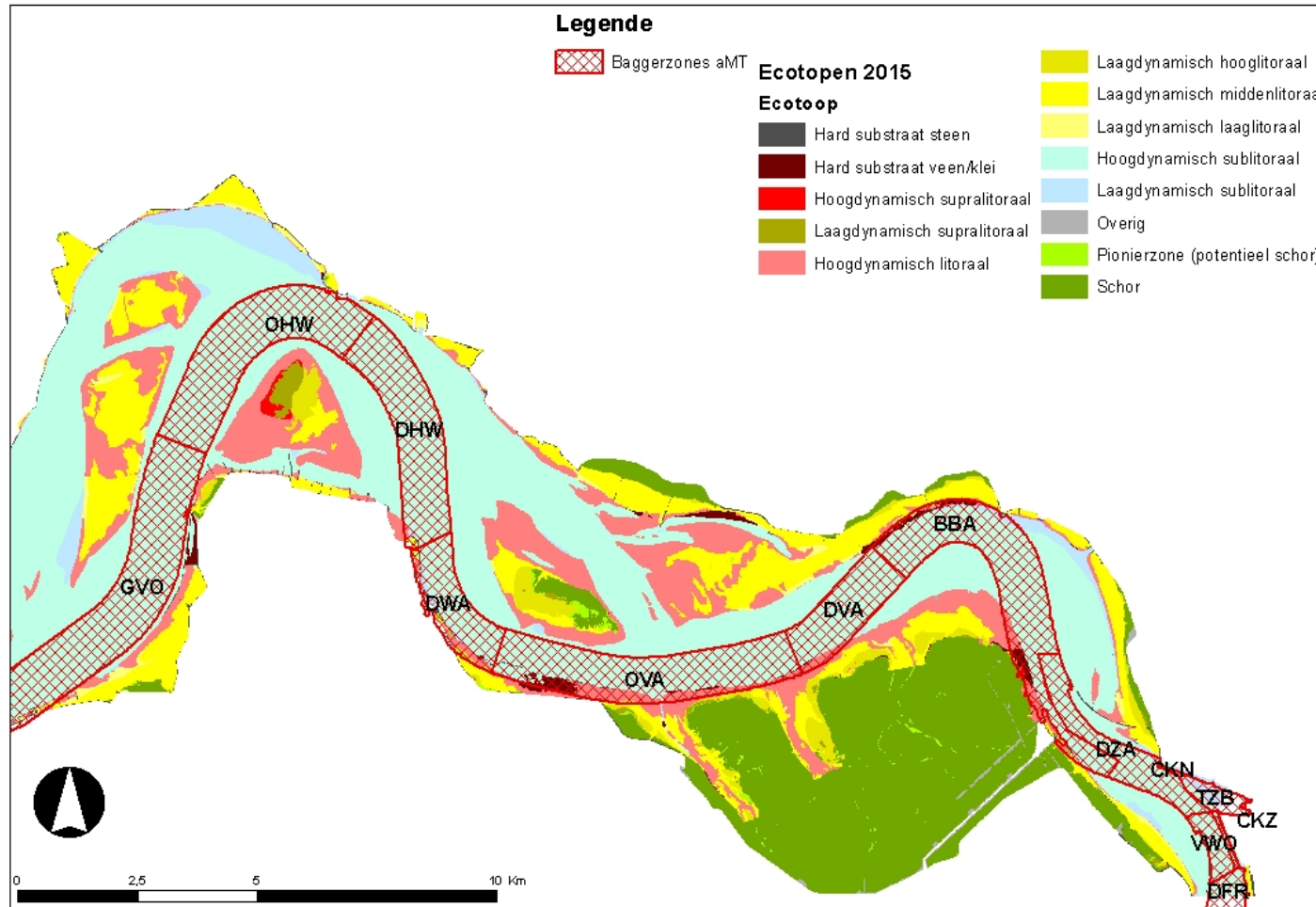
In onderstaande kaarten worden de baggerlocaties weergegeven. Een verklaring voor de afkorting is terug te vinden in onderstaande Tabel 3-1.

| Afkorting | Naam                   | Deelsysteem        | Afkorting | Naam   | Deelsysteem        |
|-----------|------------------------|--------------------|-----------|--|--------------------|
| WIEL      | Wielingen              | Monding            | DFR       | Drempel van Frederik                         | Beneden-Zeeschelde |
| BBA       | Bocht van Bath         | Westerschelde      | DGD       | Deurganckdok                                 | Beneden-Zeeschelde |
| DBO       | Drempel van Borssele   | Westerschelde      | DKR       | Drempel van Krankeloon                       | Beneden-Zeeschelde |
| DHW       | Drempel van Hansweert  | Westerschelde      | DLI       | Drempel van Lillo                            | Beneden-Zeeschelde |
| DVA       | Drempel van Valkenisse | Westerschelde      | DPA       | Drempel van de Parel                         | Beneden-Zeeschelde |
| DVL       | Drempel van Vlissingen | Westerschelde      | DZA       | Drempel van Zandvliet                        | Beneden-Zeeschelde |
| DWA       | Drempel van Walsoorden | Westerschelde      | KP        | Ketelplaat                                   | Beneden-Zeeschelde |
| GVO       | Gat van Ossenisse      | Westerschelde      | RVA       | Rede van Antwerpen                           | Beneden-Zeeschelde |
| OHW       | Overloop van Hansweert | Westerschelde      | TBVC      | Toegangsgemaal Boudewijn/Van Cauwelaertsluis | Beneden-Zeeschelde |
| OVA       | Overloop Valkenisse    | Westerschelde      | TKS       | Toegangsgemaal Kallosluis                    | Beneden-Zeeschelde |
| PAS       | Pas van Terneuzen      | Westerschelde      | TRS       | Toegang Royersluis                           | Beneden-Zeeschelde |
| PUT       | Put van Terneuzen      | Westerschelde      | TZB       | Toegangsgemaal Zandvliet/Berendrechtsluis    | Beneden-Zeeschelde |
| CKN       | Noordzeeterminal       | Beneden-Zeeschelde | VWO       | Vaarwater Ouden Doel                         | Beneden-Zeeschelde |
| CKZ       | Europaterminal         | Beneden-Zeeschelde |           |  |                    |

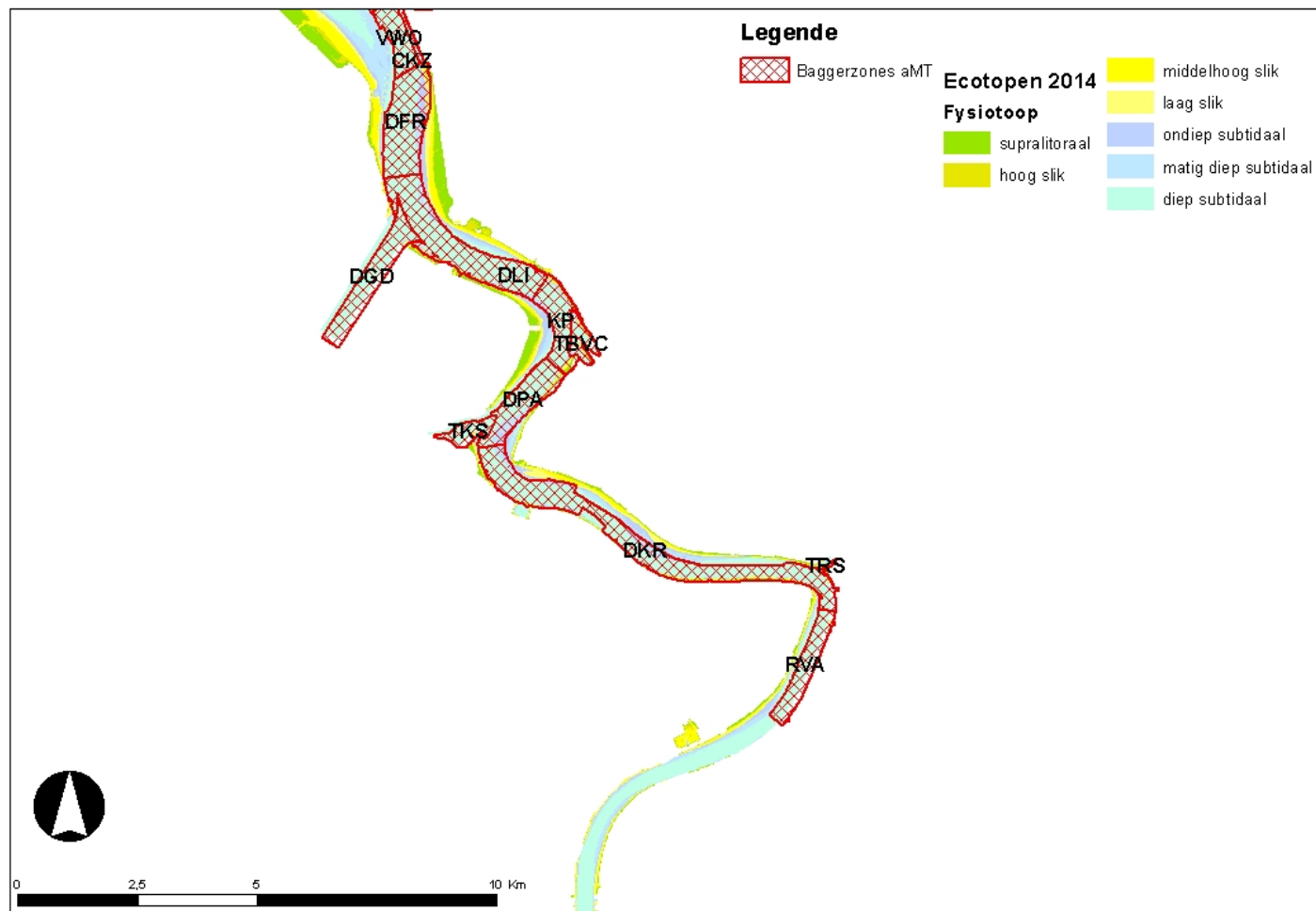
Tabel B-1: Uitleg afkorting baggerlocaties.



Figuur B-55: Baggerlocaties op de Westerschelde met aanduiding van de ecotopen (Ecotopenkaart Westerschelde 2015).



Figuur B-56: Baggerlocaties op de Westerschelde met aanduiding van de ecotopen (Ecotopenkaart Westerschelde 2015).



Figuur B-57: Baggerlocaties op de Beneden-Zeeschelde met aanduiding van de fysiotopen (Ecotopenkaart Beneden-Zeeschelde 2014).

## Bijlage B.4 Stortlocaties

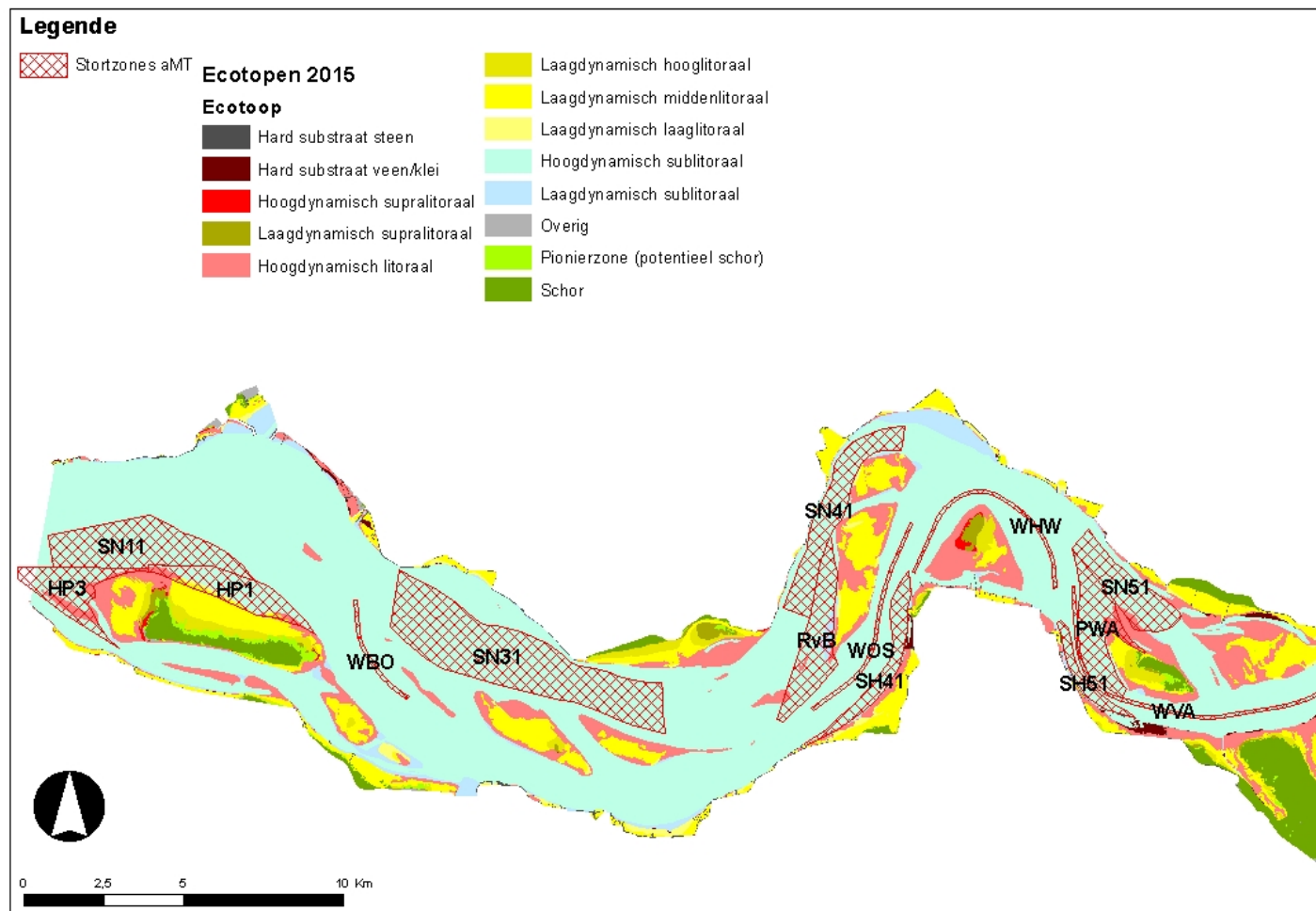
| Afkorting | Naam                             | Deelsysteem   | Afkorting | Naam  | Deelsysteem        |
|-----------|----------------------------------|---------------|-----------|---|--------------------|
| S1        | Bruggen & Wegen S1               | Monding       | SN41      | SN41  | Westerschelde      |
| S2        | Bruggen & Wegen S2               | Monding       | SN51      | SN51  | Westerschelde      |
| S26       | Stortzone W5 - Vak 26            | Monding       | SN61      | SN61  | Westerschelde      |
| W2        | Wielingen Stortzone              | Monding       | WBA       | Werkzone Bath   | Westerschelde      |
| ZBO       | Bruggen & Wegen Zeebrugge Oost   | Monding       | WBO       | Werkzone Borssele                                       | Westerschelde      |
| ZVE       | Kust Zeeuws Vlaanderen bij eb    | Monding       | WHW       | Werkzone Hansweert                                      | Westerschelde      |
| ZVV       | Kust Zeeuws Vlaanderen bij vloed | Monding       | WOS       | Werkzone Ossensisse                                     | Westerschelde      |
| HP1       | Hooge Platen Noord               | Westerschelde | WVA       | Werkzone Valkenisse                                     | Westerschelde      |
| HP3       | Hooge Platen West                | Westerschelde | OWL       | Oosterweel (Plaat van Boomke)                           | Beneden-Zeeschelde |
| PWA       | Plaat van Walsoorden             | Westerschelde | PSA       | Natuurlijke putten in de Schelde (deel Antwerpen)       | Beneden-Zeeschelde |
| RvB       | Rug van Baarland                 | Westerschelde | PSO       | Natuurlijke putten in de Schelde (deel Oost-Vlaanderen) | Beneden-Zeeschelde |
| SH41      | SH41                             | Westerschelde | PVM       | Punt van Melsele  | Beneden-Zeeschelde |
| SH51      | SH51                             | Westerschelde | SH71      | SH71  | Beneden-Zeeschelde |
| SH61      | SH61                             | Westerschelde | SOD       | Schaar Ouden Doel                                       | Beneden-Zeeschelde |
| SN11      | SN11                             | Westerschelde | VVH       | Vlakte van Hoboken                                      | Beneden-Zeeschelde |
| SN31      | SN31                             | Westerschelde |           |   |                    |

Tabel B-2: Uitleg afkorting stortlocaties.

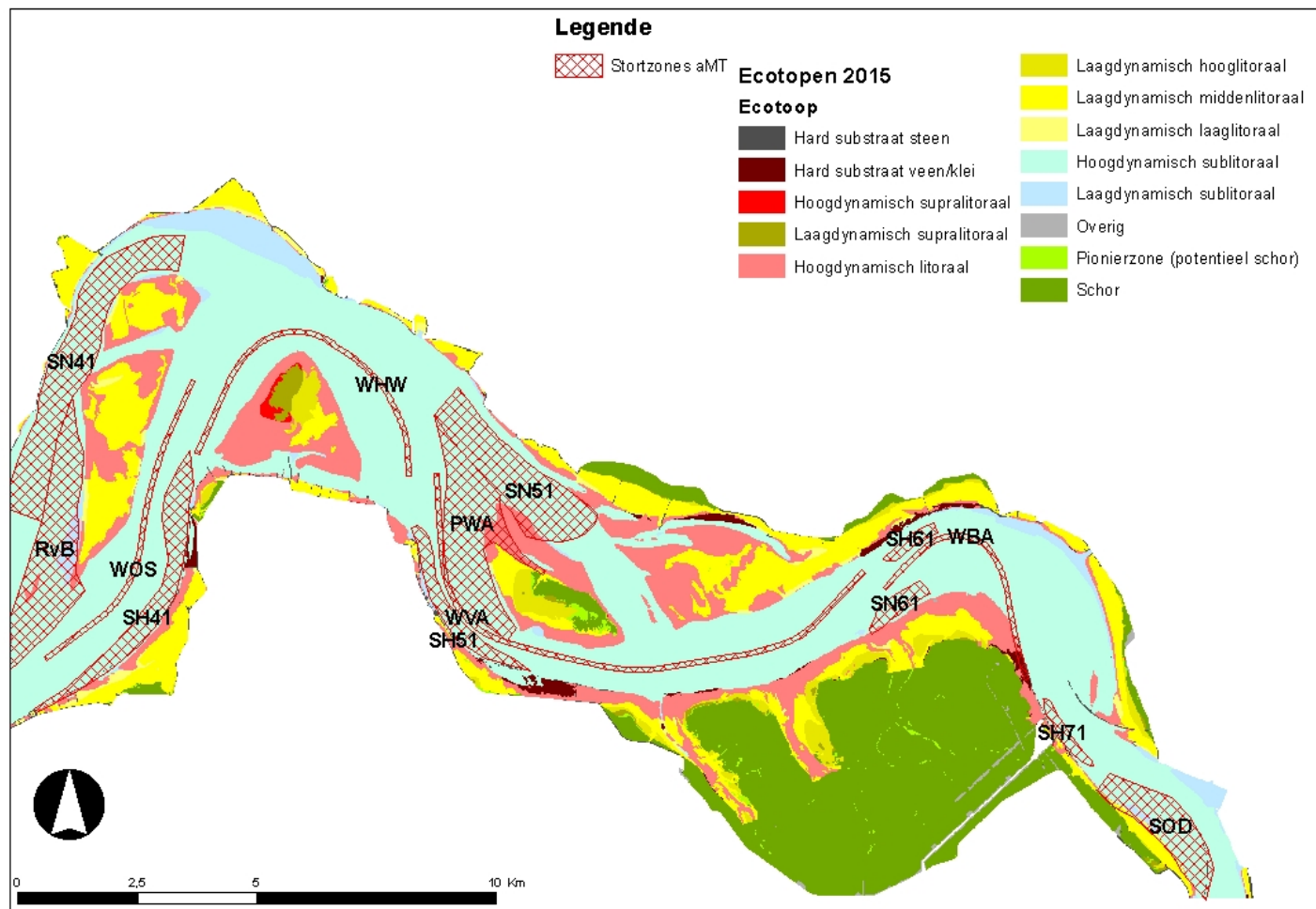


Figuur B-58: Stortlocaties in de monding met aanduiding van de – 10 m NAP lijn (Bathymetrie 2014).

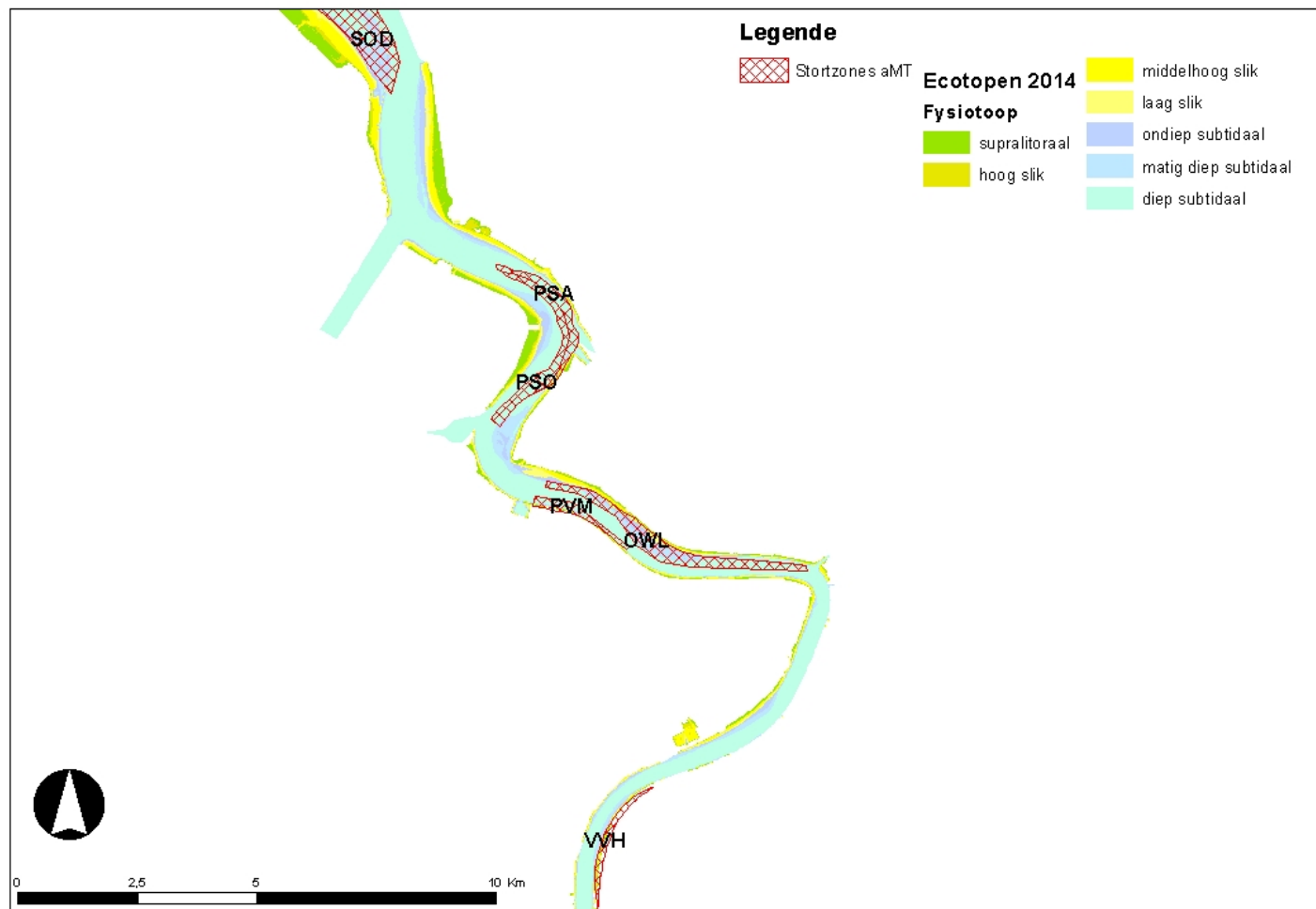




Figuur B-59: Stortlocaties op de Westerschelde met aanduiding van de ecotopen (Ecotopenkaart Westerschelde 2015).

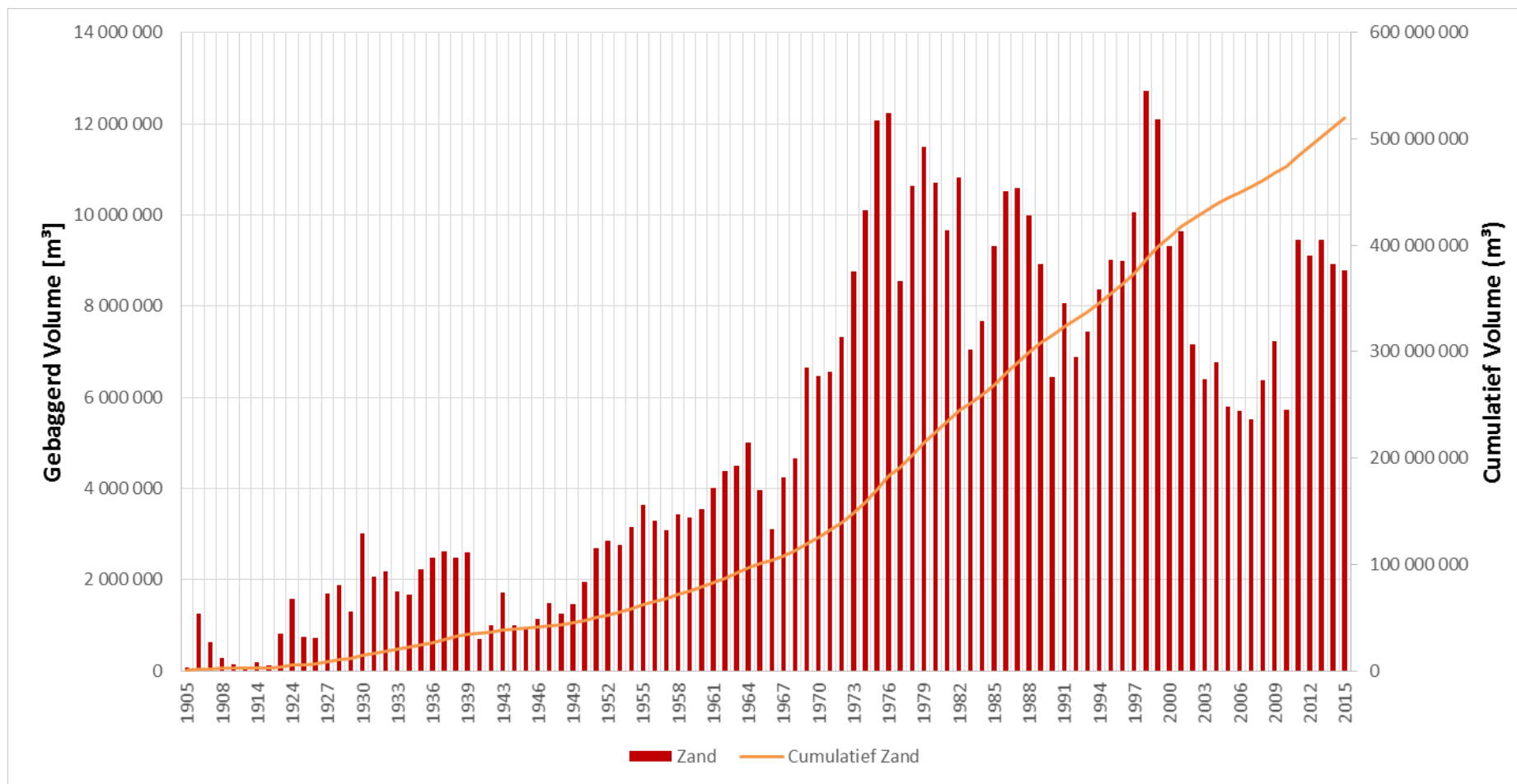


Figuur B-60: Stortlocaties op de Westerschelde met aanduiding van de ecotopen (Ecotopenkaart Westerschelde 2015).



Figuur B-61: Stortlocaties op de Beneden-Zeeschelde met aanduiding van de ecotopen (Ecotopenkaart Beneden-Zeeschelde 2014).

## Bijlage B.5 Onderhoudsbaggervolumes Westerschelde - Totaal



Figuur B-62: Onderhoudsbaggervolumes [m³ in situ] op de Westerschelde sinds start registratie in 1905 (Bron: Afdeling Maritieme Toegang, Vlaamse Overheid).

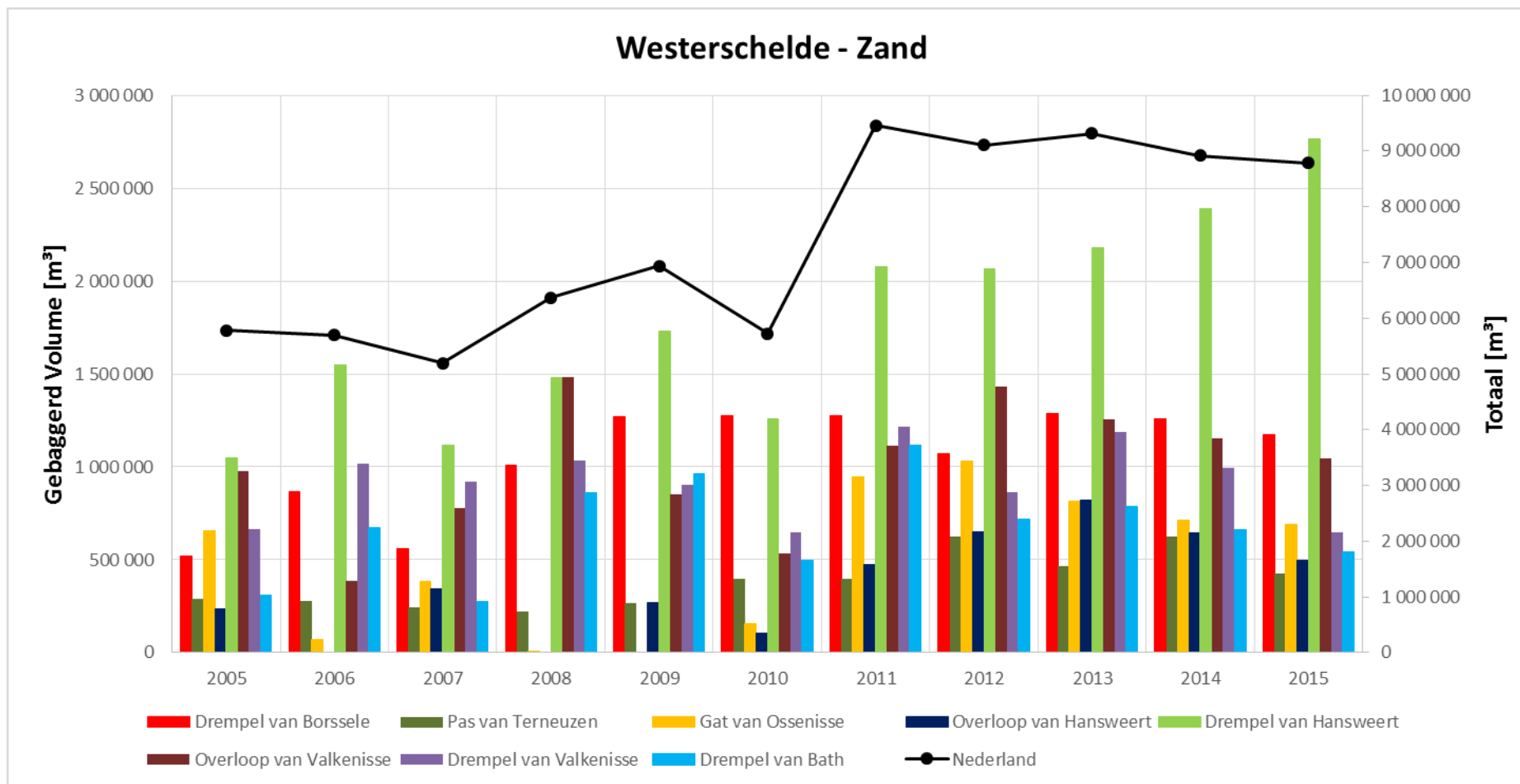
## Bijlage B.6 Onderhoudsbaggervolumes Westerschelde – Baggerlocaties

Hieronder wordt het onderhoudsbaggervolume gealloceerd naar baggerlocatie, gepresenteerd in tabel en grafiek.

| Locatie                    | 2005         | 2006         | 2007         | 2008         | 2009         | 2010      | 2011      | 2012         | 2013         | 2014         | 2015         |
|----------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-----------|-----------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Nederland                  | 5 784<br>446 | 5 692<br>618 | 5 193<br>012 | 6 368<br>379 | 6 940<br>882 | 5 726 705 | 9 455 688 | 9 106<br>052 | 9 317<br>344 | 8 919<br>255 | 8 779<br>963 |
| Ankerplaats<br>Everingen   | 245 463      | 0            | 0            | 0            | 0            | 0         | 0         |              |              |              | 0            |
| Drempel van<br>Bath        | 309 247      | 674 130      | 277 791      | 859 877      | 962 738      | 497 327   | 1 115 679 | 715 882      | 785 130      | 662 158      | 543 212      |
| Drempel van<br>Borssele    | 518 880      | 864 046      | 559 249      | 1 010<br>493 | 1 272<br>484 | 1 272 983 | 1 276 062 | 1 069<br>204 | 1 289<br>754 | 1 259<br>208 | 1 175<br>423 |
| Drempel van<br>Hansweert   | 1 049<br>905 | 1 547<br>095 | 1 115<br>542 | 1 479<br>464 | 1 731<br>900 | 1 255 832 | 2 079 638 | 2 067<br>413 | 2 181<br>908 | 2 386<br>971 | 2 767<br>203 |
| Drempel van<br>Valkenisse  | 666 211      | 1 017<br>950 | 919 261      | 1 033<br>371 | 903 319      | 646 012   | 1 214 865 | 861 246      | 1 185<br>658 | 991 529      | 647 782      |
| Drempel van<br>Vlissingen  | 0            | 371 024      | 0            | 155 037      | 92 878       | 599 028   | 0         | 391 954      | 134 704      | 111 111      | 99 408       |
| Gat van<br>Ossenisse       | 655 436      | 70 157       | 381 954      | 1 770        | 0            | 154 381   | 944 295   | 1 029<br>663 | 812 747      | 715 468      | 690 915      |
| Honte                      | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            | 0         | 0         |              |              |              | 466 314      |
| Nauw van Bath              | 457 657      | 24 937       | 74 479       | 43 439       | 84 354       | 0         | 85 565    |              |              |              | 0            |
| Overloop van<br>Hansweert  | 233 879      | 0            | 345 218      | 0            | 267 305      | 102 182   | 472 746   | 650 690      | 818 715      | 644 405      | 497 436      |
| Overloop van<br>Valkenisse | 974 554      | 385 538      | 776 197      | 1 481<br>957 | 853 723      | 534 873   | 1 113 754 | 1 430<br>650 | 1 256<br>567 | 1 150<br>970 | 1 045<br>804 |
| Pas van<br>Terneuzen       | 287 270      | 278 799      | 246 249      | 219 373      | 269 301      | 399 435   | 399 682   | 621 972      | 465 481      | 622 879      | 428 264      |
| Put van                    | 202 869      | 196 114      | 378 336      | 11 075       | 306 896      | 28 058    | 295 159   | 165 003      | 328 152      | 243 321      | 180 819      |

|                         |         |         |         |        |         |         |         |         |        |        |         |
|-------------------------|---------|---------|---------|--------|---------|---------|---------|---------|--------|--------|---------|
| Terneuzen               |         |         |         |        |         |         |         |         |        |        |         |
| Vaarwater boven<br>Bath | 79 401  | 262 828 | 15 684  | 42 965 | 69 969  | 114 483 | 180 373 | 102 375 | 58 527 | 56 371 | 52 455  |
| Drempel<br>Walsoorden   | 103 673 | 0       | 103 052 | 29 557 | 126 017 | 122 112 | 277 871 |         |        | 74 863 | 184 928 |

Tabel B-3: Onderhoudsbaggervolumes [ $m^3$  in situ] op de Westerschelde gealloceerd naar baggerlocaties (Bron: Afdeling Maritieme Toegang, Vlaamse Overheid).



Figuur B-63: Onderhoudsbaggerwerken [m³ in situ] op de Westerschelde gealloceerd naar de belangrijkste (in volume) baggerlocaties (Bron: Afdeling Maritieme Toegang, Vlaamse Overheid).

## Bijlage B.7 Onderhoudsbaggervolumes Westerschelde – Stortlocaties

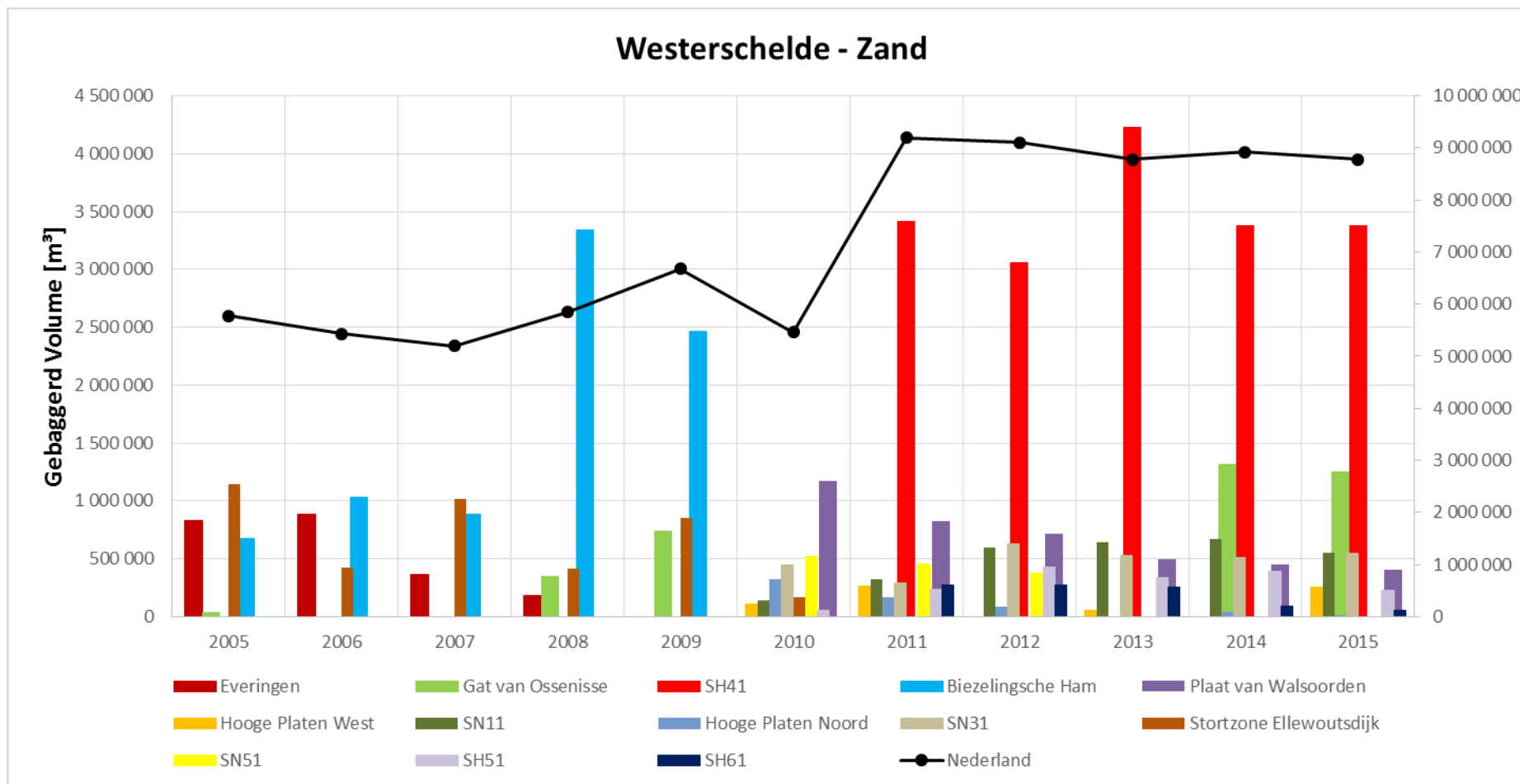
Hieronder wordt het onderhoudsbaggervolume gealloceerd naar stortlocatie, gepresenteerd in tabel en grafiek.

| Locatie                 | 2005      | 2006      | 2007      | 2008      | 2009      | 2010      | 2011      | 2012      | 2013      | 2014      | 2015      |
|-------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Nederland               | 5 780 591 | 5 428 901 | 5 193 012 | 5 845 922 | 6 675 711 | 5 459 850 | 9 192 496 | 9 106 052 | 8 783 286 | 8 919 255 | 8 779 963 |
| Biezelingsche Ham       | 675 796   | 1 034 642 | 885 007   | 3 343 031 | 2 467 670 |           | 0         |           |           |           | 0         |
| Everingen               | 828 344   | 888 497   | 362 895   | 181 209   |           |           | 0         |           |           |           | 0         |
| Gat van Ossensisse      | 31 954    | 0         | 0         | 345 051   | 740 135   |           | 0         |           |           | 1 313 667 | 1 249 745 |
| Hoek van Baarland       | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 31 904    | 0         |           |           | 13 923    | 0         |
| Hooge Platen Noord      | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 720 302   | 362 421   | 179 805   |           | 86 817    | 18 333    |
| Hooge Platen West       | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 243 003   | 579 785   |           | 127 694   |           | 564 593   |
| Plaat van Walsoorden    | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 1 170 450 | 820 822   | 713 221   | 495 874   | 453 337   | 406 444   |
| Rug van Baarland        | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 224 886   | 517 499   | 38 446    |           |           | 0         |
| Schaar van de Noord     | 3 204     | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         |           |           |           | 0         |
| Schaar van Spijkerplaat | 897 693   | 1 274 746 | 723 707   | 676 554   | 1 279 763 | 142 311   | 0         |           |           |           | 0         |
| Schaar van Waarde       | 806 625   | 1 286 214 | 961 413   | 379 573   | 293 743   | 0         | 0         |           |           |           | 0         |
| SH41                    | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 3 412 496 | 3 061 323 | 4 231 958 | 3 374 513 | 3 378 794 |
| SH51                    | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 113 010   | 522 563   | 953 854   | 757 523   | 860 128   | 502 079   |
| SH61                    | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 602 350   | 611 768   | 573 225   | 208 488   | 124 333   |



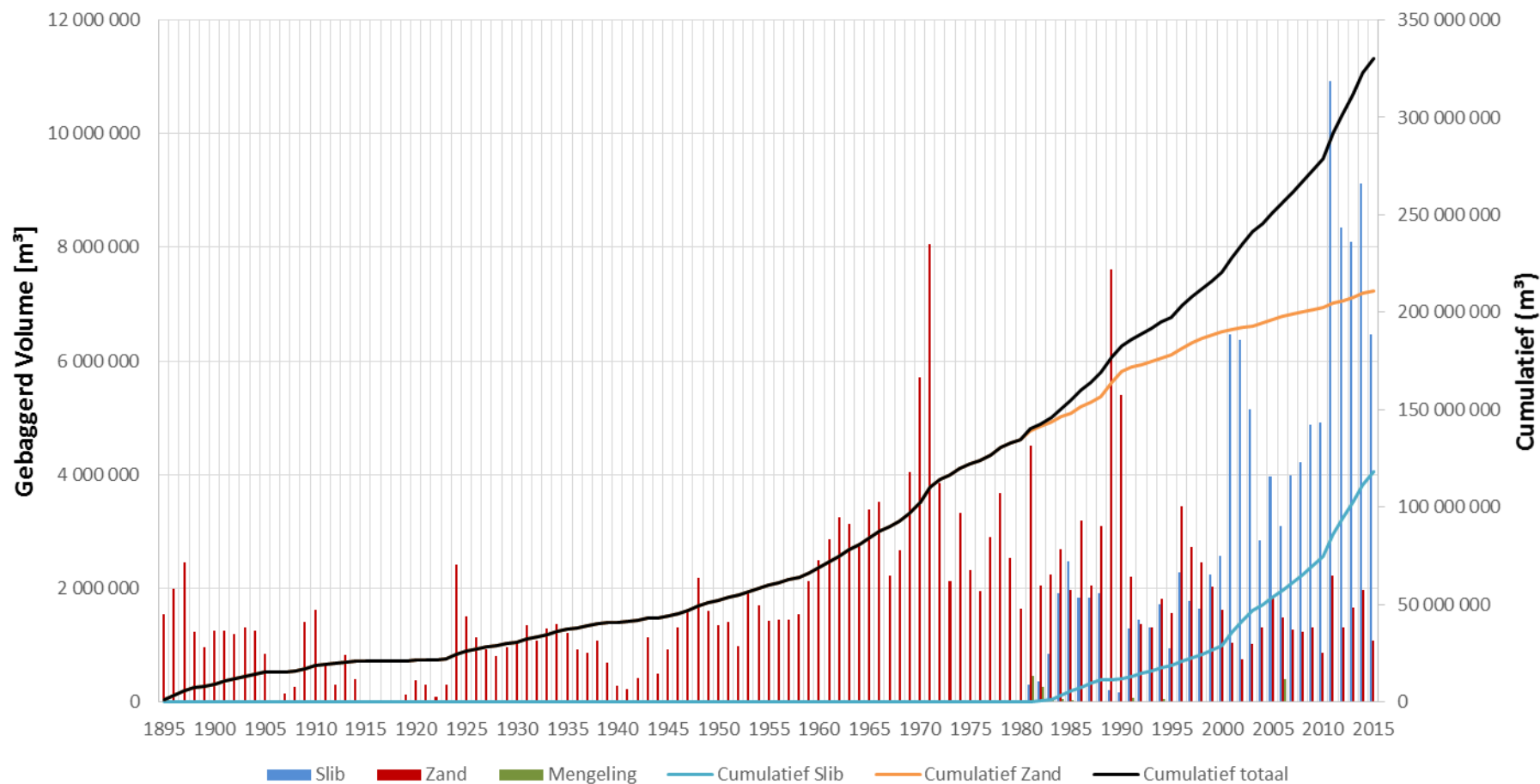
| Locatie                    | 2005      | 2006    | 2007      | 2008    | 2009      | 2010      | 2011      | 2012      | 2013      | 2014      | 2015      |
|----------------------------|-----------|---------|-----------|---------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| SN11                       | 0         | 0       | 0         | 0       | 0         | 315 901   | 714 395   | 1 320 593 | 1 430 963 | 1 479 008 | 1 233 992 |
| SN31                       | 0         | 0       | 0         | 0       | 0         | 990 939   | 652 604   | 1 393 871 | 1 166 048 | 1 129 375 | 1 224 226 |
| SN51                       | 0         | 0       | 0         | 0       | 0         | 1 143 787 | 1 007 562 | 833 170   |           |           | 0         |
| Stortzone<br>Ellewoutsdijk | 2 536 976 | 944 801 | 2 259 990 | 920 504 | 1 894 401 | 363 359   | 0         |           |           |           | 0         |
| SH71                       | 0         | 0       | 0         | 0       | 0         | 0         | 0         |           |           |           | 77 425    |

Tabel B-4: Onderhoudsbaggervolumes [m<sup>3</sup> in situ] op de Westerschelde gealloceerd naar stortlocaties (Bron: Afdeling Maritieme Toegang, Vlaamse Overheid).



Figuur B-64: Onderhoudsbaggerwerken [m³ in situ] op de Westerschelde gallocceerd naar de belangrijkste (in volume) stortlocaties (Bron: Afdeling Maritieme Toegang, Vlaamse Overheid).

## Bijlage B.8 Onderhoudsbagger volumes Zeeschelde - Totaal



Figuur B-65: Onderhoudsbagger volumes [m³ in situ] op de Zeeschelde sinds start registratie in 1895 (Bron: Afdeling Maritieme Toegang, Vlaamse Overheid).

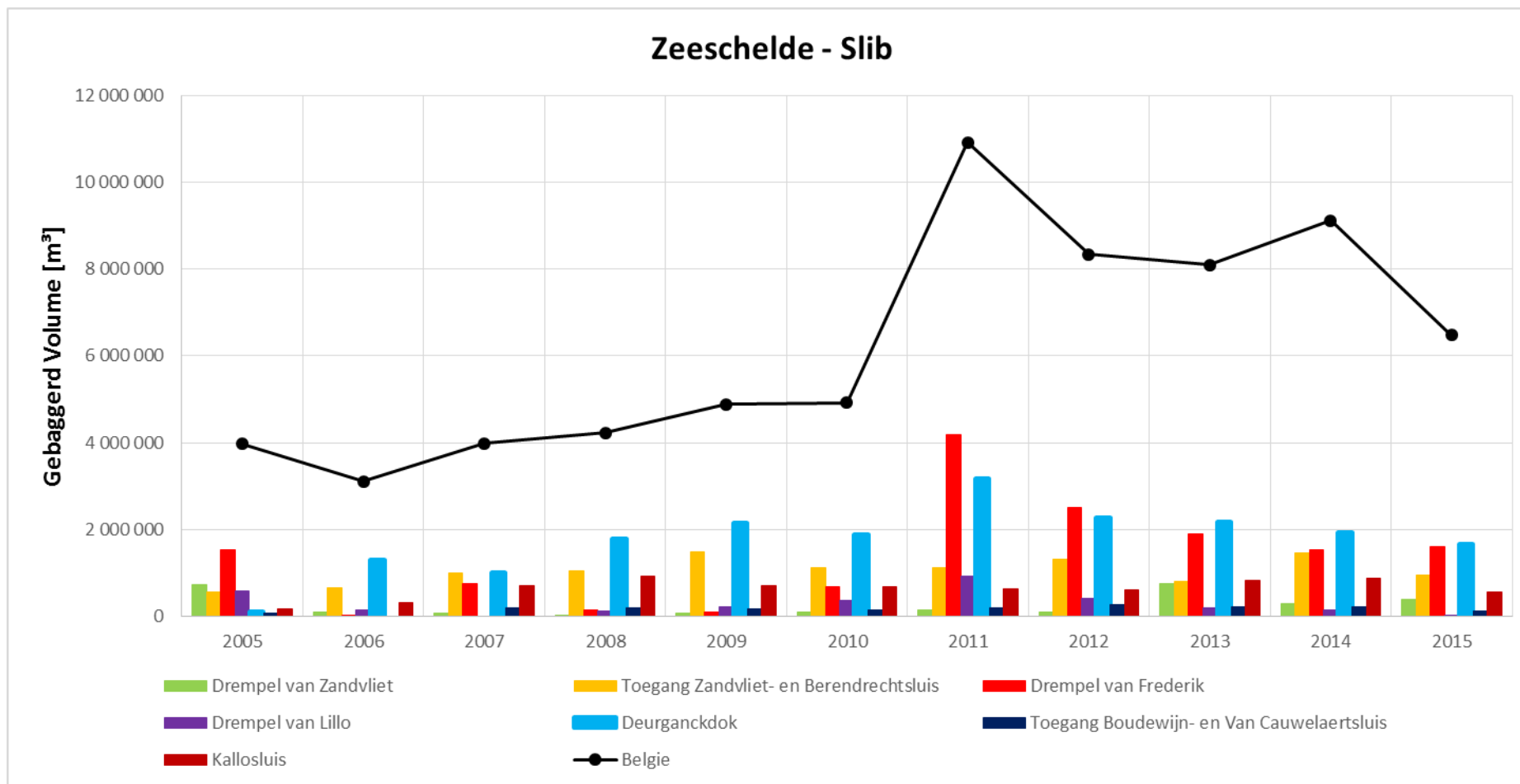
## Bijlage B.9 Onderhoudsbaggervolumes Zeeschelde – Baggerlocaties

Hieronder wordt het onderhoudsbaggervolume slib en zand gealloceerd naar baggerlocatie, gepresenteerd in tabel en grafiek.

| Locatie   | 2005         | 2006         | 2007         | 2008         | 2009         | 2010         | 2011       | 2012         | 2013         | 2014         | 2015         |
|---|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Totaal België                                   | 3 968<br>599 | 3 102<br>392 | 3 984<br>363 | 4 225<br>909 | 4 887<br>682 | 4 919<br>354 | 10 925 541 | 8 342<br>852 | 8 103<br>601 | 9 125<br>389 | 6 475<br>633 |
| Deurganckdok                                    | 102 327      | 1 306<br>215 | 1 004<br>333 | 1 772<br>978 | 2 153<br>268 | 1 879<br>314 | 3 174 282  | 2 273<br>225 | 2 175<br>789 | 1 934<br>067 | 1 669<br>135 |
| Drempel van De Parel                            | 110 574      | 249 606      | 0            | 0            | 0            | 0            | 0          | 0            | 0            | 0            | 0            |
| Drempel van Frederik                            | 1 517<br>443 | 17 977       | 757 729      | 142 559      | 83 872       | 666 059      | 4 179 547  | 2 491<br>739 | 1 905<br>068 | 1 518<br>460 | 1 613<br>610 |
| Drempel van Krankeloon                          | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            | 0          | 1 711        | 0            | 3 120        | 11 413       |
| Drempel van Lillo                               | 577 658      | 144 497      | 0            | 123 402      | 220 923      | 368 997      | 924 338    | 401 365      | 186 775      | 148 443      | 21 575       |
| Drempel van Zandvliet                           | 719 757      | 97 239       | 75 597       | 17 648       | 71 600       | 86 670       | 149 585    | 91 308       | 738 937      | 284 758      | 394 627      |
| Europaterminal                                  | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            | 0          | 0            | 0            | 0            | 0            |
| Haven Linkeroever                               | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            | 0          | 339 847      | 63 506       | 206 781      | 0            |
| Haven Recheroever                               | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            | 312 259    | 547 584      | 1 186<br>135 | 2 477<br>133 | 1 164<br>365 |
| Kallosluis                                      | 173 873      | 302 124      | 689 652      | 920 199      | 699 345      | 669 144      | 622 145    | 604 662      | 832 089      | 870 745      | 557 626      |
| Ketelplaat                                      | 20 677       | 9 837        | 227 296      | 0            | 0            | 0            | 0          | 0            | 0            | 0            | 0            |
| Noordzeeterminal                                | 116 340      | 327 617      | 52 254       | 9 331        | 0            | 0            | 270 332    | 0            | 0            | 0            | 0            |
| Rede van Antwerpen                              | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            | 0          | 0            | 0            | 0            | 0            |
| Toegang Boudewijn-<br>en Van<br>Cauwelaertsluis | 69 162       | 0            | 178 804      | 196 726      | 176 160      | 142 492      | 183 178    | 271 059      | 206 557      | 224 225      | 107 418      |
| Toegang Zandvliet-                              | 560 788      | 647 280      | 998 698      | 1 043        | 1 482        | 1 106        | 1 109 874  | 1 320        | 808 745      | 1 457        | 935 865      |

|                         |   |   |   |     |     |     |   |     |   |     |   |
|-------------------------|---|---|---|-----|-----|-----|---|-----|---|-----|---|
| en Berendrechtsluis     |   |   |   | 067 | 515 | 678 |   | 352 |   | 656 |   |
| Vaarwater Ouden<br>Doel | 0 | 0 | 0 | 0   | 0   | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 |

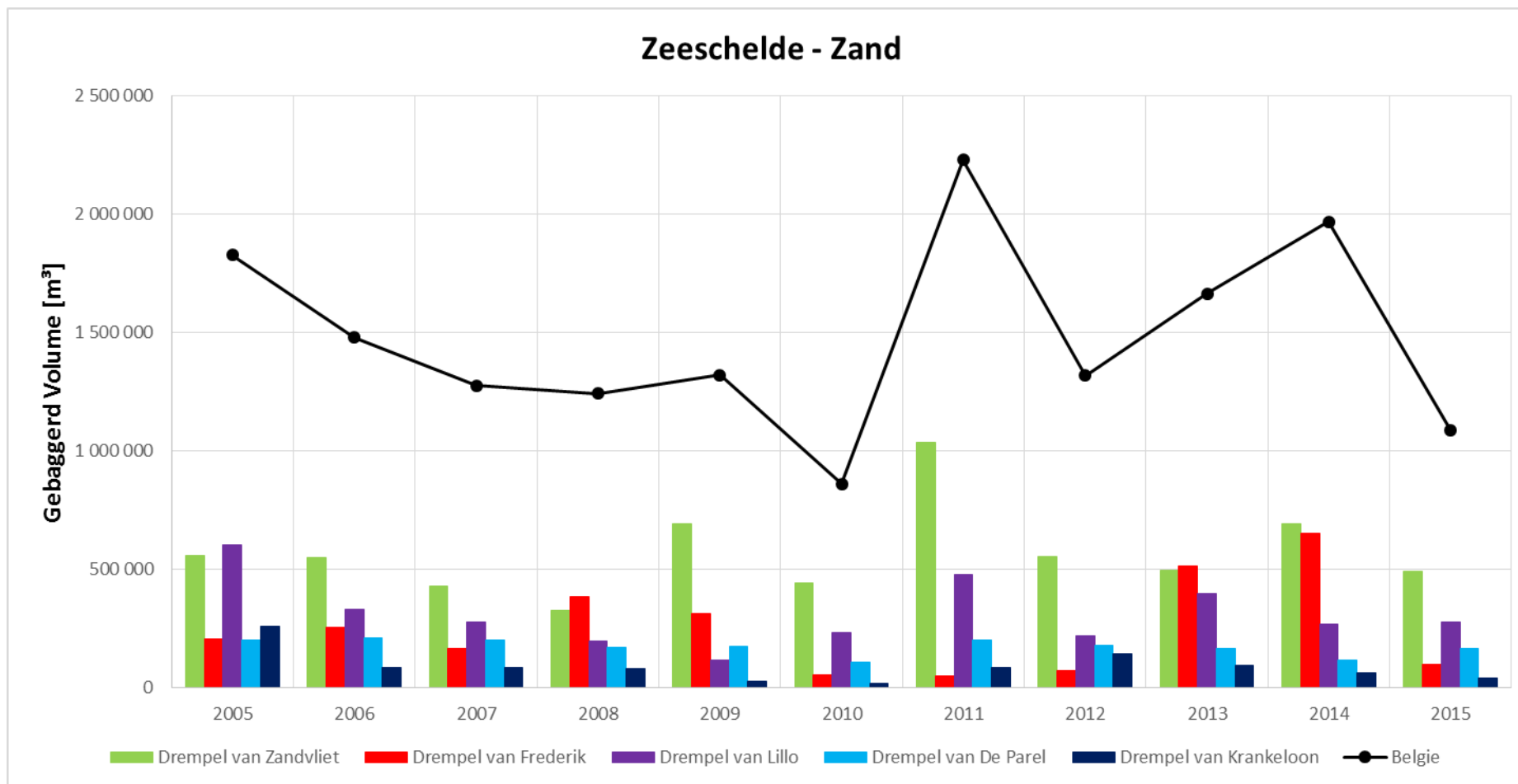
Tabel B-5: Onderhoudsbyggervolumes slib [ $m^3$  in situ] op de Zeeschelde gealloceerd naar baggerlocaties (Bron: Afdeling Maritieme Toegang, Vlaamse Overheid).



Figuur B-66: Onderhoudsbaggervolumes slib [m³ in situ] op de Zeeschelde gealloceerd naar de belangrijkste (in volume) baggerlocaties (Bron: Afdeling Maritieme Toegang, Vlaamse Overheid).

| Locatie   | 2005         | 2006         | 2007         | 2008         | 2009         | 2010    | 2011      | 2012         | 2013         | 2014         | 2015         |
|---|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------|-----------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Totaal België                                   | 1 827<br>060 | 1 479<br>175 | 1 276<br>492 | 1 242<br>773 | 1 321<br>565 | 861 815 | 2 229 061 | 1 318<br>633 | 1 665<br>897 | 1 967<br>612 | 1 086<br>393 |
| Deurganckdok                                    | 0            | 6 785        | 0            | 0            | 0            | 0       | 0         |              |              |              | 0            |
| Drempel van De Parel                            | 203 200      | 210 576      | 200 663      | 168 508      | 174 345      | 109 329 | 201 662   | 177 942      | 166 830      | 114 617      | 164 035      |
| Drempel van Frederik                            | 203 971      | 255 353      | 163 578      | 384 029      | 312 182      | 53 846  | 49 779    | 70 789       | 513 416      | 651 562      | 99 386       |
| Drempel van Krankeloon                          | 259 758      | 83 872       | 84 729       | 79 278       | 25 105       | 19 514  | 87 034    | 144 638      | 94 512       | 63 157       | 42 497       |
| Drempel van Lillo                               | 603 627      | 329 661      | 277 113      | 198 575      | 118 069      | 233 713 | 479 720   | 218 335      | 396 413      | 266 941      | 278 810      |
| Drempel van Zandvliet                           | 556 504      | 549 039      | 429 356      | 328 513      | 691 864      | 443 765 | 1 034 830 | 554 029      | 493 965      | 694 143      | 490 419      |
| Europaterminal                                  | 0            | 12 285       | 40 612       | 63 998       | 0            | 0       | 0         |              |              |              | 0            |
| Haven Linkeroever                               | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            | 0       | 0         |              |              |              | 0            |
| Haven Rechteroever                              | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            | 0       | 138 404   | 88 359       | 761          | 156 740      | 4 927        |
| Kallosluis                                      | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            | 0       | 0         |              |              |              | 0            |
| Ketelplaat                                      | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            | 0       | 0         |              |              |              | 0            |
| Noordzeeterminal                                | 0            | 31 604       | 0            | 0            | 0            | 0       | 219 247   | 64 542       |              | 20 452       | 0            |
| Rede van Antwerpen                              | 0            | 0            | 2 960        | 7 118        | 0            | 0       | 17 623    |              |              |              | 6 320        |
| Toegang Boudewijn-<br>en Van<br>Cauwelaertsluis | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            | 0       | 762       |              |              |              | 0            |
| Toegang Zandvliet-<br>en Berendrechtsluis       | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            | 0       | 0         |              |              |              | 0            |
| Vaarwater Ouden<br>Doel                         | 0            | 0            | 77 481       | 12 754       | 0            | 1 647   | 0         |              |              |              | 0            |

Tabel B-6: Onderhoudsaggervolumes Zand [ $m^3$  in situ] op de Zeeschelde gealloceerd naar baggerlocaties (Bron: Afdeling Maritieme Toegang, Vlaamse Overheid).



Figuur B-67: Onderhoudsbaggervolumes zand [m<sup>3</sup> in situ] op de Zeeschelde gealloceerd naar de belangrijkste (in volume) baggerlocaties (Bron: Afdeling Maritieme Toegang, Vlaamse Overheid).

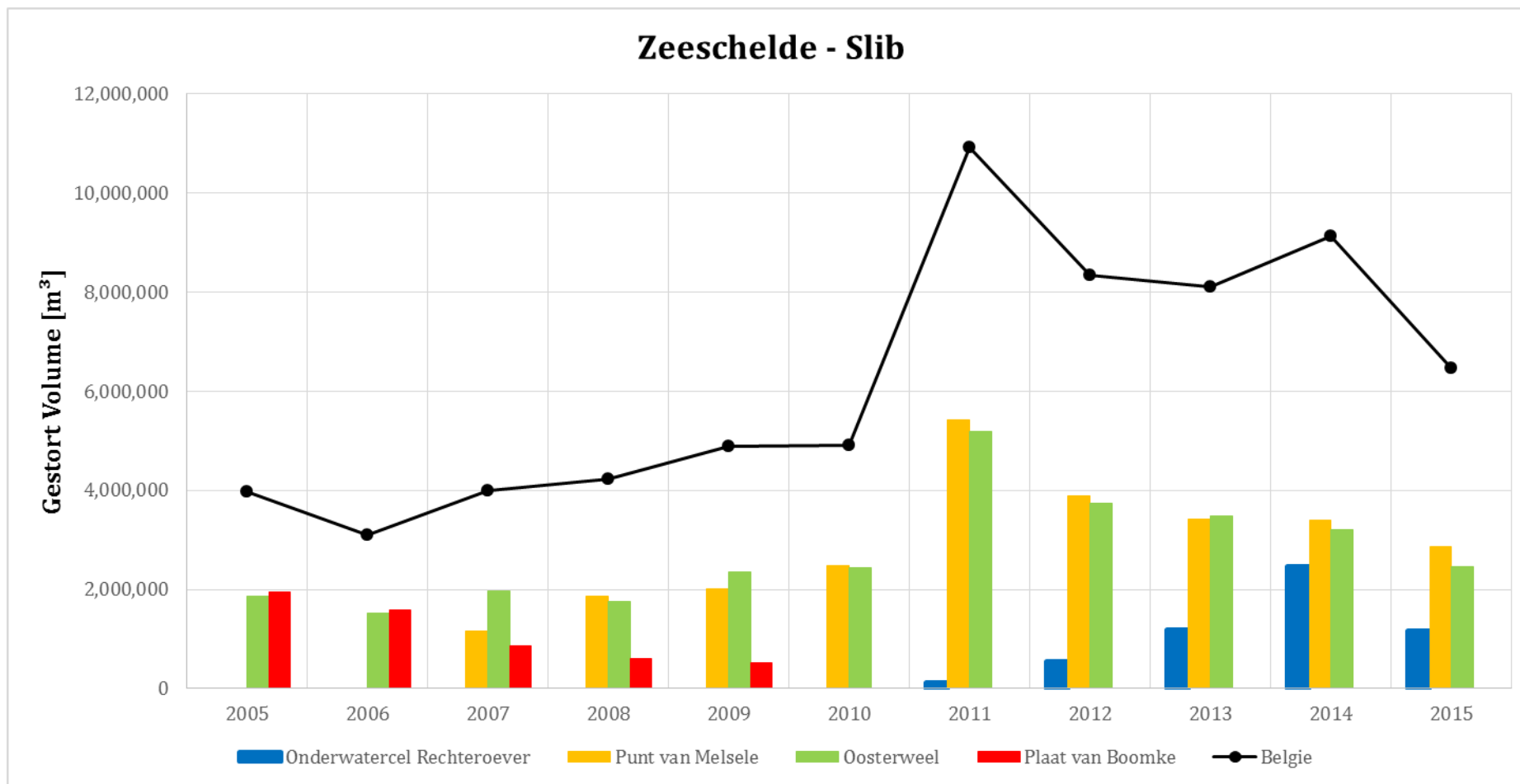


## Bijlage B.10 Onderhoudsbaggervolumes Zeeschelde – Stortlocaties

Hieronder wordt het onderhoudsbaggervolume slib en zand gealloceerd naar stortlocatie, gepresenteerd in tabel en grafiek.

| Locatie                    | 2005         | 2006         | 2007         | 2008         | 2009         | 2010         | 2011       | 2012         | 2013         | 2014         | 2015      |
|----------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|------------|--------------|--------------|--------------|-----------|
| Totaal België              | 3 968<br>599 | 3 102<br>392 | 3 984<br>363 | 4 225<br>909 | 4 887<br>682 | 4 919<br>354 | 10 925 541 | 8 341<br>759 | 8 103<br>601 | 9 125<br>389 | 6 475 633 |
| Ballastplaat               | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            | 0          |              |              |              | 0         |
| Deurganckdok               | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            | 0          |              |              |              | 0         |
| Drempel van Frederik       | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            | 0          |              |              |              | 0         |
| Haven Rechteroever         | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            | 194 115    |              |              |              | 0         |
| Onderwatercel Rechteroever | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            | 118 144    | 546 491      | 1 186<br>135 | 2 477<br>133 | 1 164 365 |
| Oosterweel                 | 1 856<br>090 | 1 523<br>074 | 1 975<br>074 | 1 756<br>451 | 2 348<br>187 | 2 440<br>470 | 5 187 213  | 3 748<br>056 | 3 481<br>153 | 3 203<br>455 | 2 449 834 |
| Plaat van Boomke           | 1 951<br>193 | 1 579<br>318 | 856 930      | 613 072      | 518 194      | 0            | 0          |              |              |              | 0         |
| Plaat van De Parel         | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            | 1 702        | 0          |              |              |              | 0         |
| Plaat van Lillo            | 58 918       | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            | 0          |              |              |              | 0         |
| Prosperpolder              | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            | 0          |              |              |              | 0         |
| Punt van Melsele           | 0            | 0            | 1 152<br>359 | 1 853<br>412 | 2 021<br>301 | 2 477<br>182 | 5 426 069  | 3 877<br>947 | 3 423<br>173 | 3 395<br>532 | 2 861 434 |
| Schaar Ouden Doel          | 101 118      | 0            | 0            | 2 973        | 0            | 0            | 0          | 2 975        |              |              | 0         |
| Vlakte van Hoboken         | 1 280        | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            | 0          |              |              |              | 0         |
| Waaslandhaven              | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            | 0          | 166 289      | 13 140       | 49 269       | 0         |

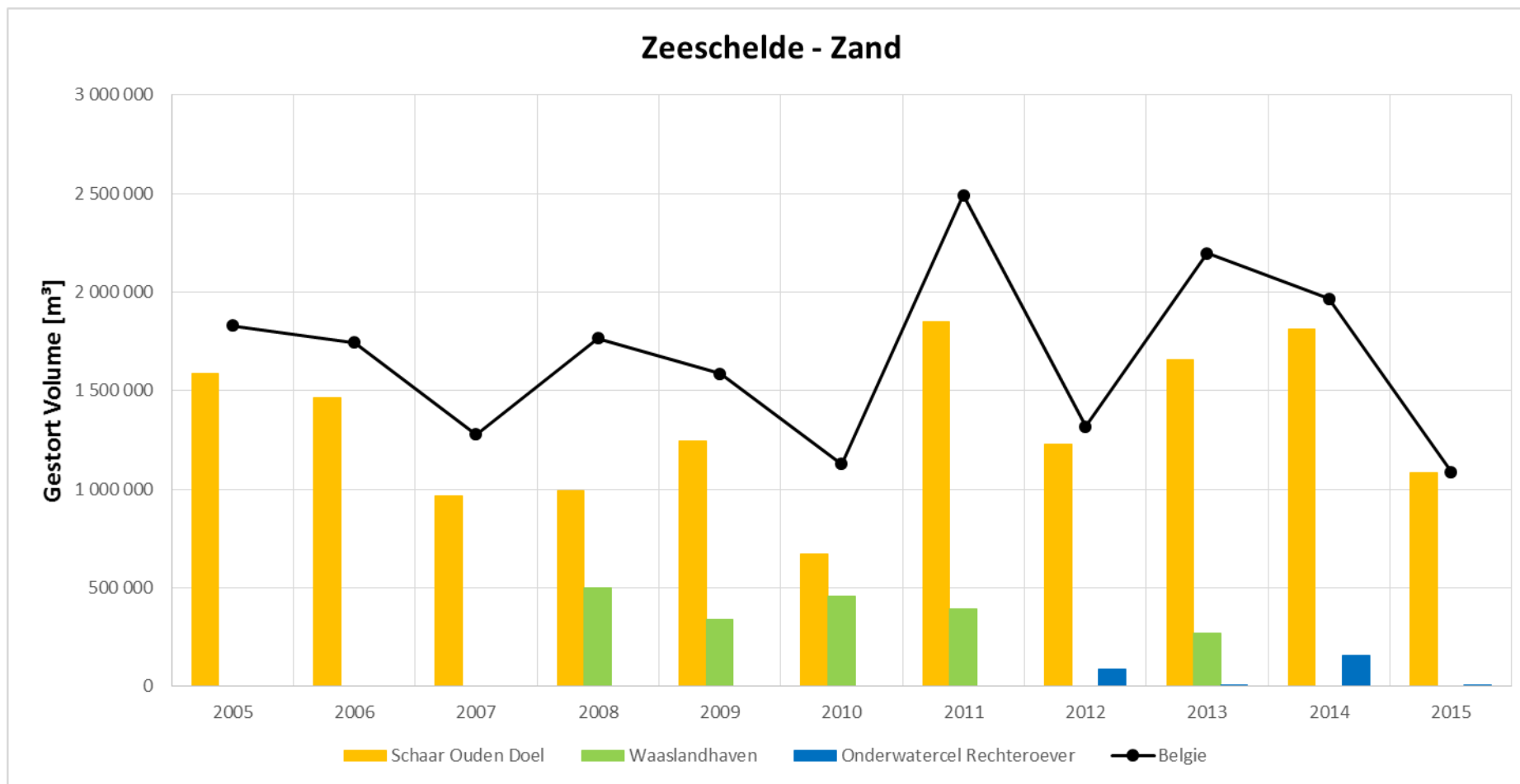
Tabel B-7: Onderhoudsbaggervolumes slib [m<sup>3</sup> in situ] op de Zeeschelde gealloceerd naar stortlocaties (Bron: Afdeling Maritieme Toegang, Vlaamse Overheid).



Figuur B-68: Onderhoudsbagger volumes slib [m³ in situ] op de Zeeschelde gealloceerd naar de belangrijkste (in volume) stortlocaties (Bron: Afdeling Maritieme Toegang, Vlaamse Overheid).

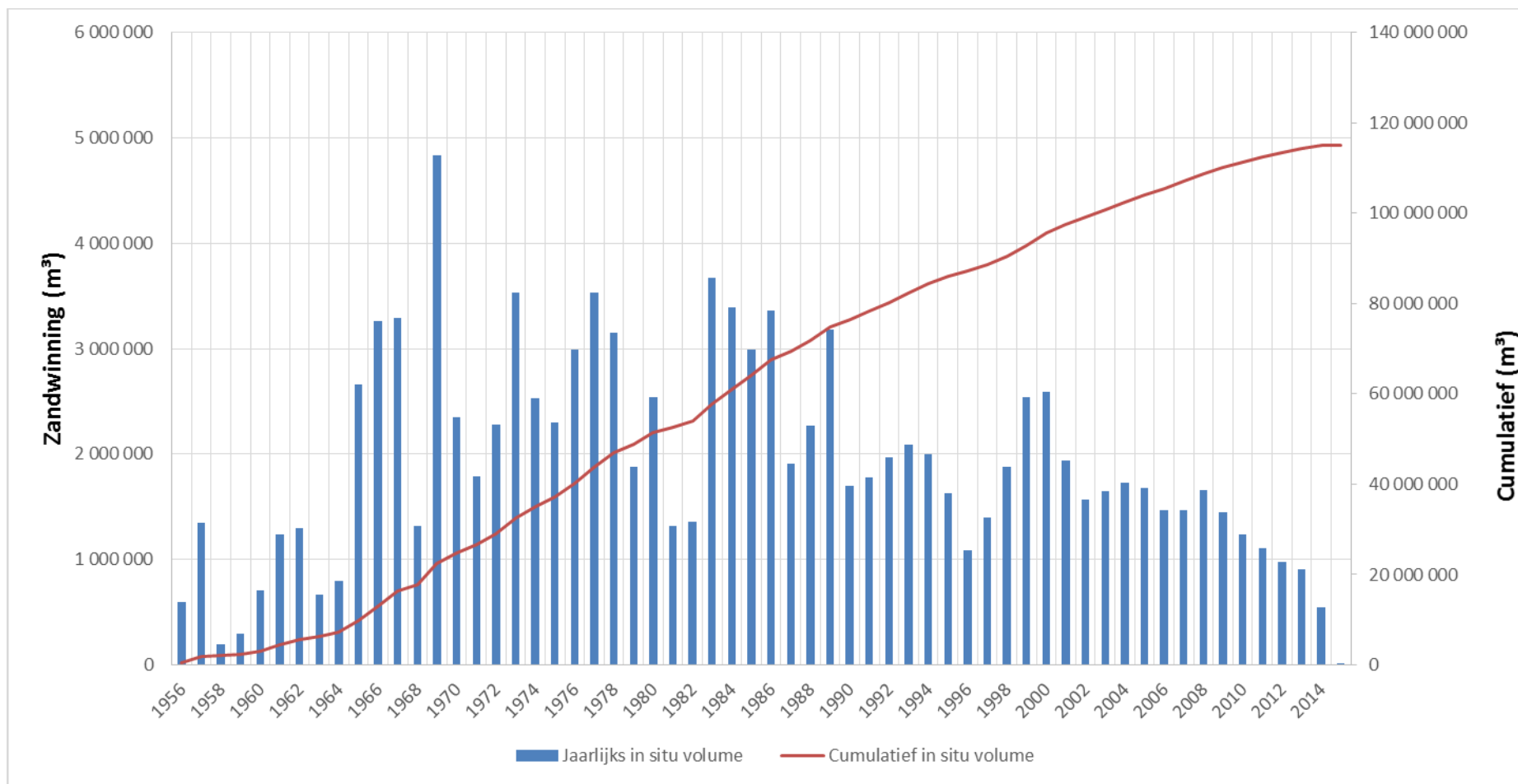
| Locatie                    | 2005         | 2006         | 2007         | 2008         | 2009         | 2010         | 2011         | 2012         | 2013         | 2014         | 2015         |
|----------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Totaal België              | 1 830<br>914 | 1 742<br>892 | 1 276<br>492 | 1 765<br>229 | 1 586<br>737 | 1 128<br>671 | 2 492<br>253 | 1 318<br>633 | 2 197<br>578 | 1 967<br>612 | 1 086<br>393 |
| Ballastplaat               | 62 855       | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            |              |              |              | 0            |
| Deurganckdok               | 0            | 263 483      | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            |              |              |              | 0            |
| Drempel van Frederik       | 164 353      | 14 269       | 40 612       | 0            | 0            | 0            | 0            |              |              |              | 0            |
| Haven Rechteroever         | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            | 138 404      |              |              |              | 0            |
| Onderwatercel Rechteroever | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            | 88 359       | 761          | 156 740      | 4 927        |
| Oosterweel                 | 7 125        | 0            | 0            | 0            | 1 440        | 0            | 0            |              |              |              | 0            |
| Plaat van Boomke           | 10 791       | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            |              |              |              | 0            |
| Plaat van De Parel         | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            |              |              |              | 0            |
| Plaat van Lillo            | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            |              |              |              | 0            |
| Prosperpolder              | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            | 112 734      |              | 266 239      |              | 0            |
| Punt van Melsele           | 0            | 0            | 0            | 0            | 2 496        | 0            | 0            |              |              |              | 0            |
| Schaar Ouden Doel          | 1 585<br>790 | 1 465<br>140 | 967 169      | 991 253      | 1 241<br>919 | 670 771      | 1 847<br>658 | 1 230<br>274 | 1 658<br>993 | 1 810<br>871 | 1 081<br>467 |
| Vlakte van Hoboken         | 0            | 0            | 268 712      | 271 961      | 0            | 0            | 0            |              |              |              | 0            |
| Waaslandhaven              | 0            | 0            | 0            | 502 016      | 340 881      | 457 900      | 393 456      |              | 271 585      |              | 0            |

Tabel B-8: Onderhoudsbaggevolumes zand [ $m^3$  in situ] op de Zeeschelde gealloceerd naar stortlocaties (Bron: Afdeling Maritieme Toegang, Vlaamse Overheid).

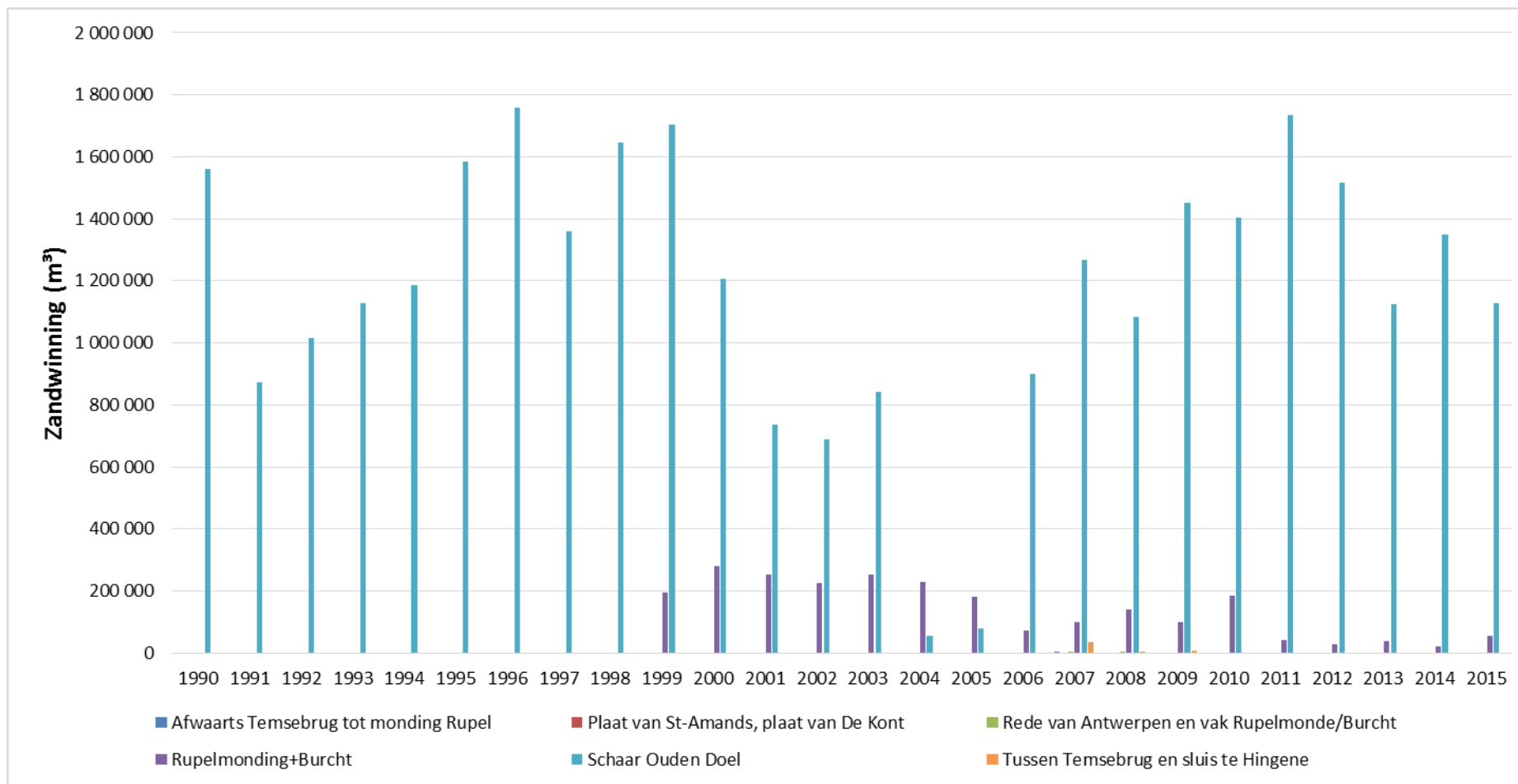


Figuur B-69: Onderhoudsbagger volumes zand [m³ in situ] op de Zeeschelde gealloceerd naar de belangrijkste (in volume) stortlocaties (Bron: Afdeling Maritieme Toegang, Vlaamse Overheid).

## Bijlage B.11 Zandwinning



Figuur B-70: Zandwinning [m³ in situ] in de Westerschelde sinds 1956 (Bron: Rijkswaterstaat).

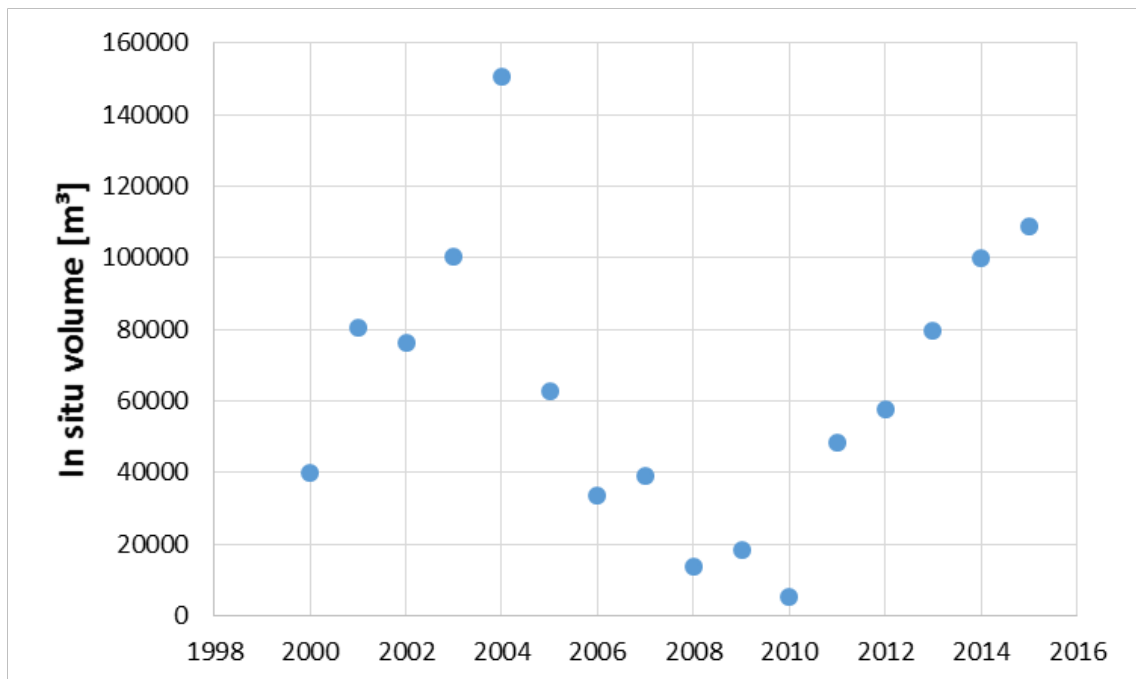


Figuur B-71: Zandwinning [m³ in situ] in de Zeeschelde sinds 1990 (Bron: Afdeling Maritieme Toegang en Waterwegen & Zeekanaal, Vlaamse Overheid).

## Bijlage B.12 Zandwinning Boven-Zeeschelde

| Jaar | Totaal in situ volume [m <sup>3</sup> ] |
|------|---|
| 2000 | 39874                                   |
| 2001 | 80632                                   |
| 2002 | 76147                                   |
| 2003 | 100162                                  |
| 2004 | 150584                                  |
| 2005 | 62769                                   |
| 2006 | 33741                                   |
| 2007 | 39109                                   |
| 2008 | 13760                                   |
| 2009 | 18291                                   |
| 2010 | 5235                                    |
| 2011 | 48233                                   |
| 2012 | 57504                                   |
| 2013 | 79397                                   |
| 2014 | 99733                                   |
| 2015 | 108638                                  |

Tabel B-9: Zandwinning [m<sup>3</sup> in situ] op de Boven-Zeeschelde (Bron: Waterwegen en Zeekanaal nv).



Figuur B-72: Zandwinning [m<sup>3</sup> in situ] op de Boven-Zeeschelde (Bron: Waterwegen en Zeekanaal nv).

## Bijlage B.13 Sedimentextractie Boven-Zeeschelde

| Zone: | Temse-Wintam | Durme   | Plaat Sint-Amands | Vlassenbroek | Opwaarts veer Appels-Berlare | Plaat Bocht Uitbergen | Tij-arm Gentbrugge-Melle |
|-------|--------------|---------|-------------------|--------------|------------------------------|-----------------------|--------------------------|
| OMES: | 14           | Durme   | 15                | 16           | 17                           | 18                    | 19_trGM                  |
| 2011  | 0            | 58 995  | 0                 | 0            | 0                            | 0                     | 0                        |
| 2012  | 0            | 257 982 | 0                 | 0            | 0                            | 0                     | 36 219                   |
| 2013  | 284 485      | 407 399 | 0                 | 0            | 0                            | 0                     | 131 255                  |
| 2014  | 0            | 439 367 | 6 643             | 0            | 12 966                       | 24 600                | 66 723                   |
| 2015  | 0            | 212 022 | 0                 | 33 279       | 0                            | 0                     | 100 751                  |

Tabel B-10: Onderhoudsbaggerwerk (extractie) [ $m^3$  in situ] op de Boven-Zeeschelde (Bron: Waterwegen en Zeekanaal nv).

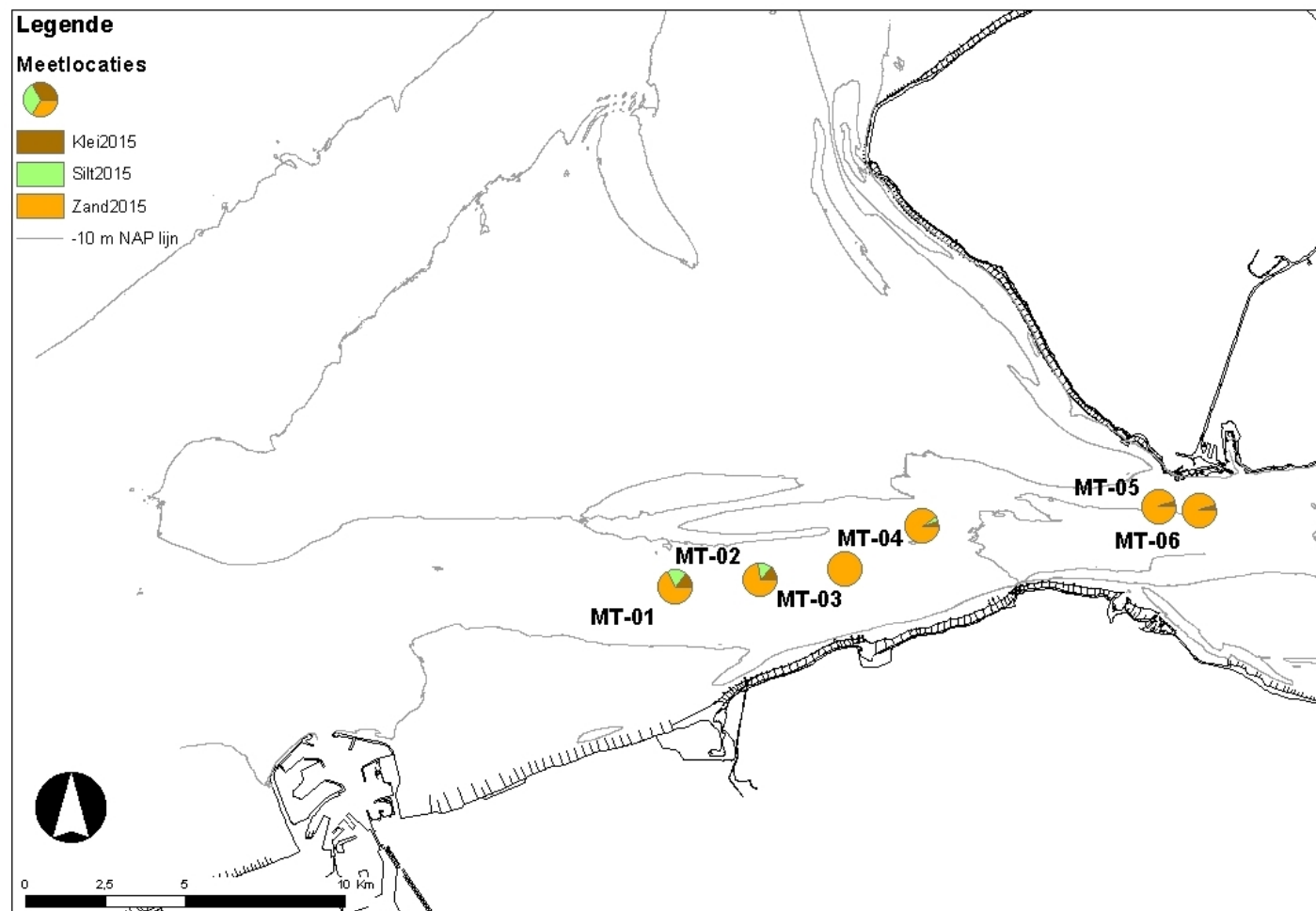


## Bijlage B.14 Slibslepen

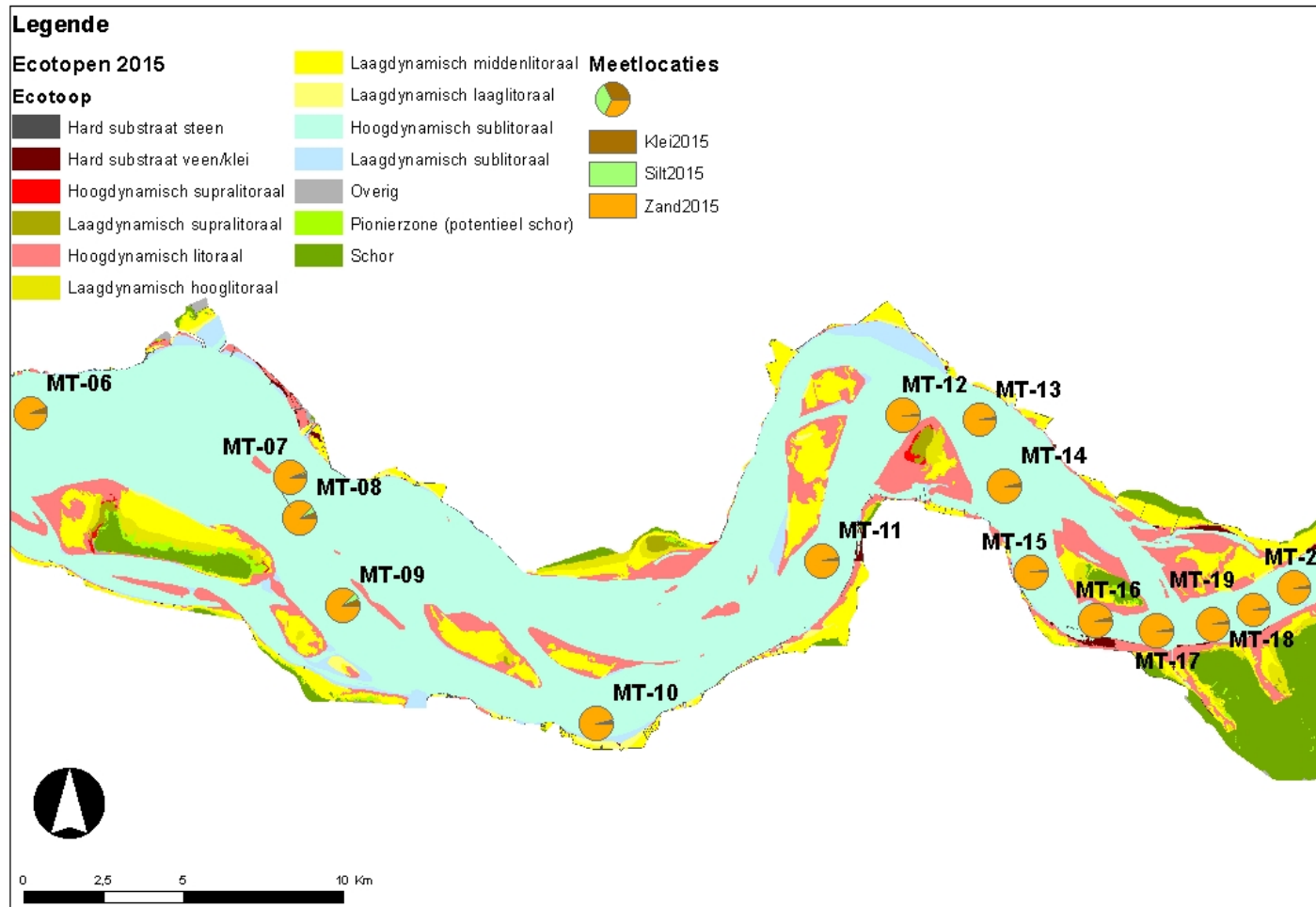
| Beneden-Zeeschelde                    | Boven-Zeeschelde   | Durme                    | Rupel                          | Beneden-Nete | Beneden-Dijle                     |
|---------------------------------------|--|--------------------------|--------------------------------|--------------|-----------------------------------|
| Doel                                  | Baasrode   | plaat Vlietbeek Tielrode | Kaai Lauwers<br>spoorbrug Boom | Duffel sluis | Mechelen<br>Benedensluis          |
| Galgenweel                            | Bazel  | traject naar de monding  | Monding Rupel                  |              | Mechelen Vrouwenvliet             |
| jachthaven linkeroever                | Dendermonde afwaarts<br>Tijsluis                           | uitwateringssluizen      | Scheepswerf<br>Vennekes        |              | Mechelen Zennegat                 |
| Jachthaven Schelde L.O.               | KBR  | veersteigers             | Steiger Boom                   |              | Mechelen Zennegat                 |
| Lillo                                 | Ondiepte opwaarts veer<br>Appels-Berlare<br>(rechteroever) |                          |                                |              | Zandbank oprit<br>Zandvoortstraat |
| Noordkasteel RO                       | Plaat bocht Uitbergen                                      |                          |                                |              |                                   |
| Prosperpolder                         | plaat Sint-Amands  |                          |                                |              |                                   |
| staatsteiger linkeroever<br>Antwerpen | Schouselbroek Temse  |                          |                                |              |                                   |
| Zeesluis Wintam                       | Sluis Dendermonde  |                          |                                |              |                                   |
|                                       | uitwateringen Naillenbroek<br>en de Kil De Blende          |                          |                                |              |                                   |
|                                       | Uitwateringen Naillenbroek<br>en Kil De Blende             |                          |                                |              |                                   |
|                                       | veerdienst Hemiksem  |                          |                                |              |                                   |
|                                       | Vlassenbroek (afwaarts<br>bocht De Kramp)                  |                          |                                |              |                                   |

Tabel B-11: Locaties waar er geslibsleept wordt (Bron: Waterwegen en Zeekanaal nv).

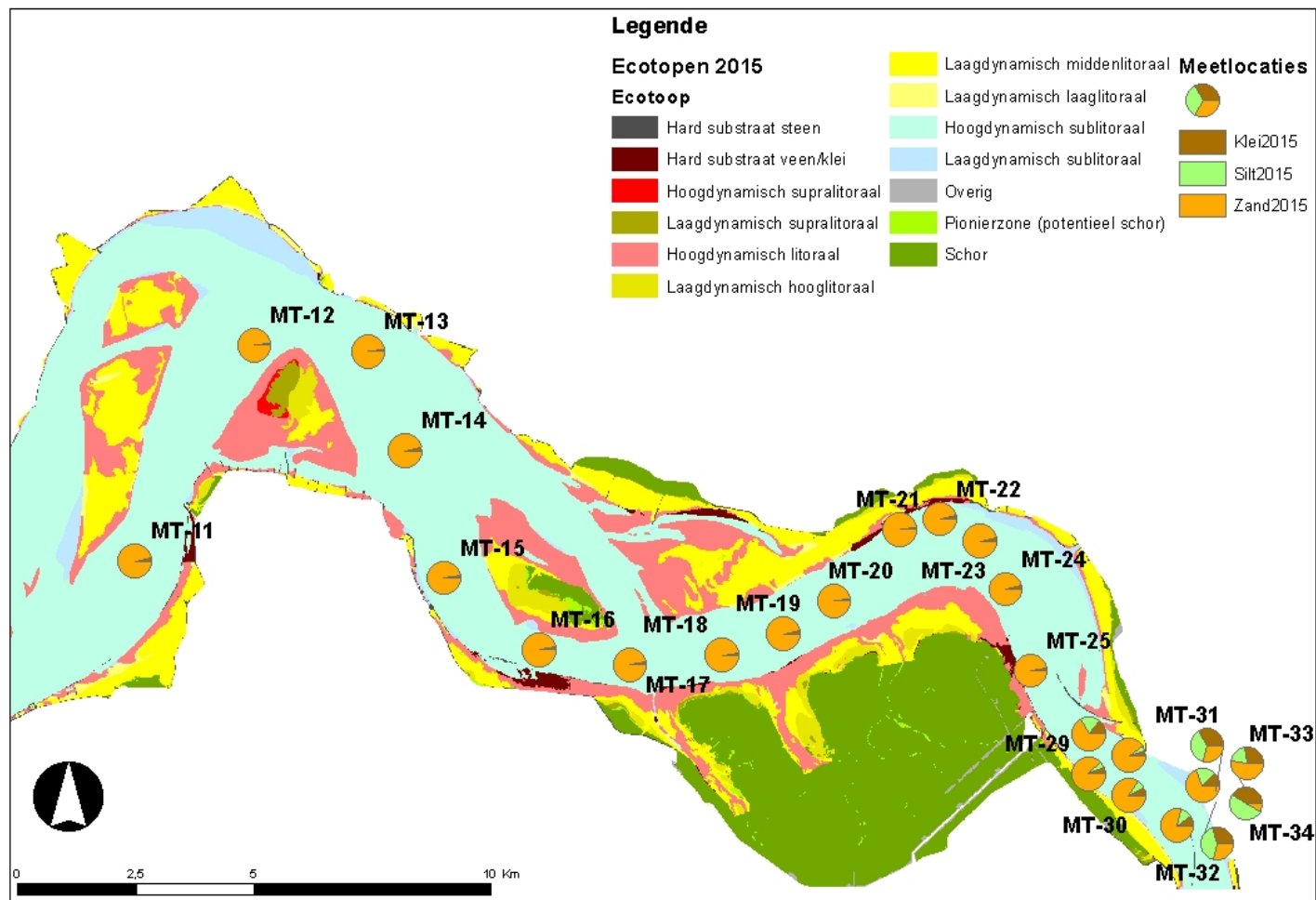
## Bijlage B.15 Locatie Staalnames VMM



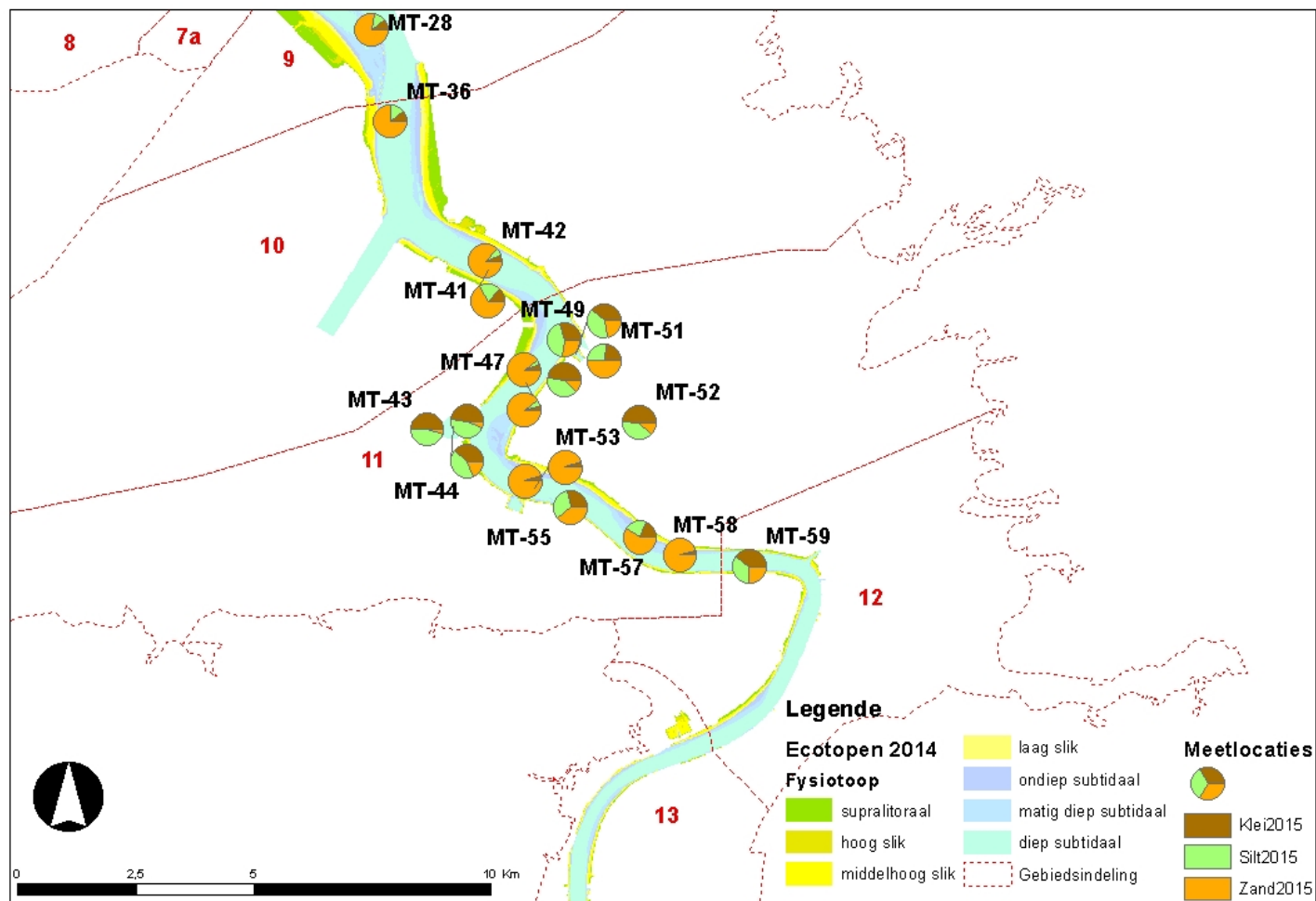
Figuur B-73: Locatie sedimentstaalnames in de monding met aanduiding van de -10 m NAP lijn (bathymetrie 2014).



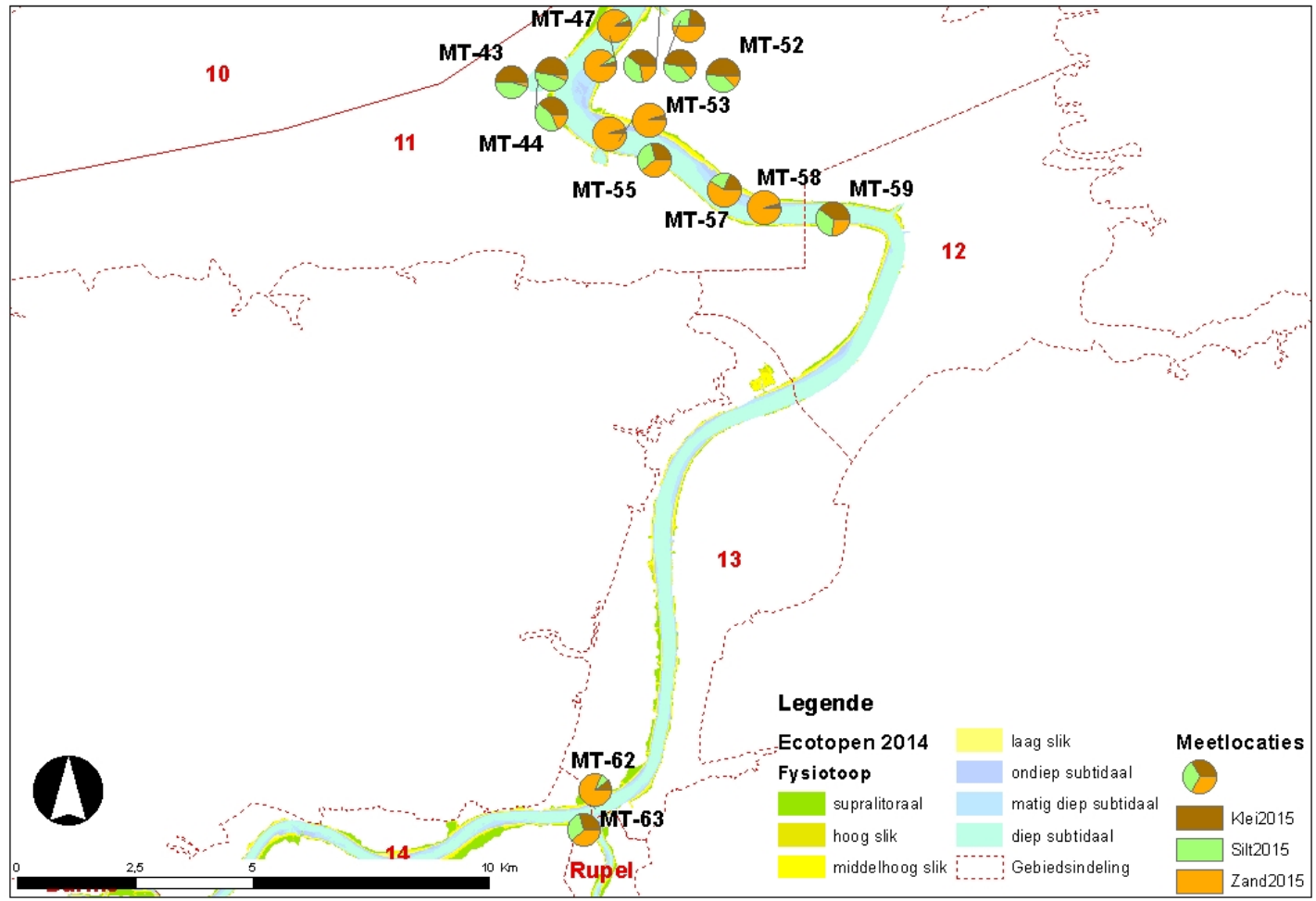
Figuur B-74: Locatie sedimentstaalnames in de Westerschelde (westelijk deel) met aanduiding van de ecotopen (Ecotopenkaart Westerschelde 2015).



Figuur B-75: Locatie sedimentstaalnames in de Westerschelde (oostelijk deel) met aanduiding van de ecotopen (Ecotopenkaart Westerschelde 2015).

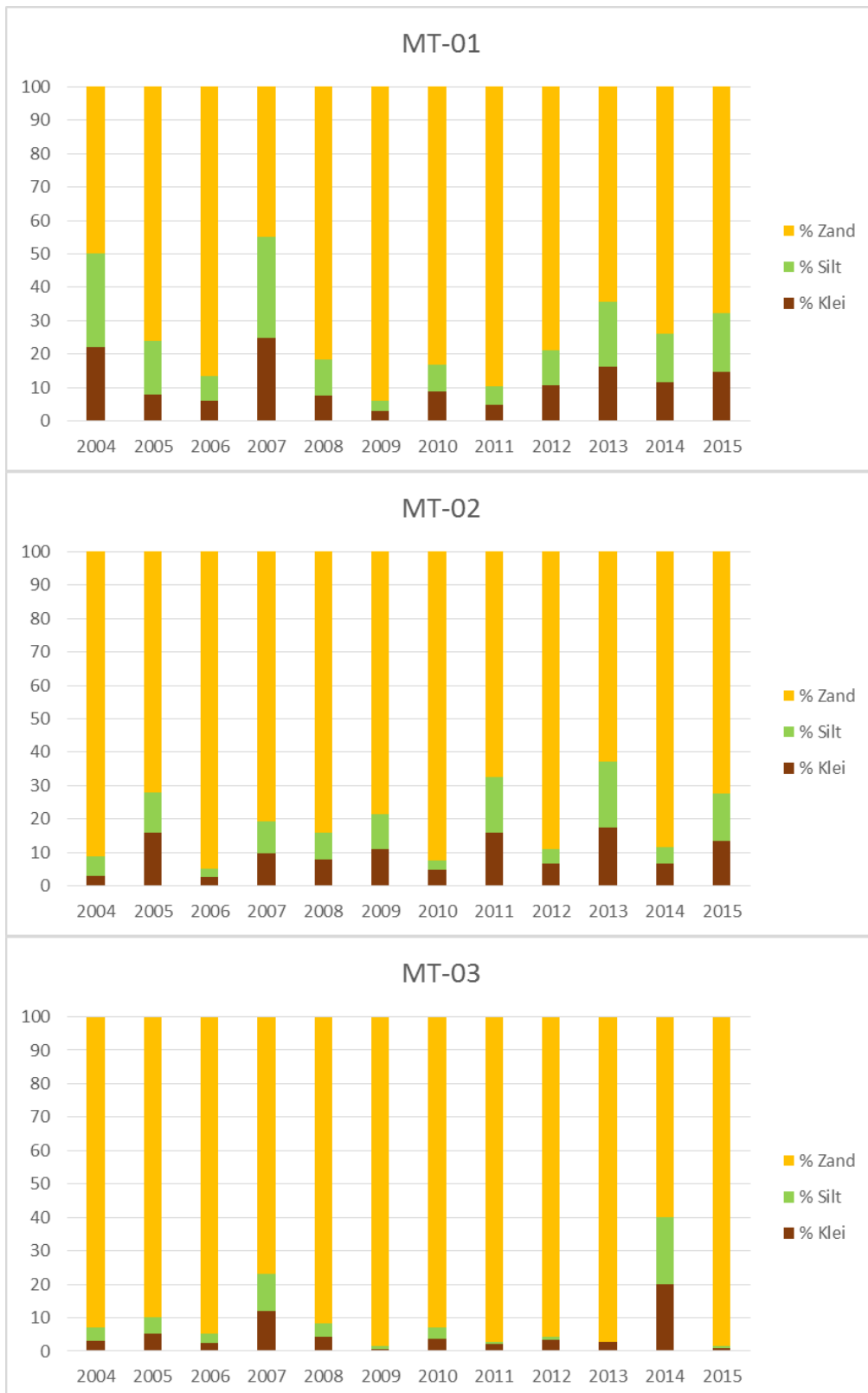


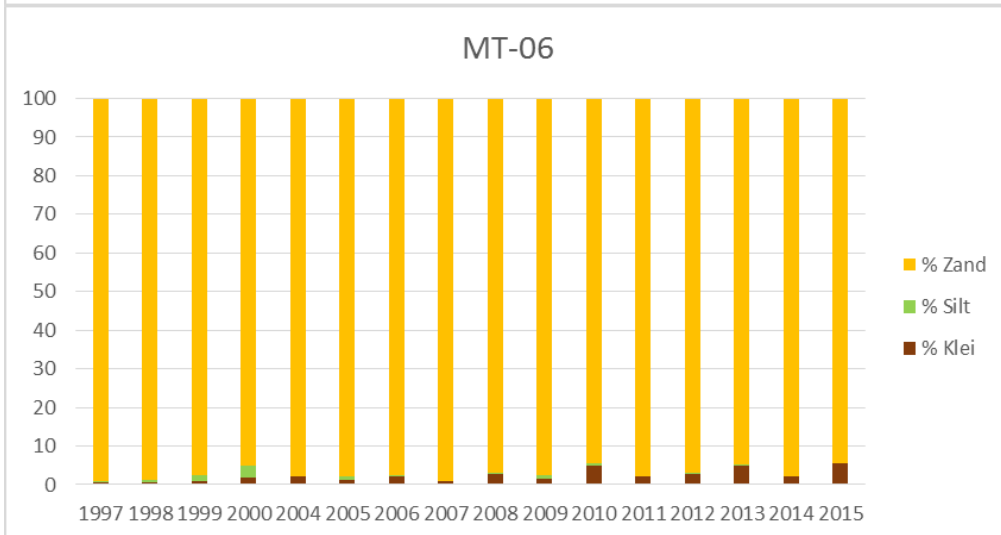
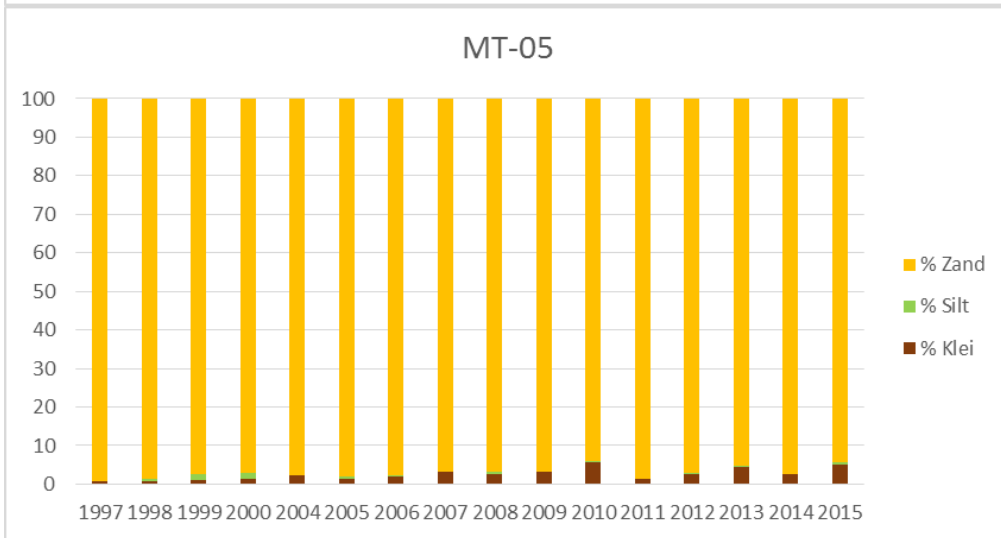
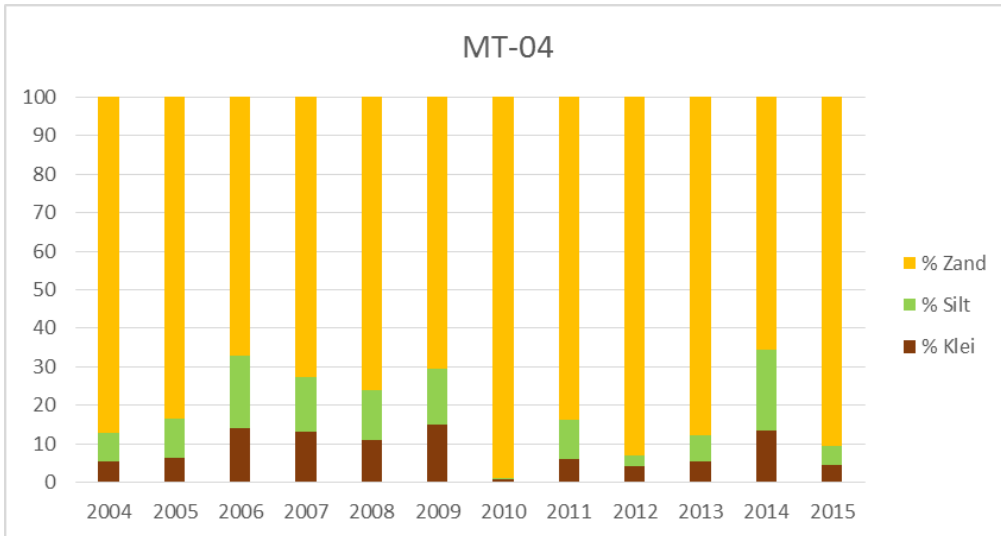
Figuur B-76: Locatie sedimentstaalnames in de Beneden-Zeeschelde (noordelijk deel) met aanduiding van de fysiotoepen (Ecotopenkaart Beneden-Zeeschelde 2014) en OMES-segumenten.



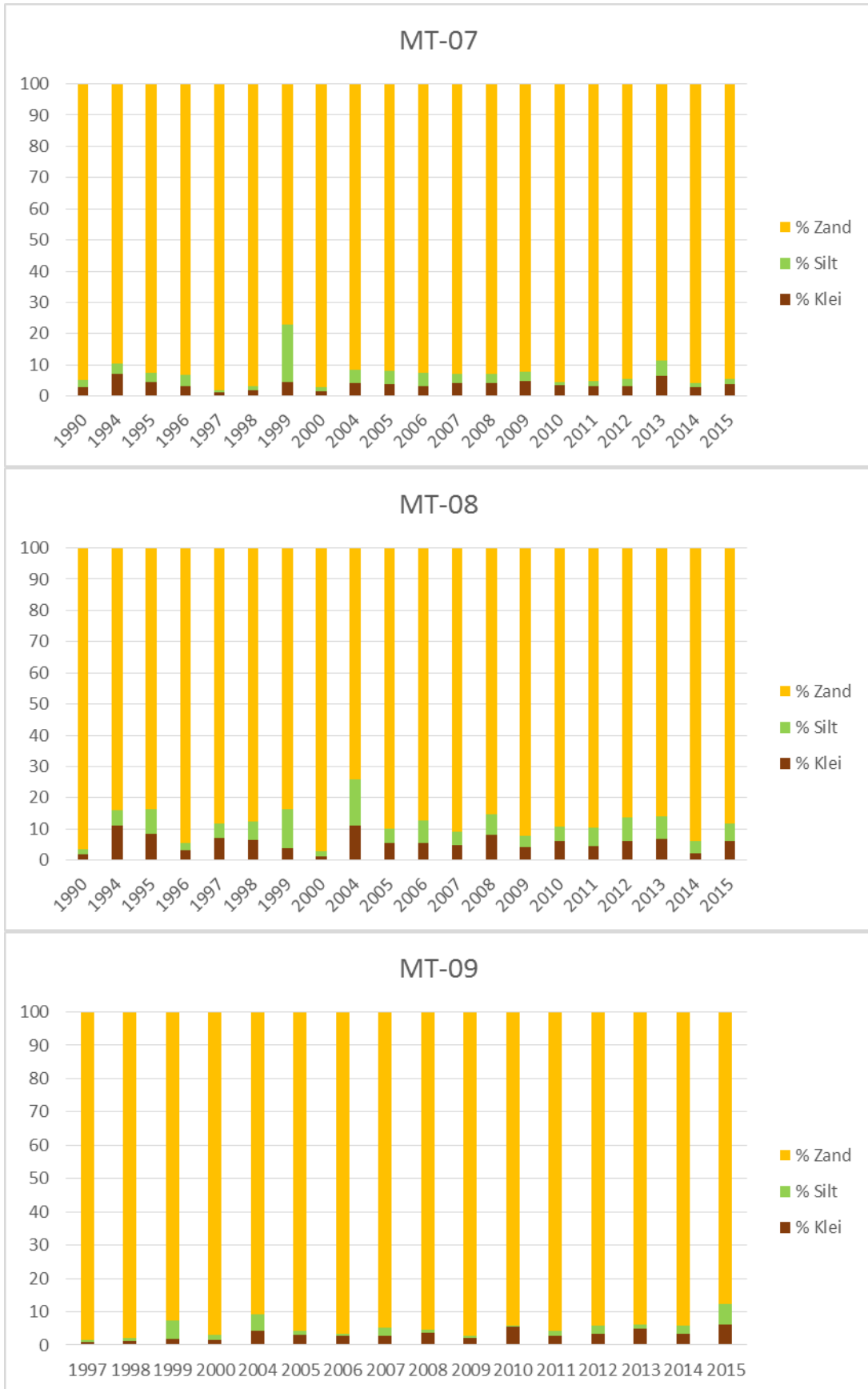
Figuur B-77: Locatie sedimentstaalnames in de Beneden- en Boven-Zeeschelde met aanduiding van de fysiotopen (Ecotopenkaart Beneden-Zeeschelde 2014; Ecotopenkaart Boven-Zeeschelde 2013) en OMES-segmenten.

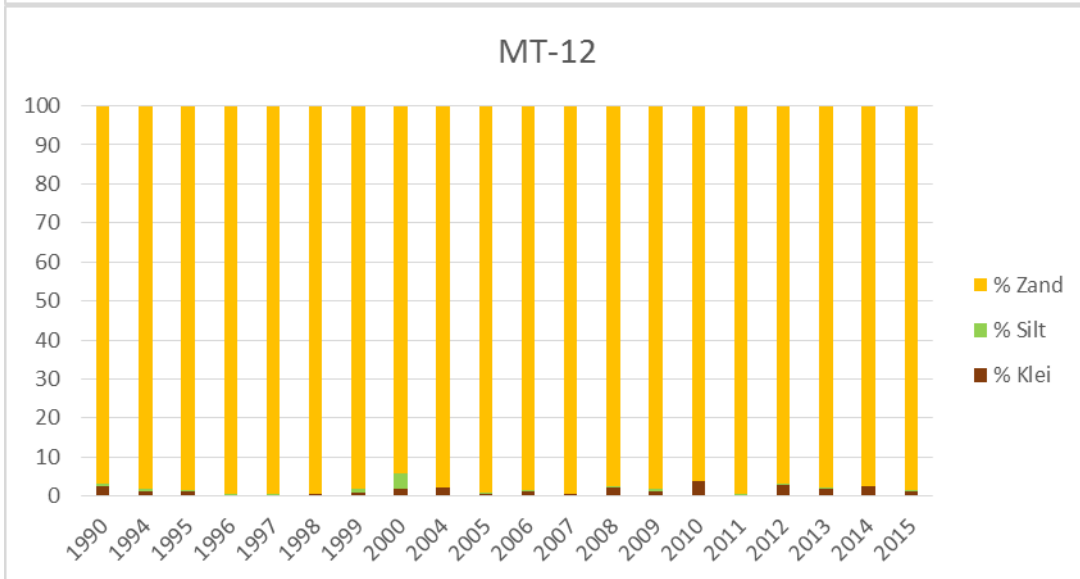
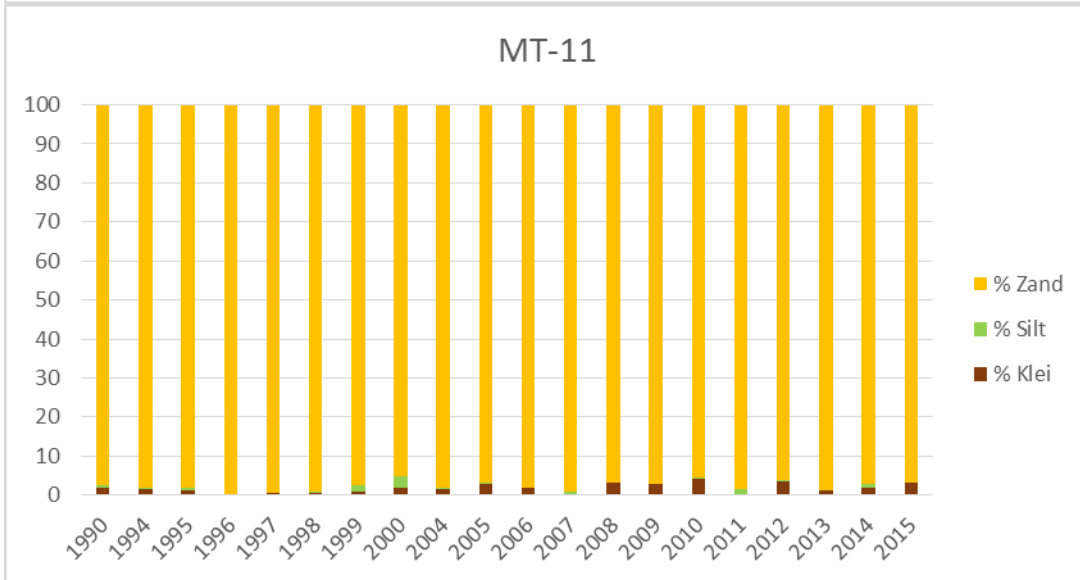
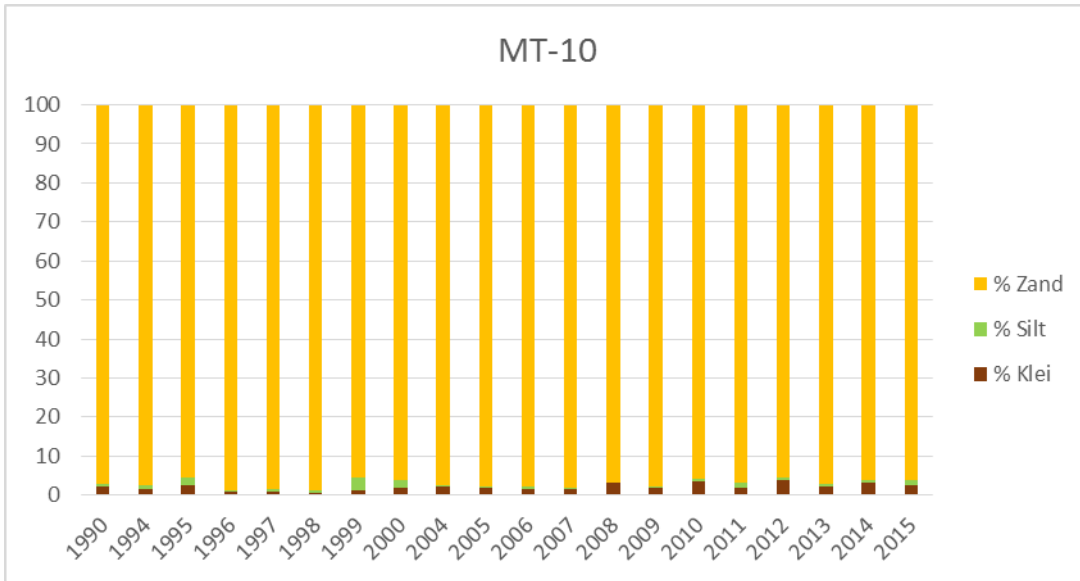
## Bijlage B.16 Evolutie Sedimenteigenschappen

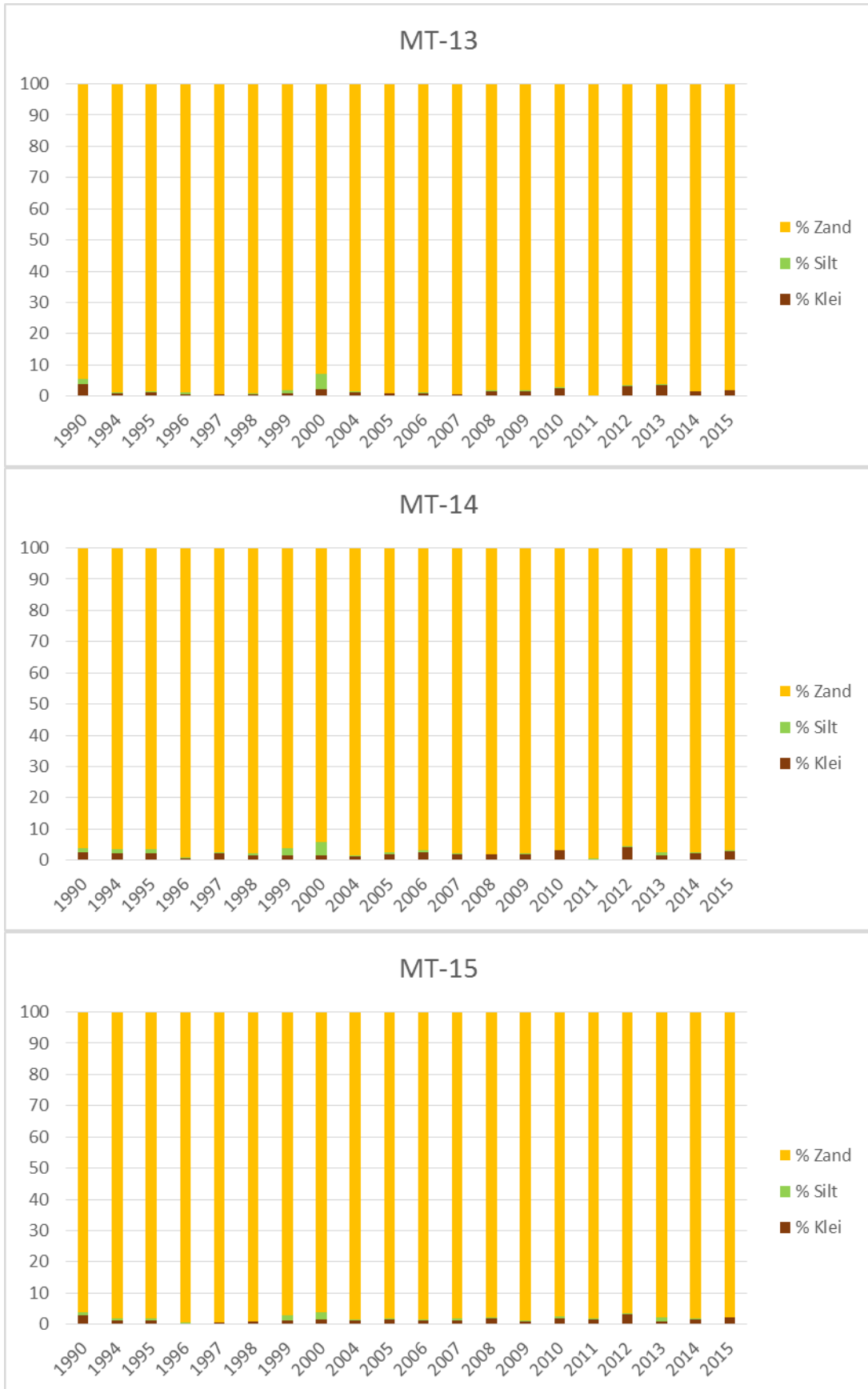


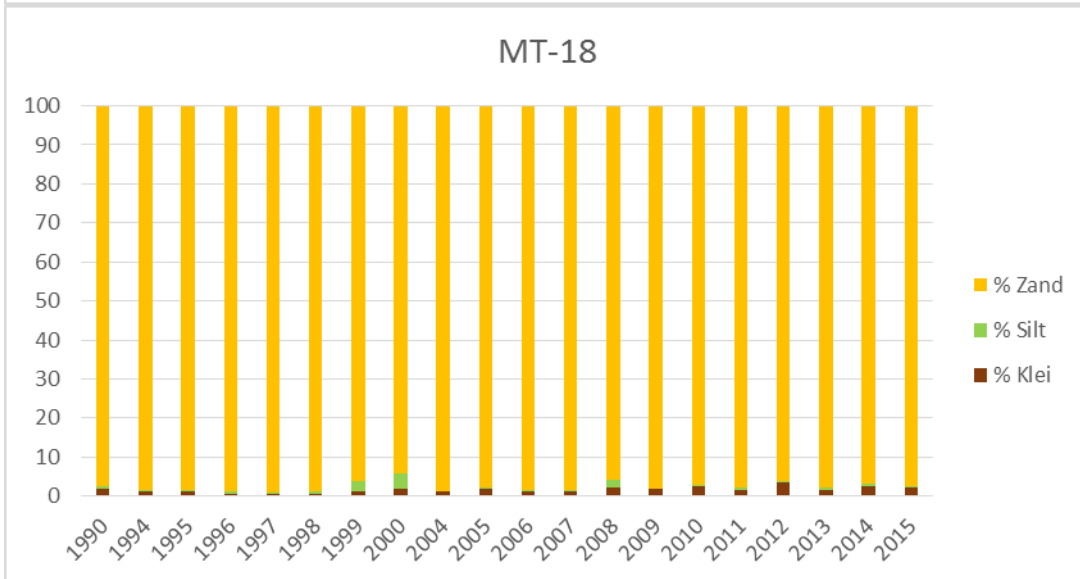
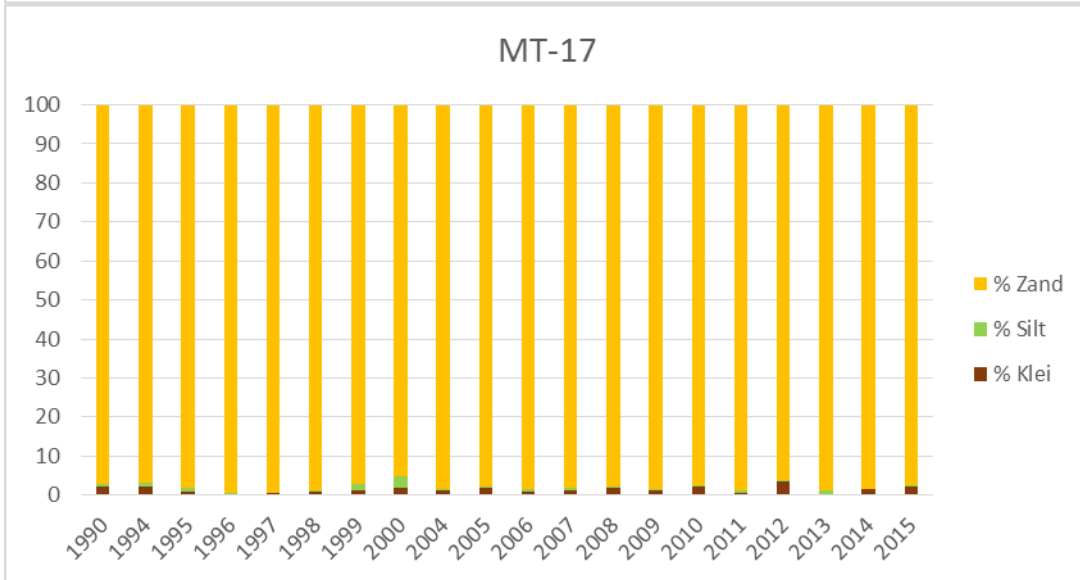
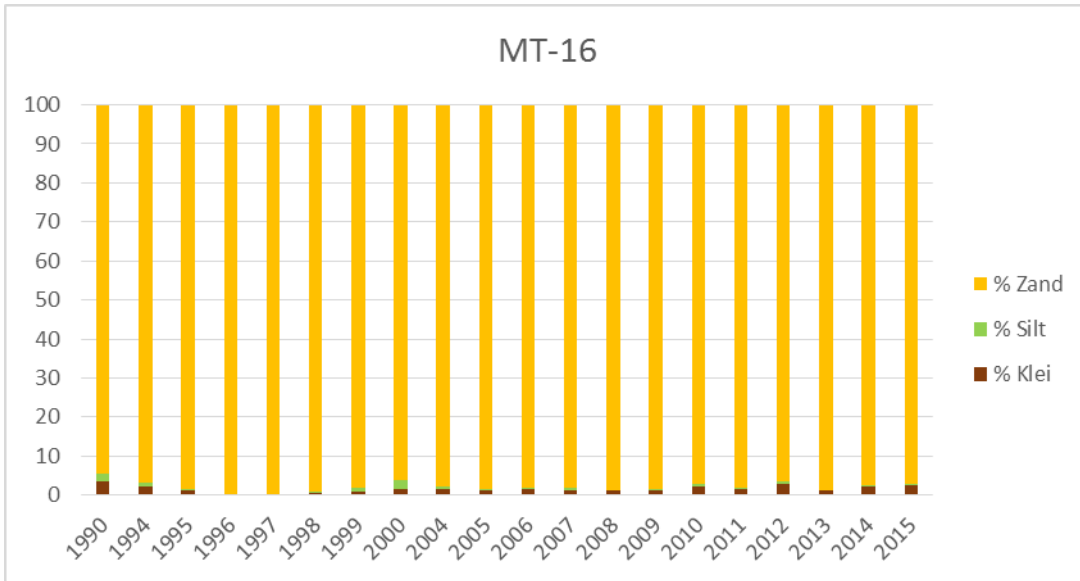


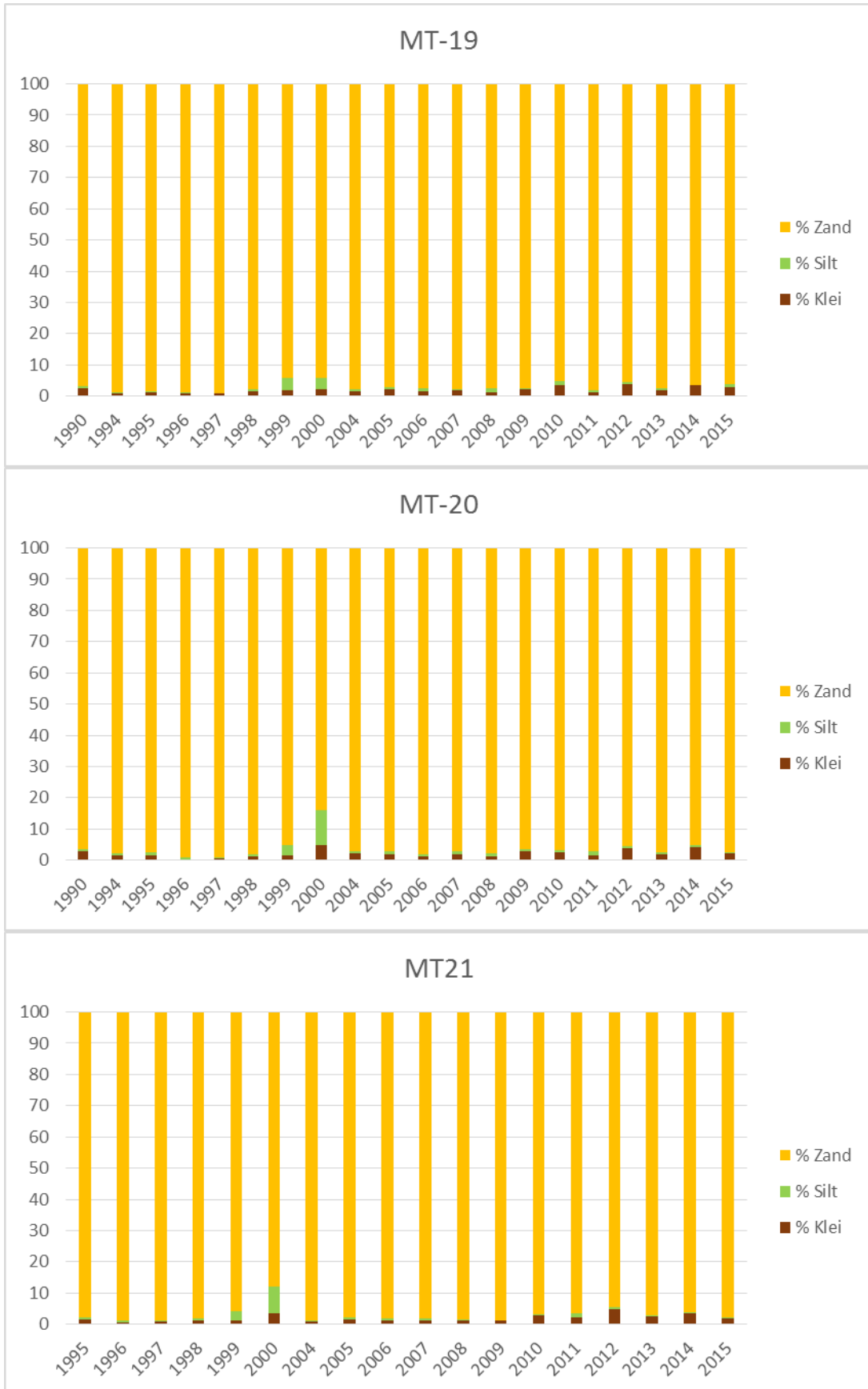


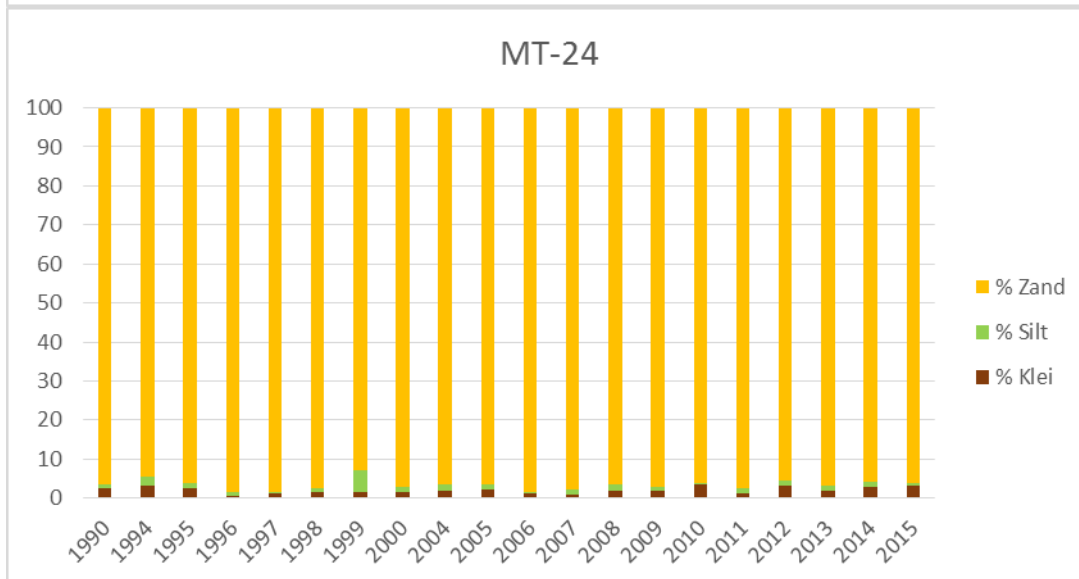
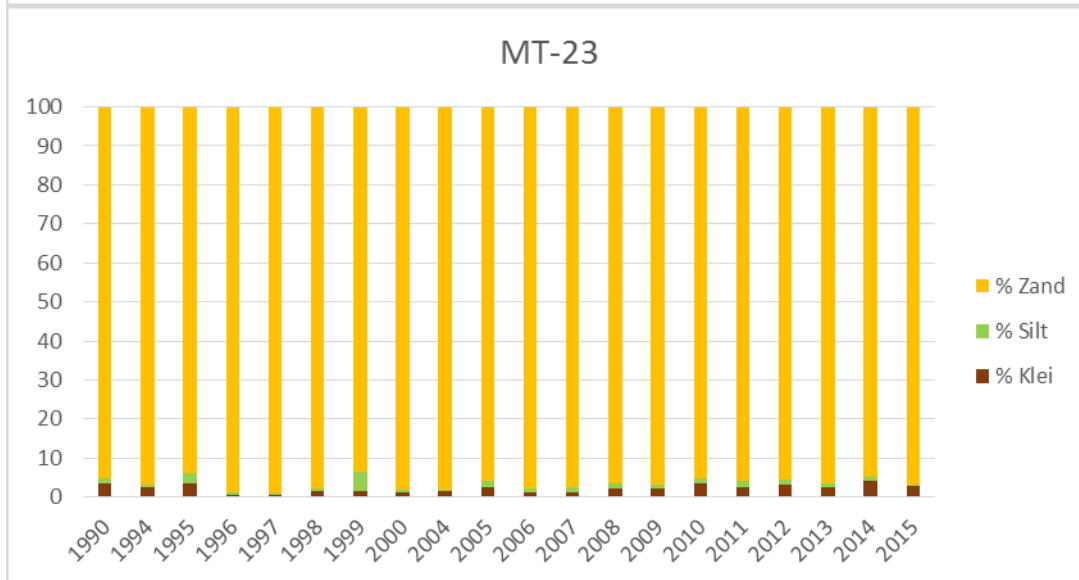
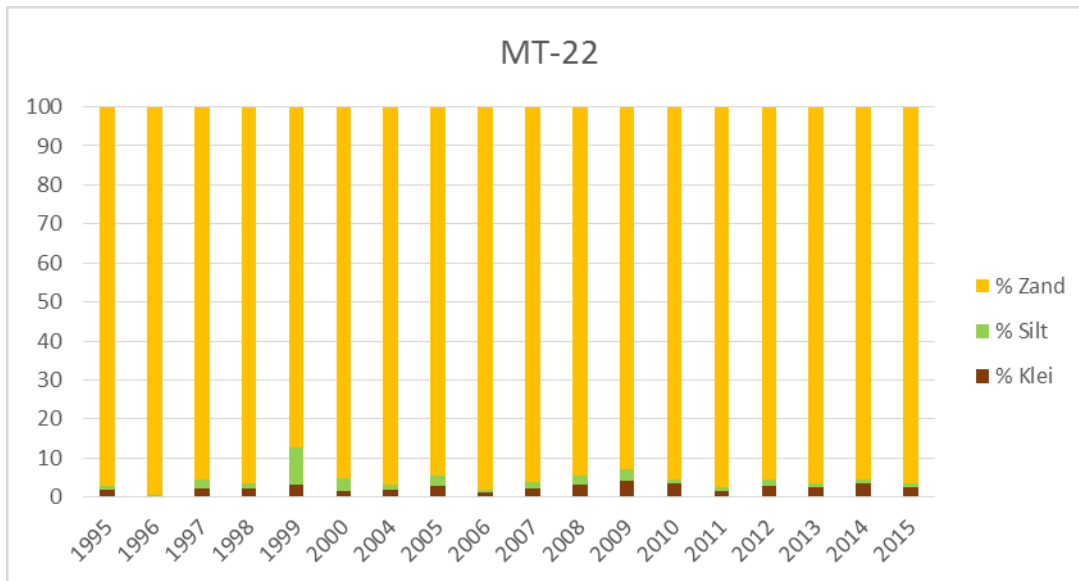


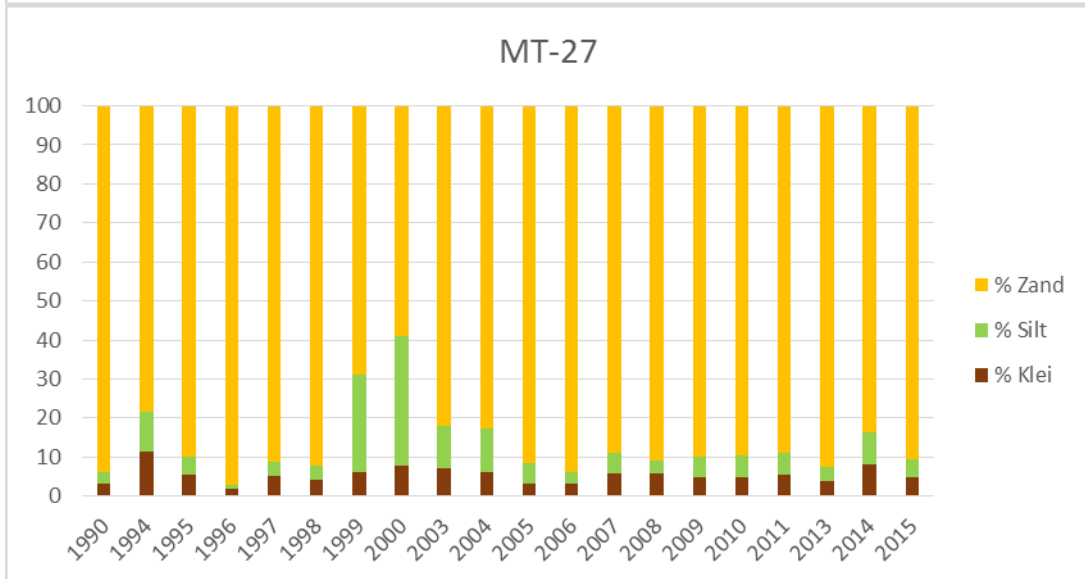
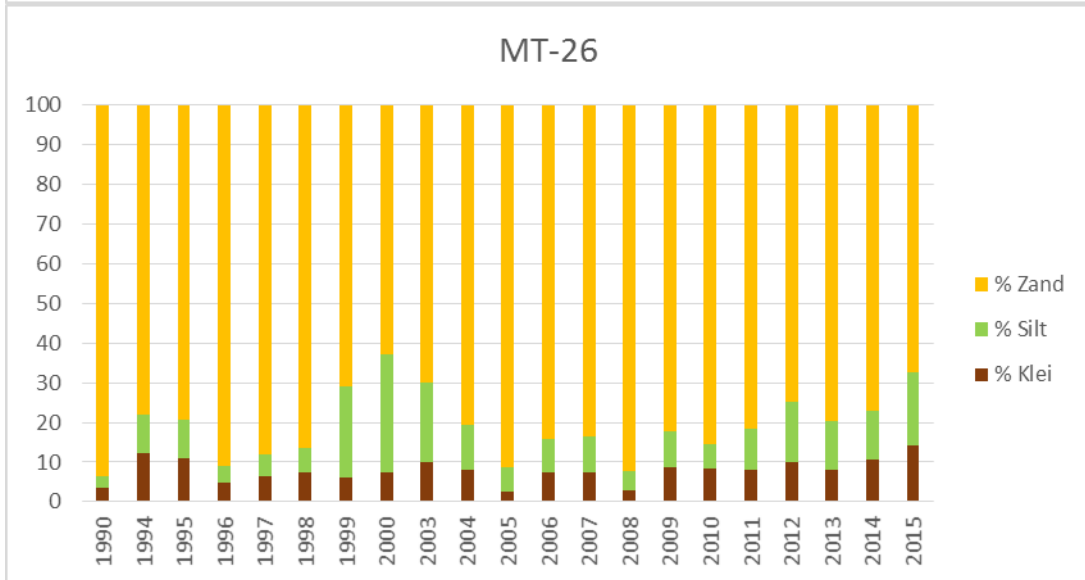
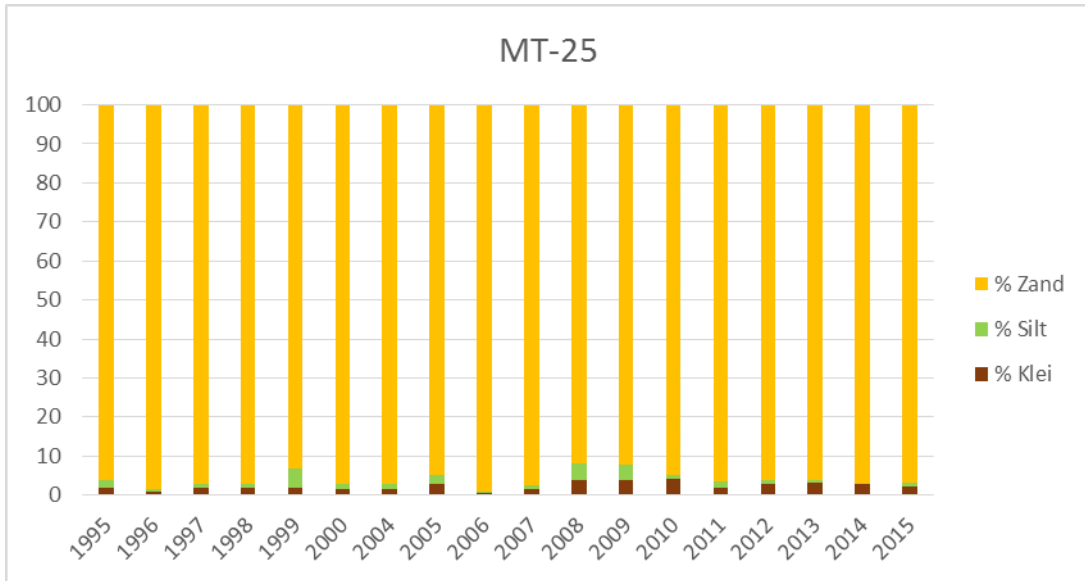


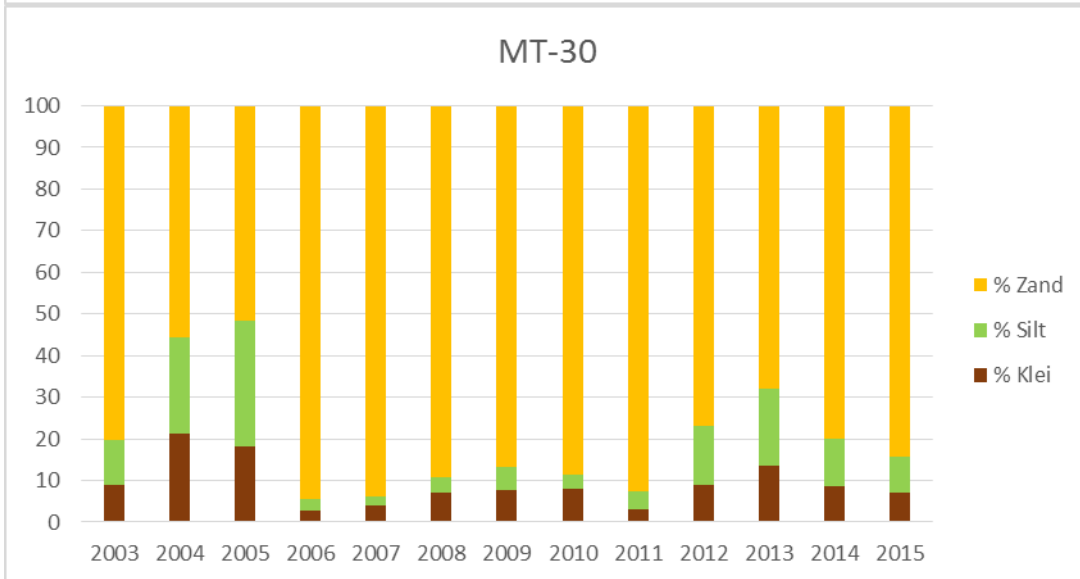
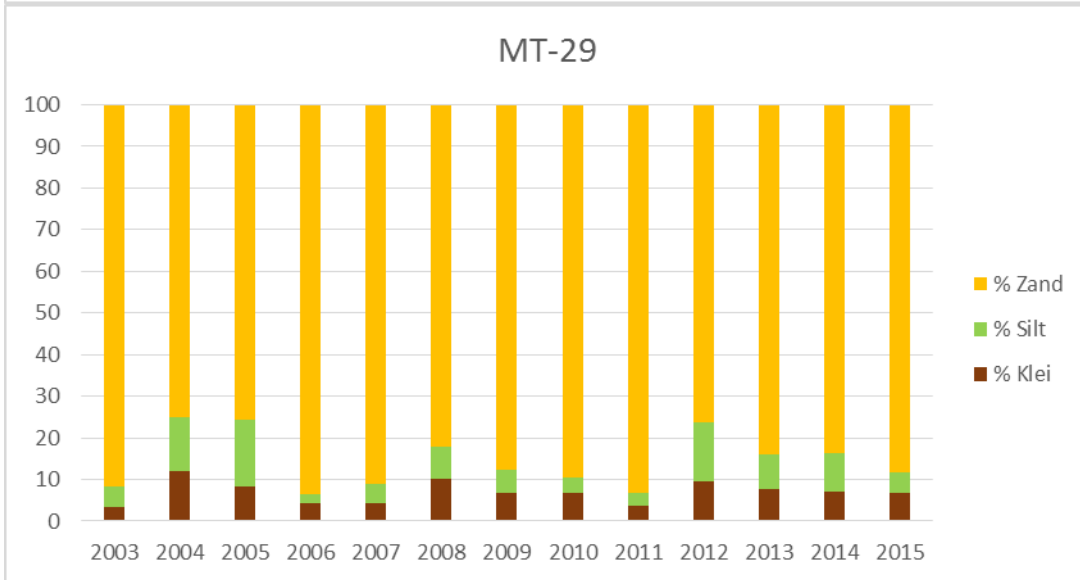
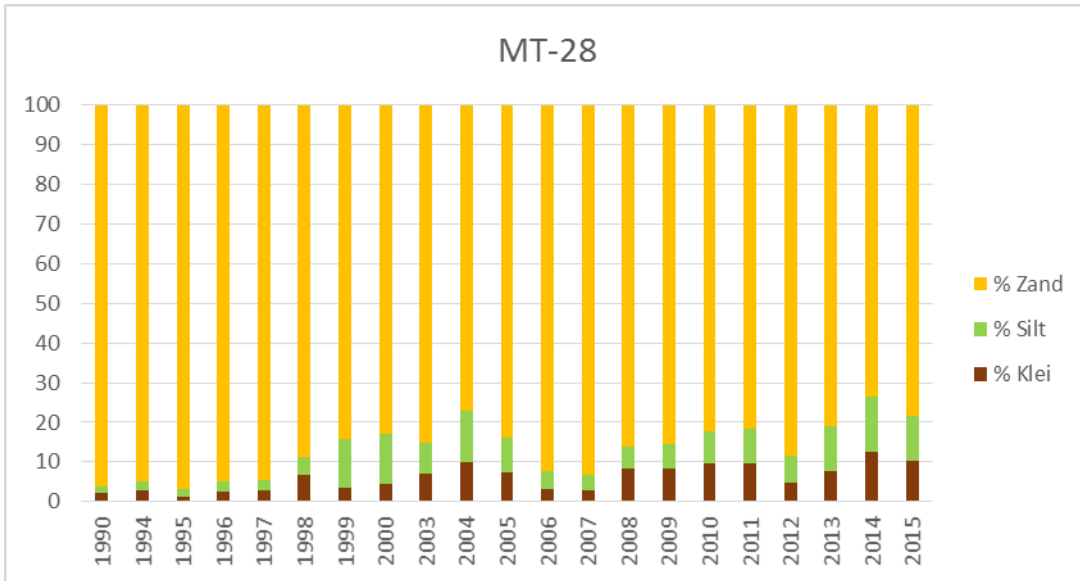




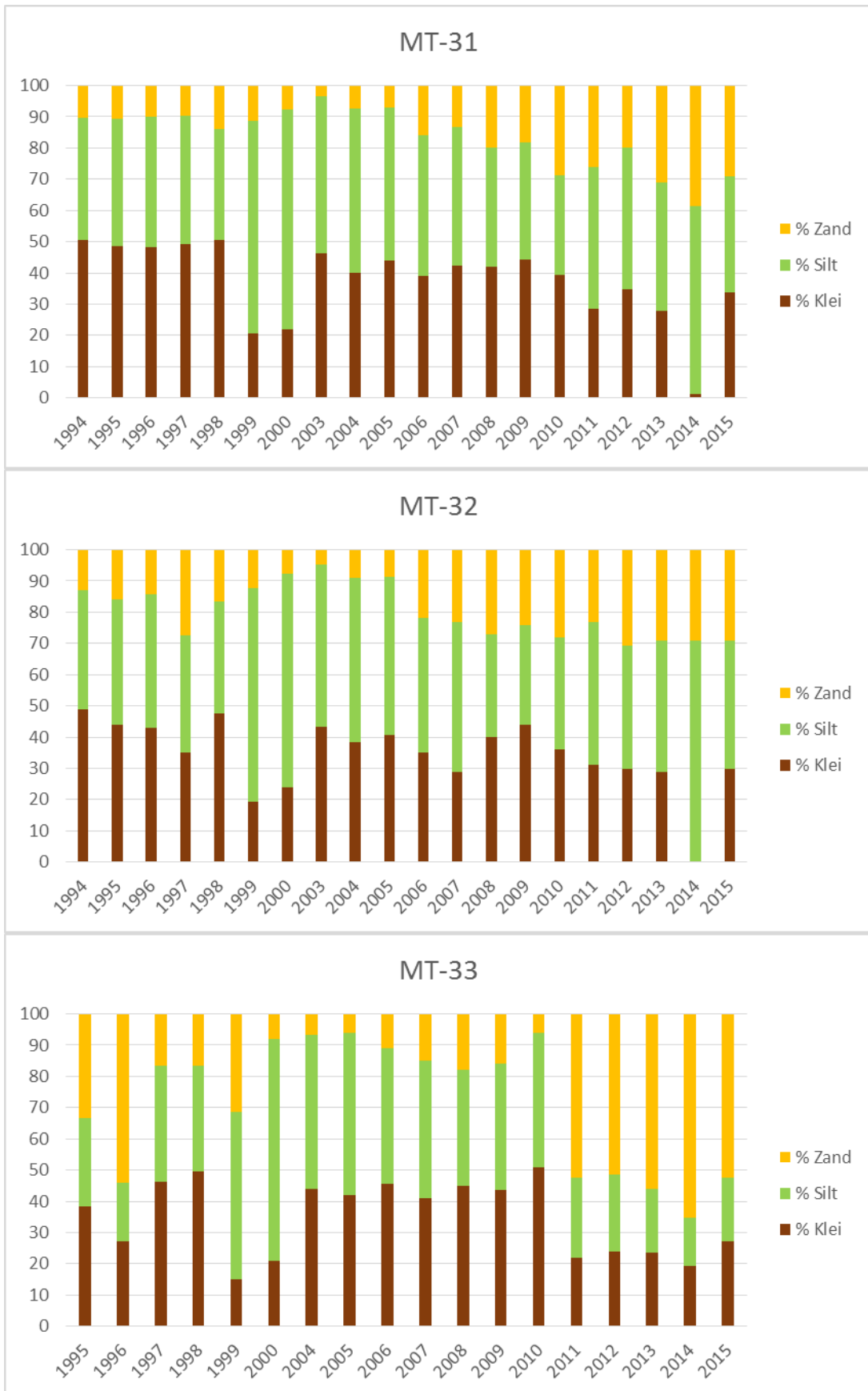


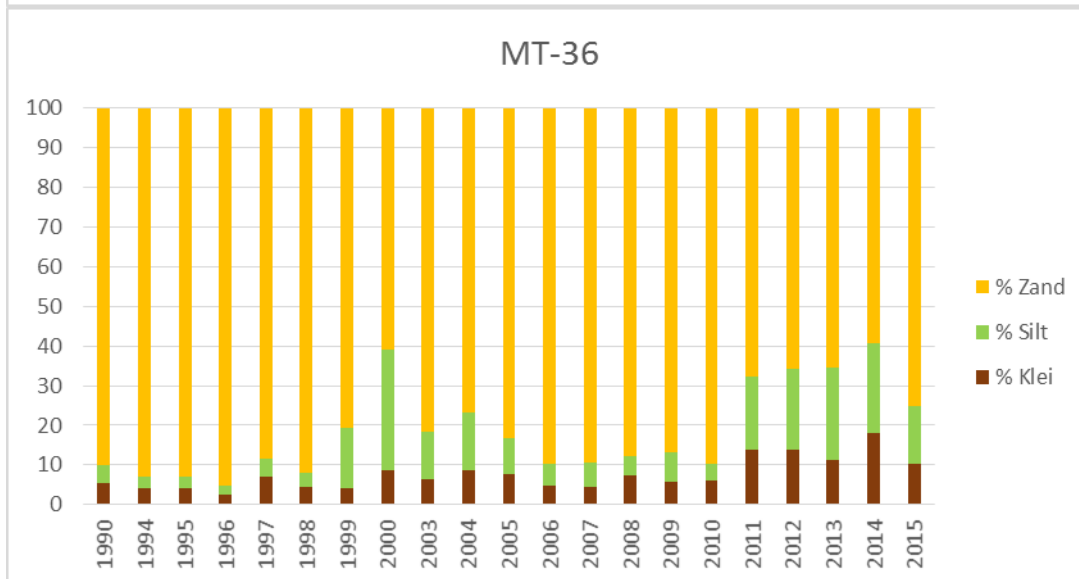
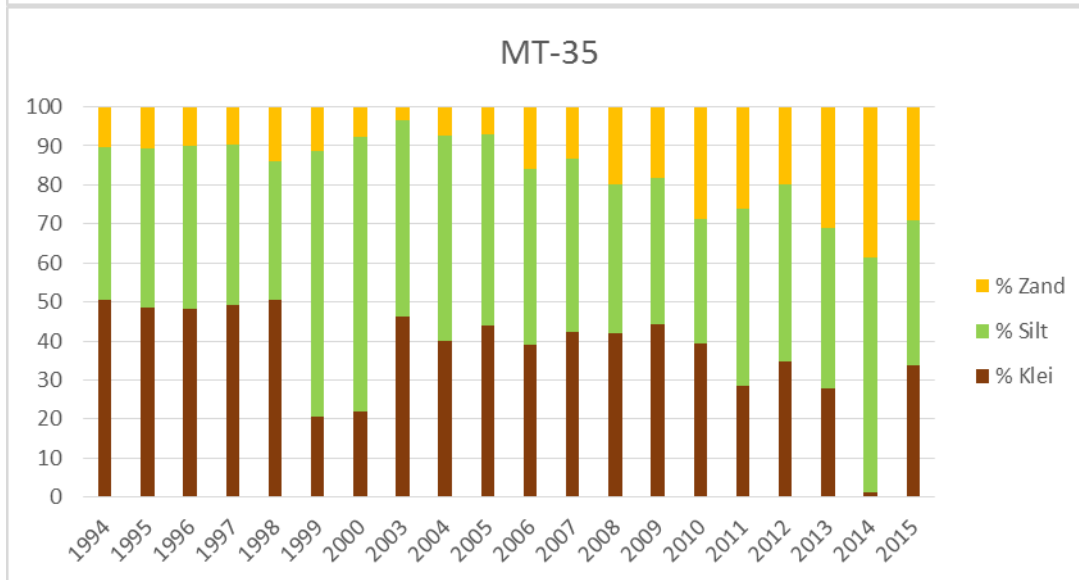
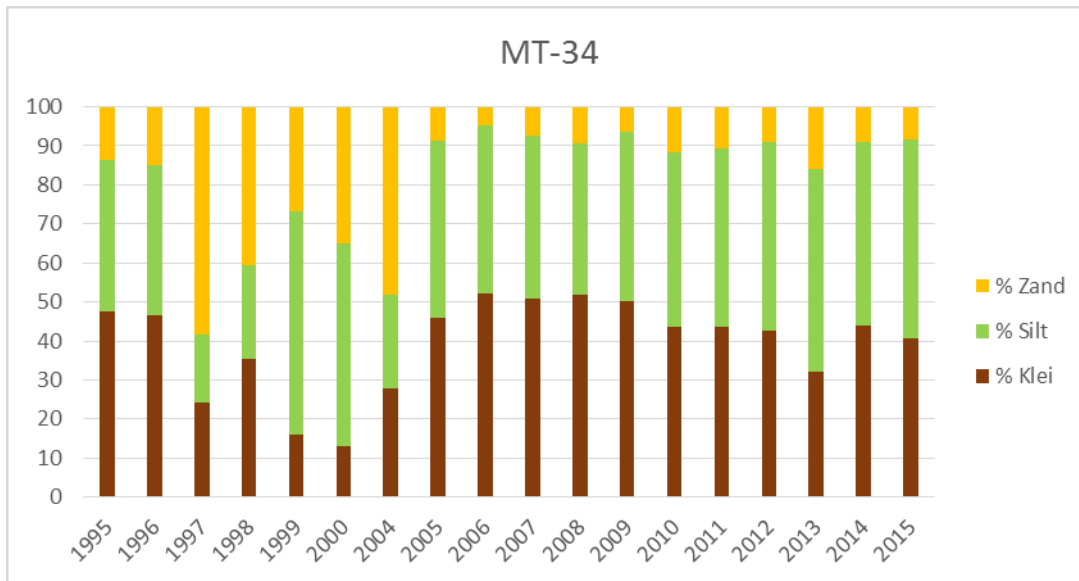


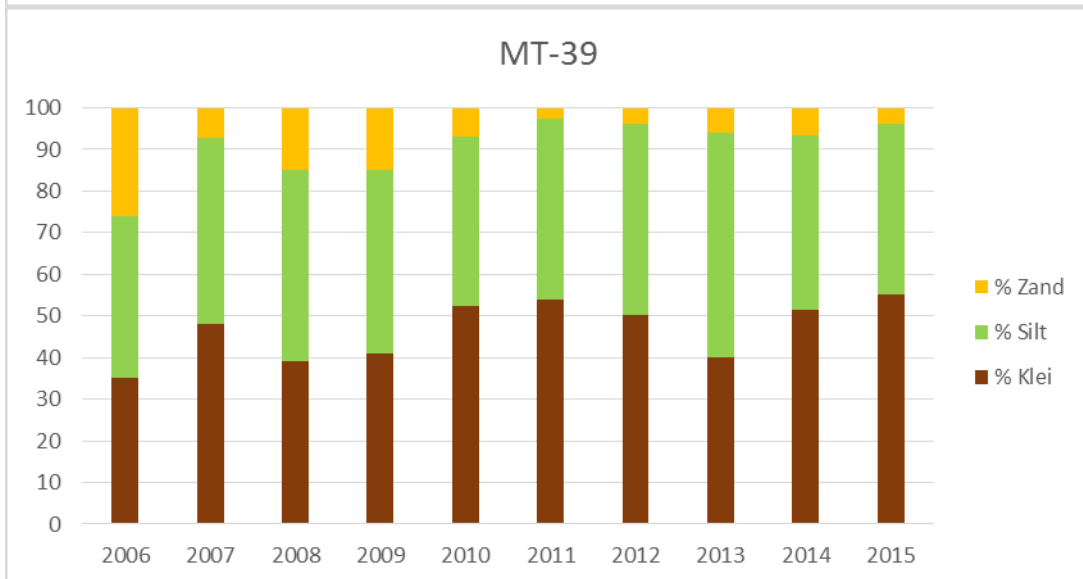
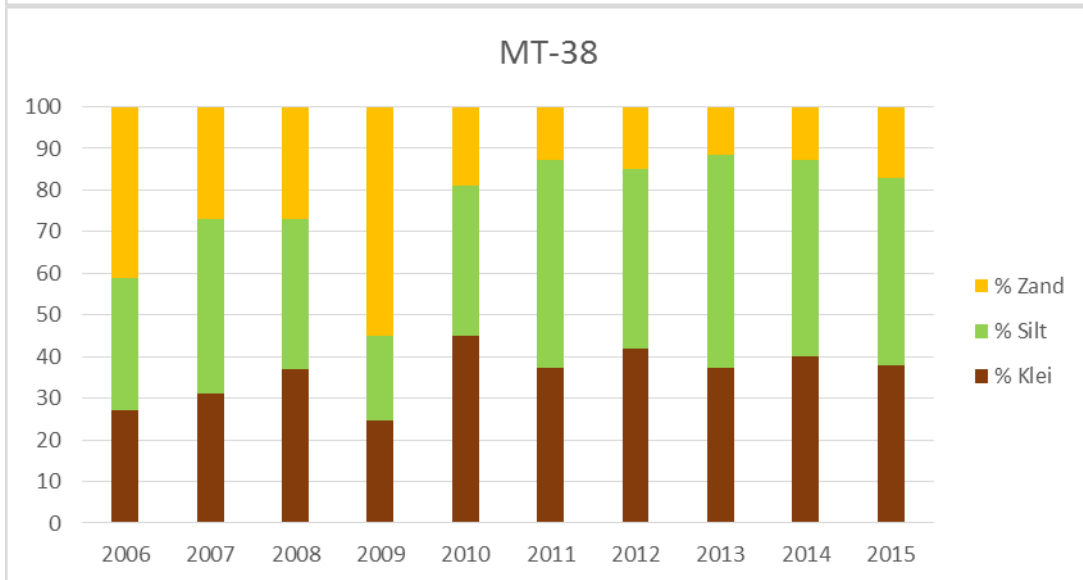
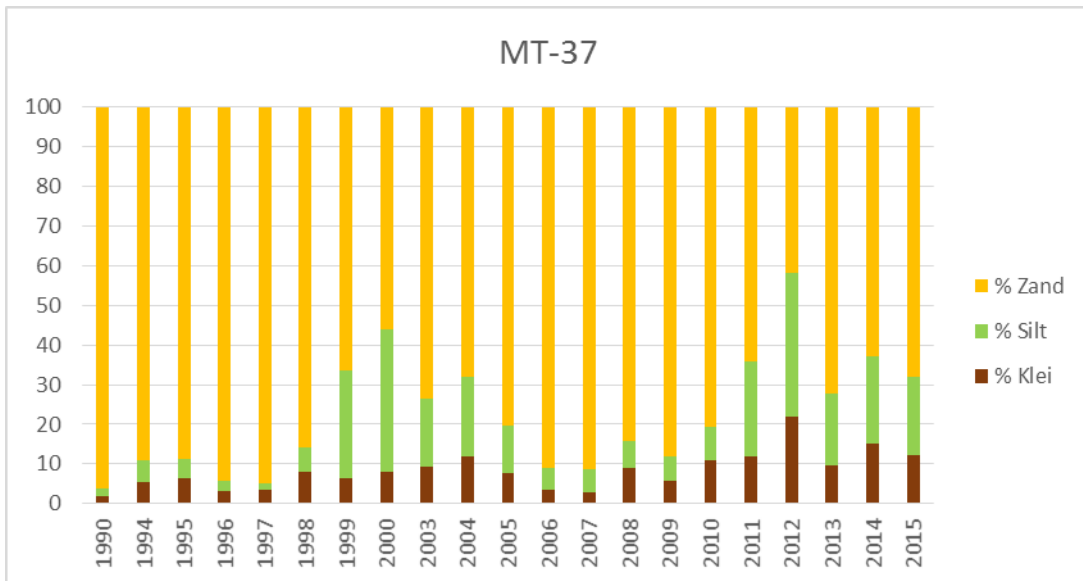


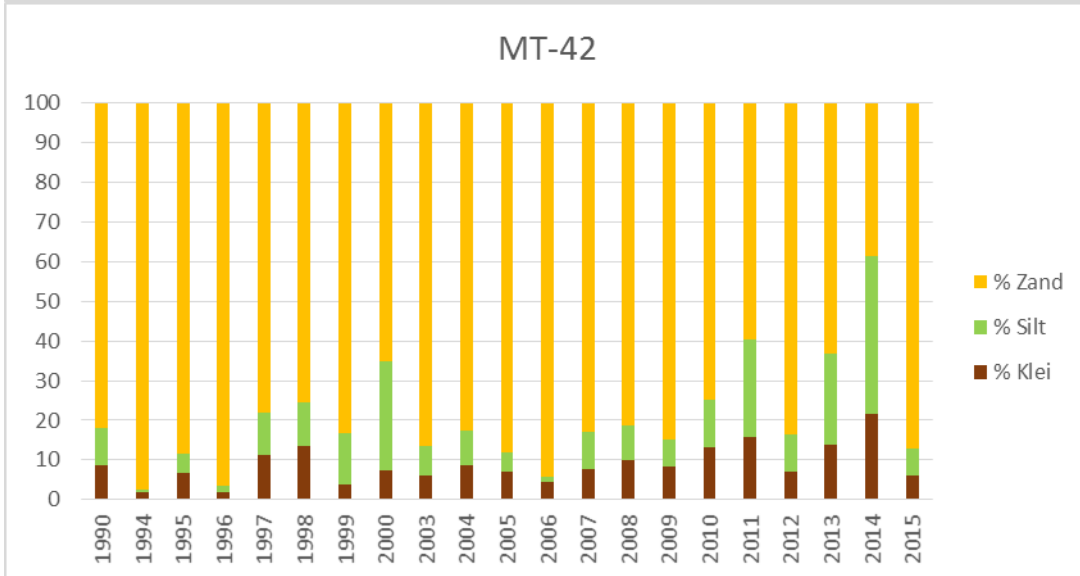
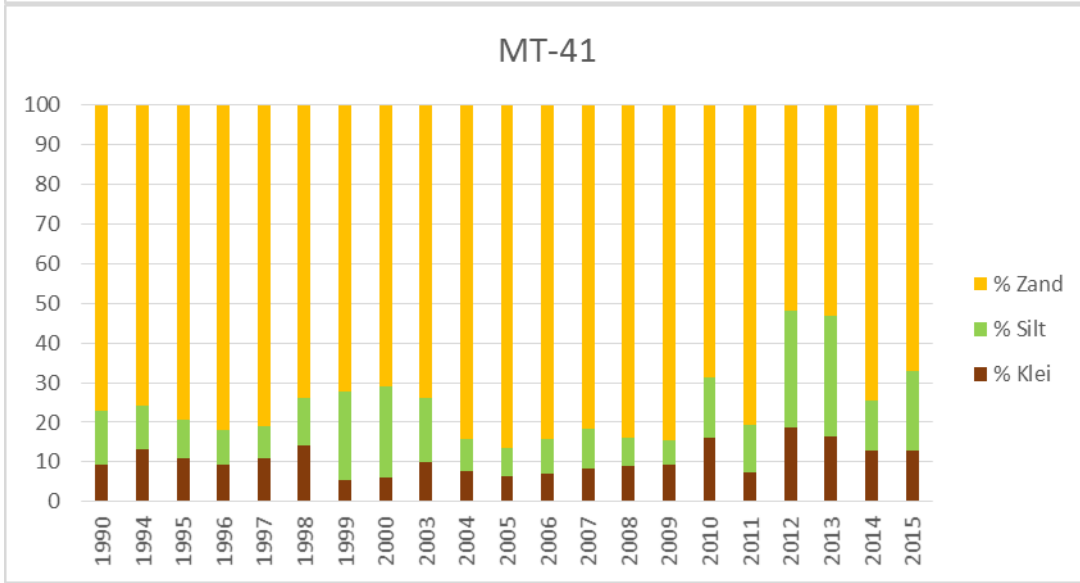
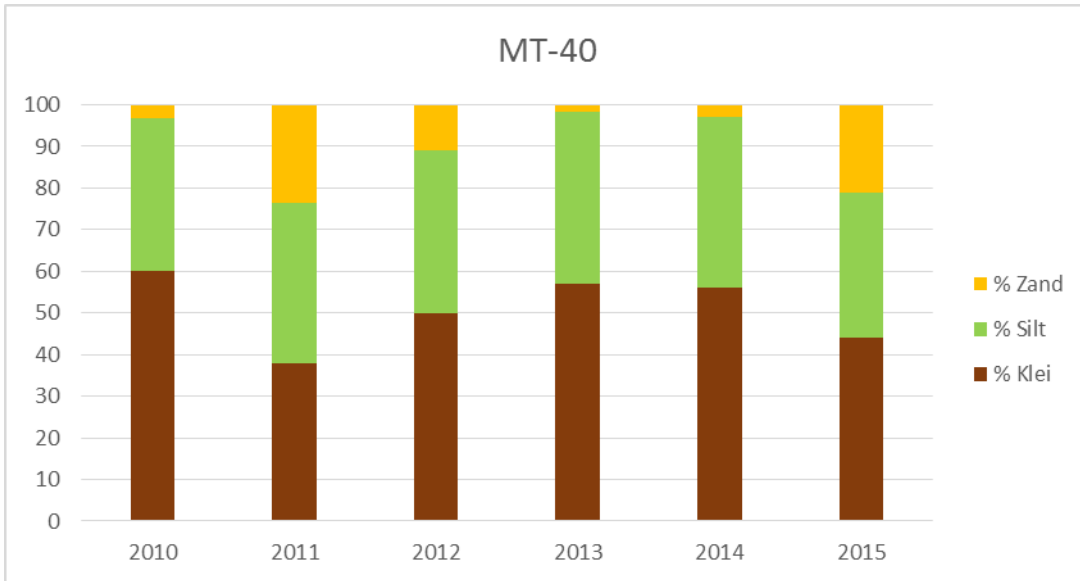


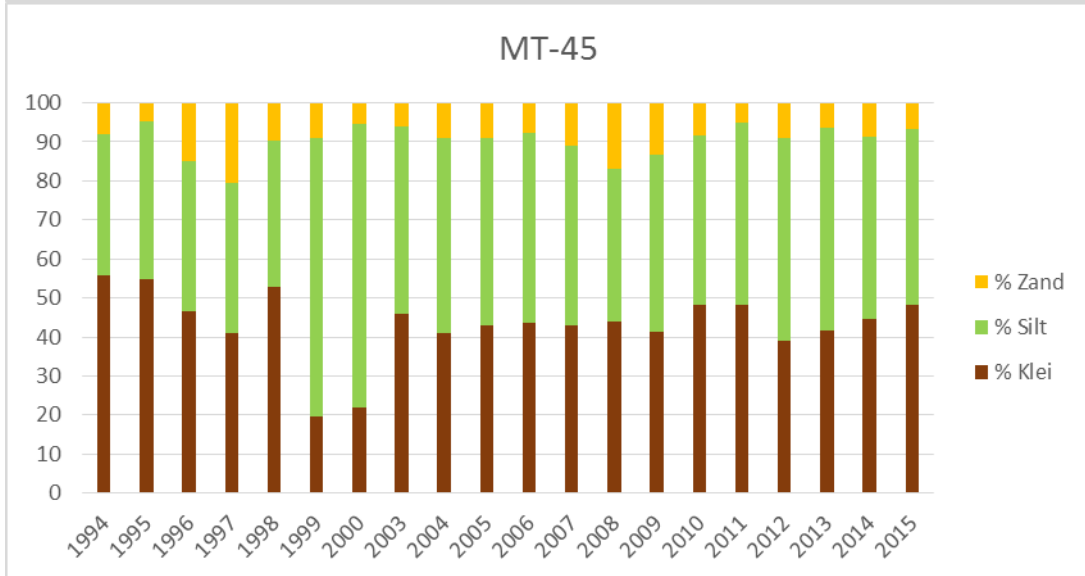
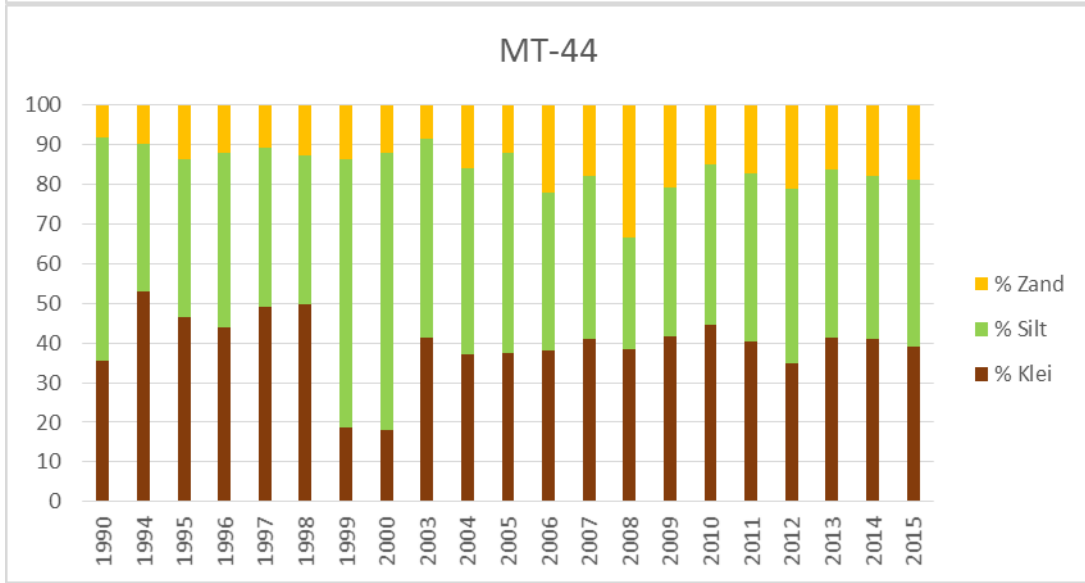
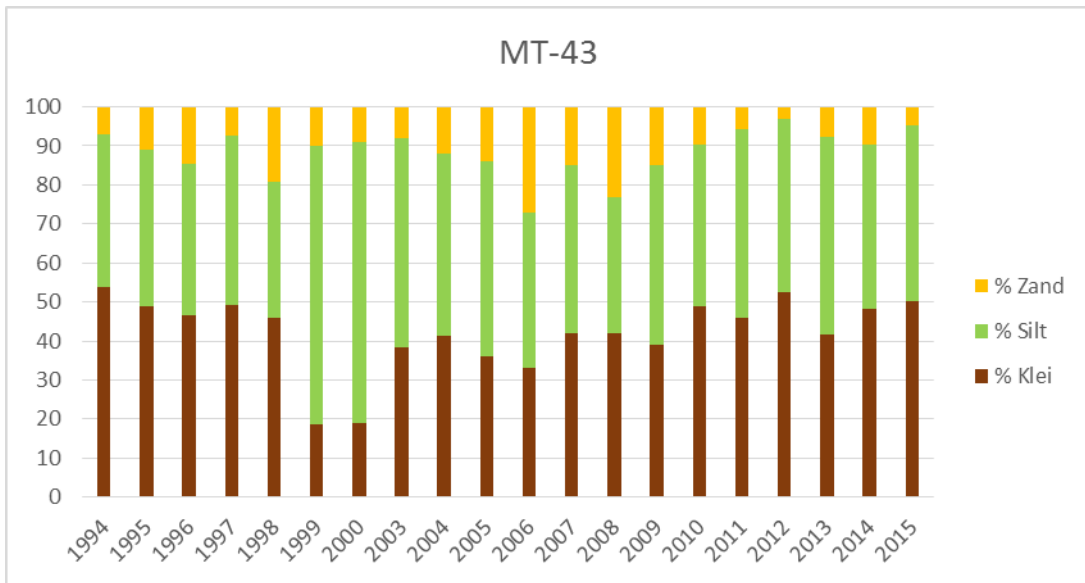


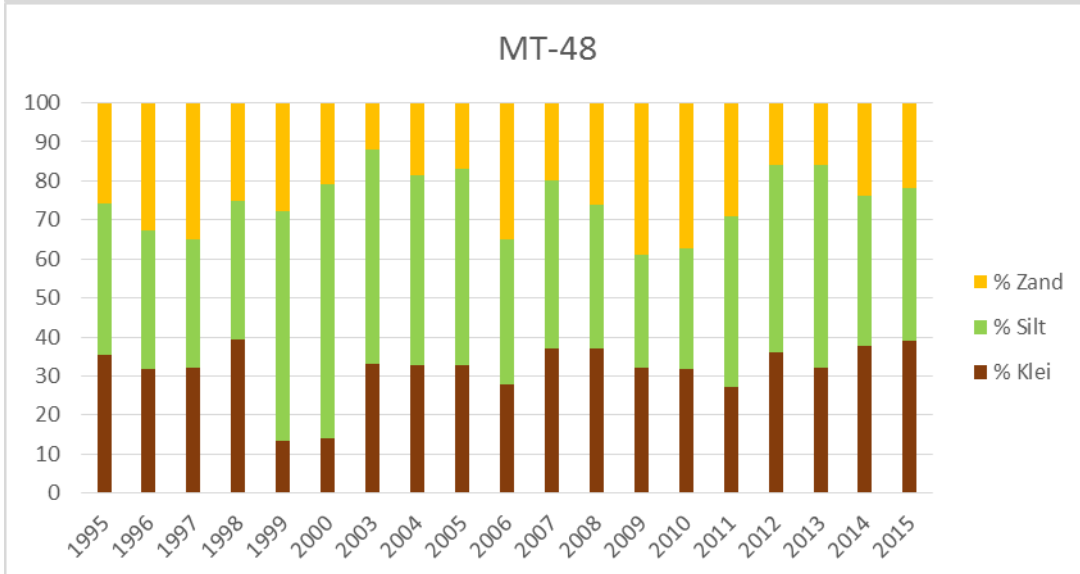
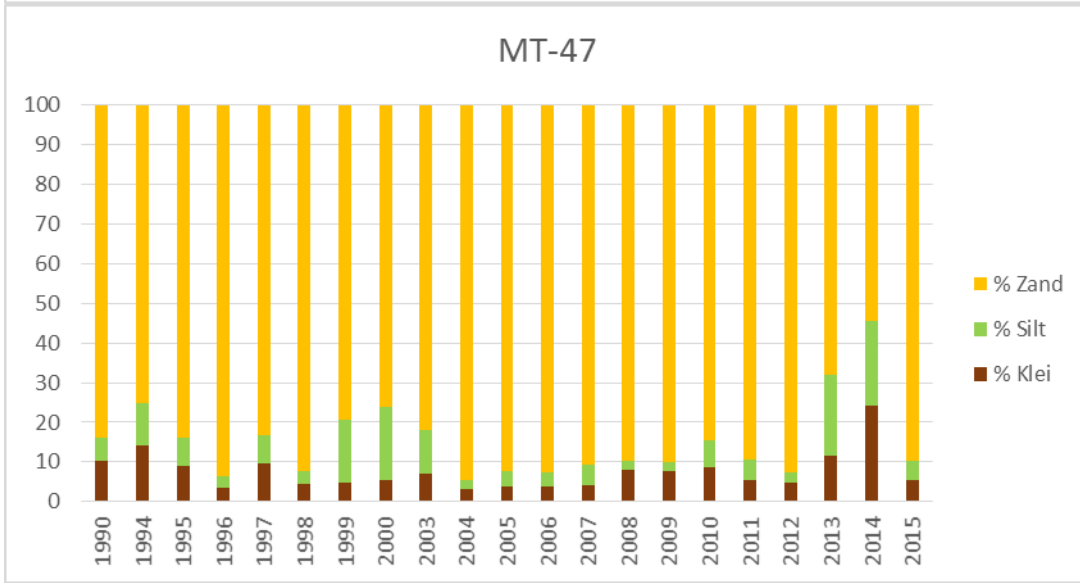
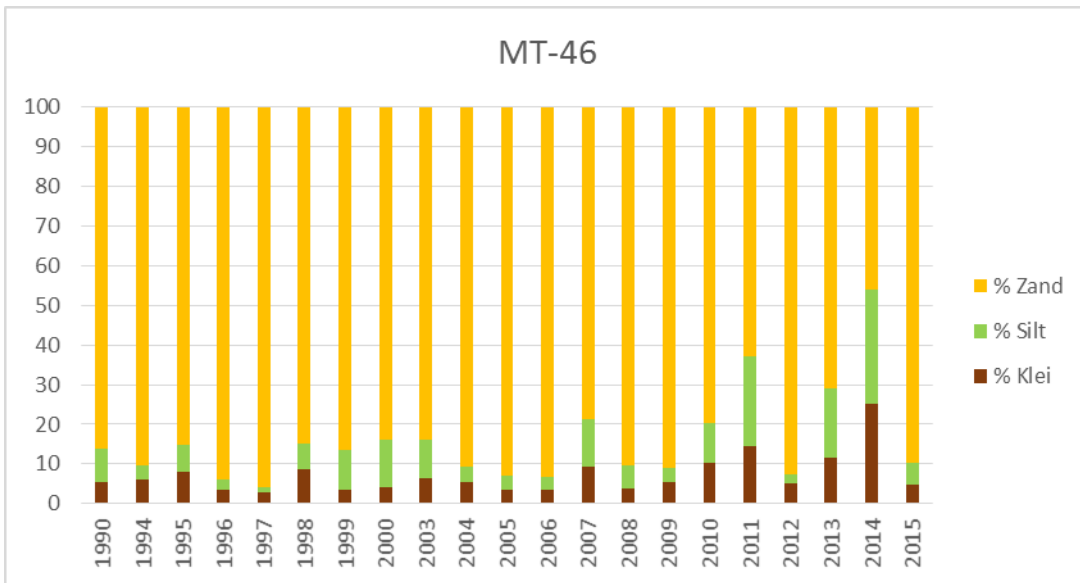


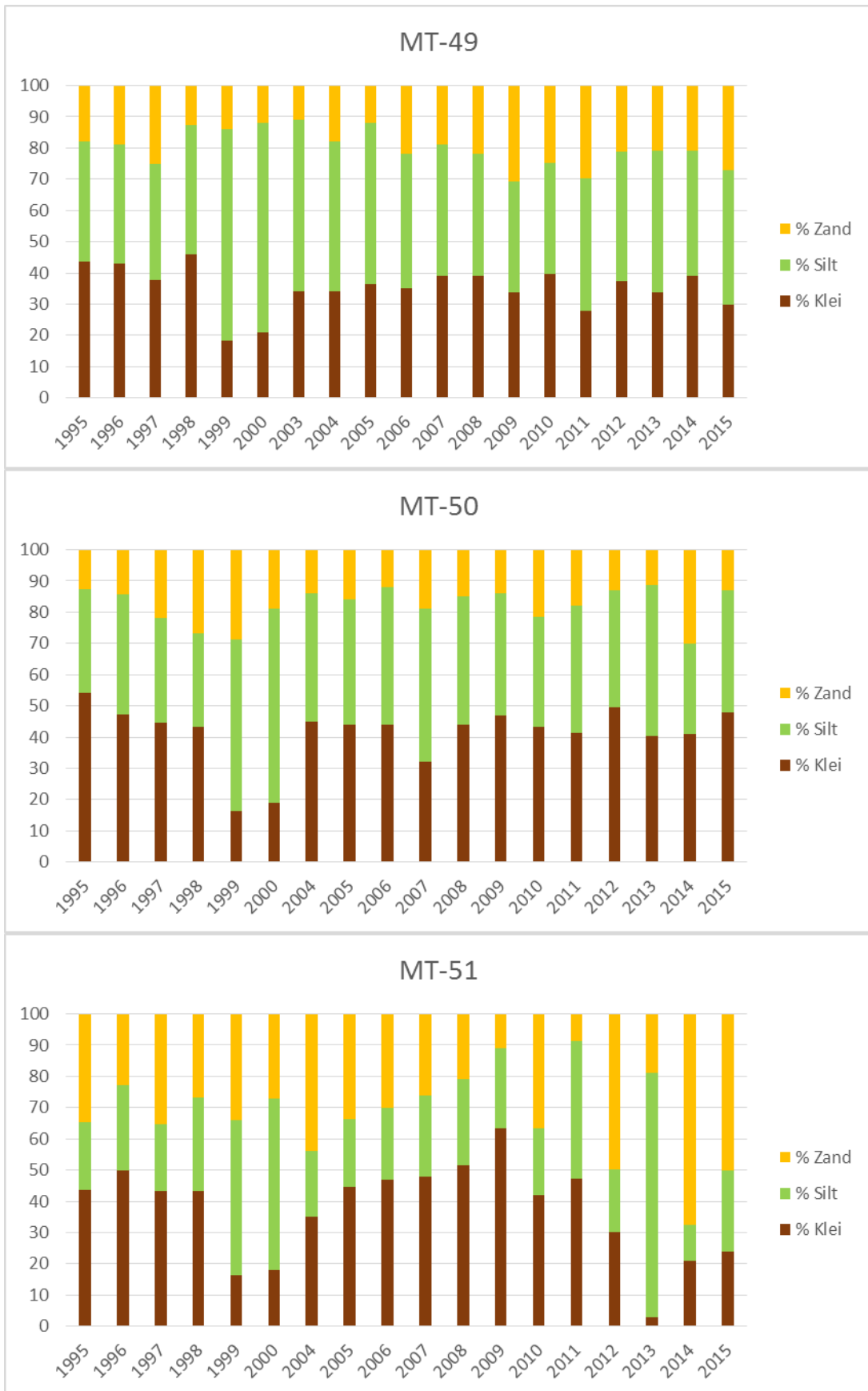


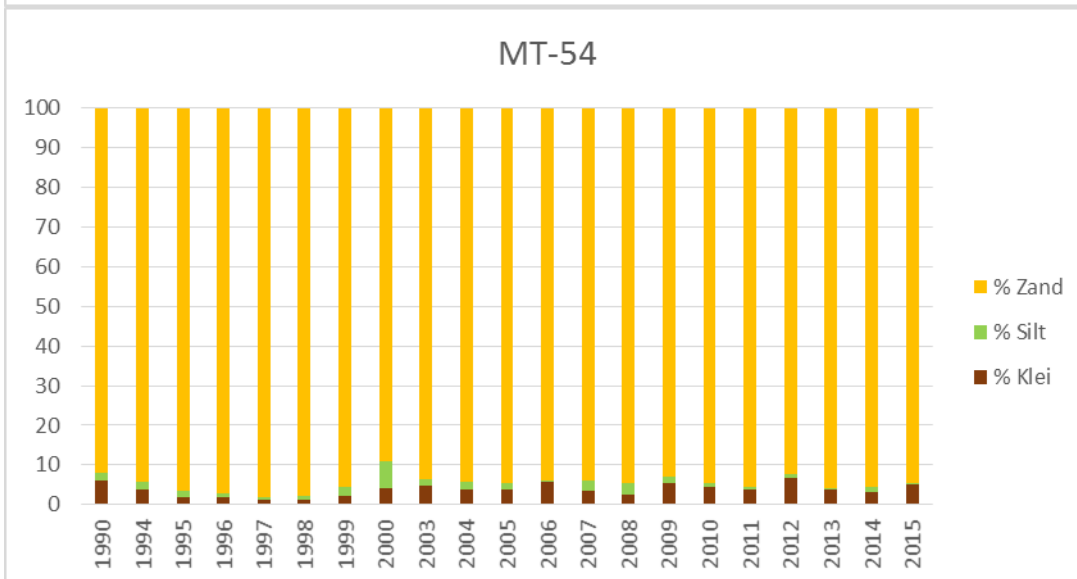
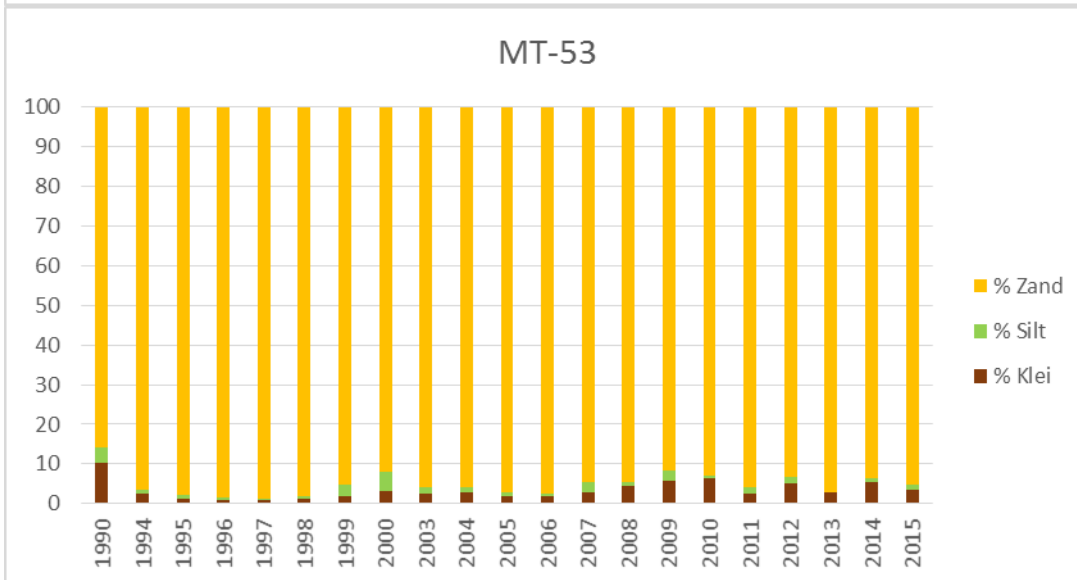
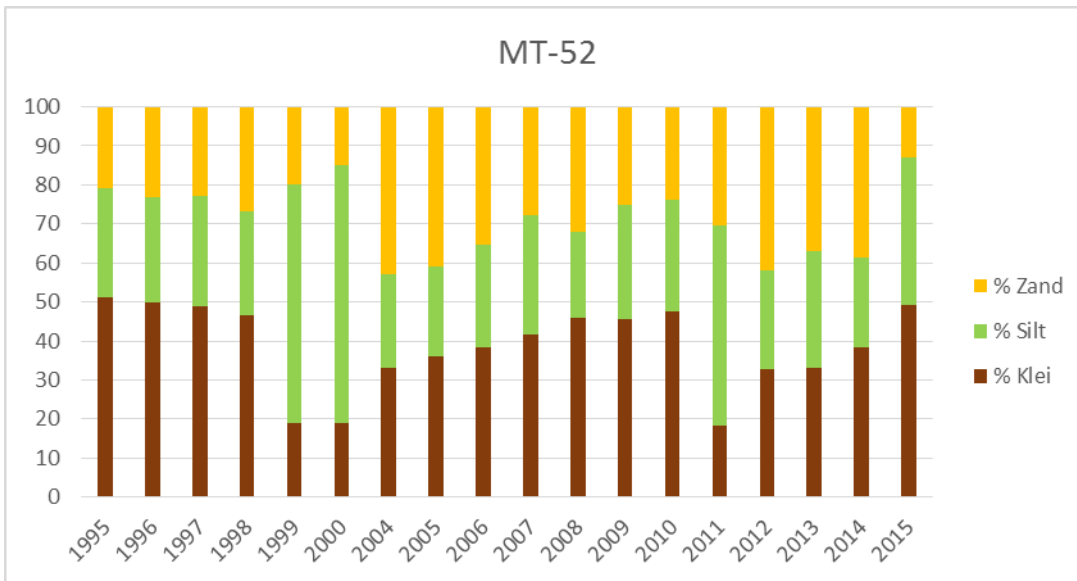




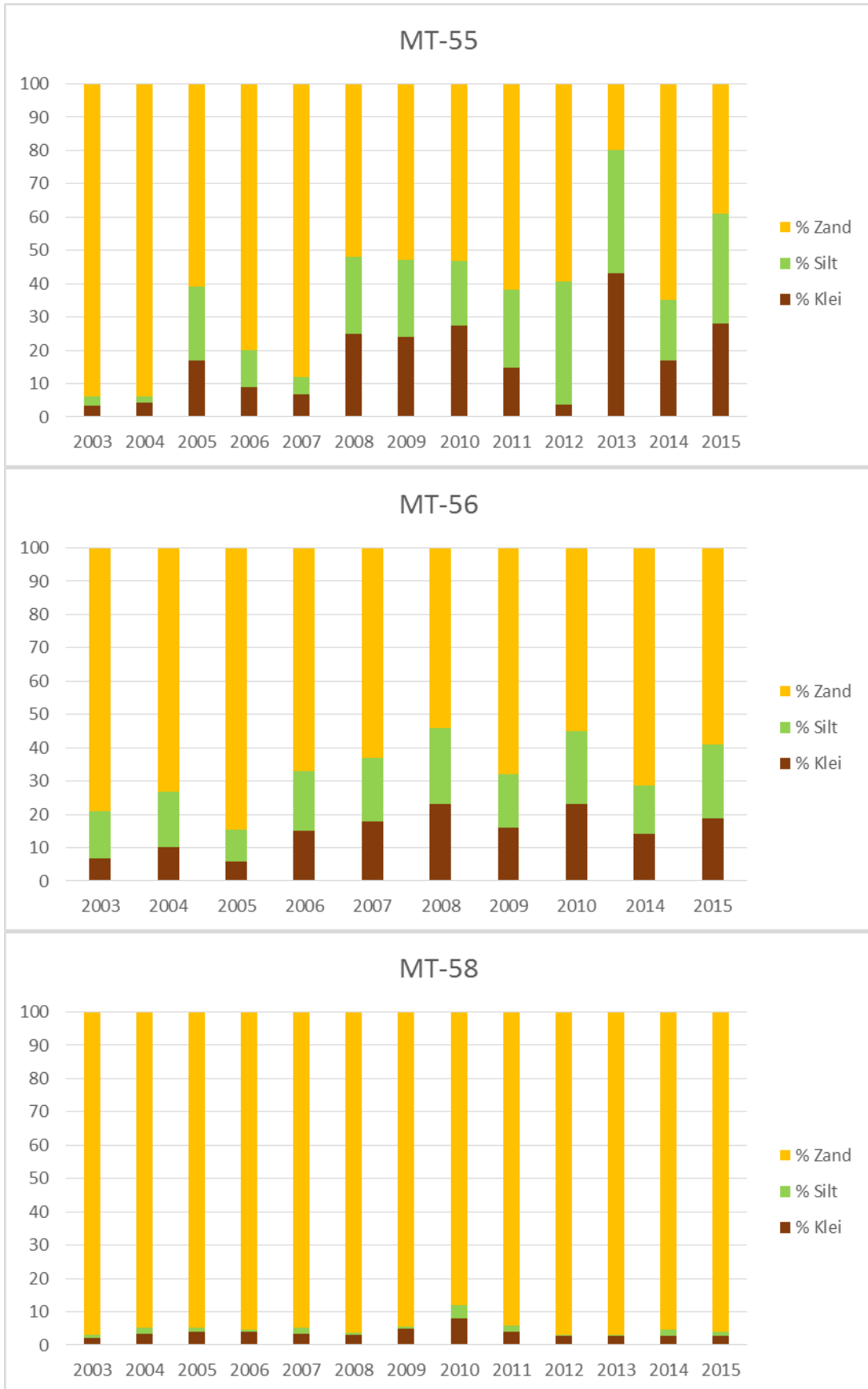


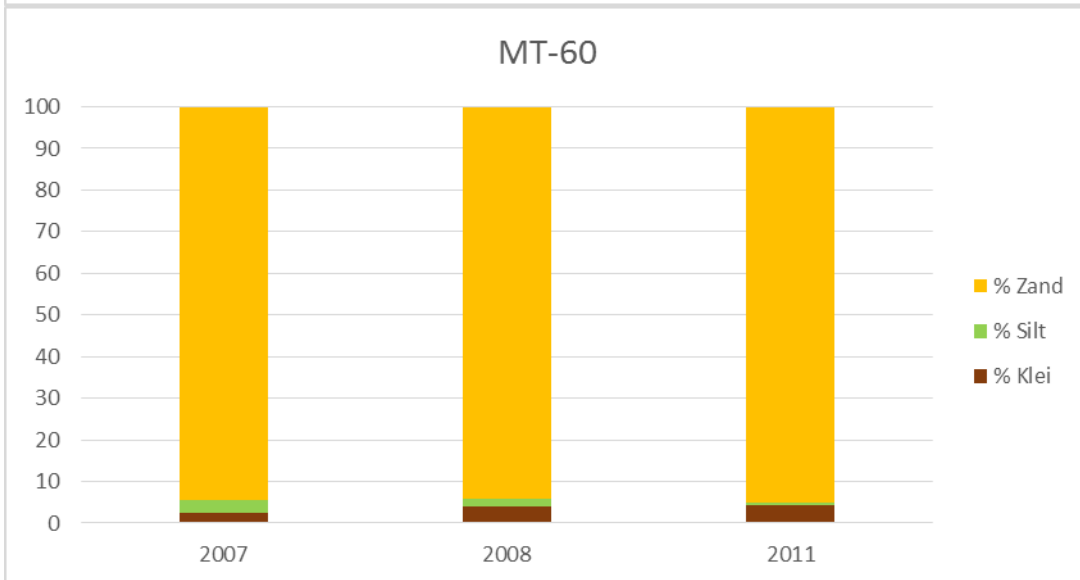
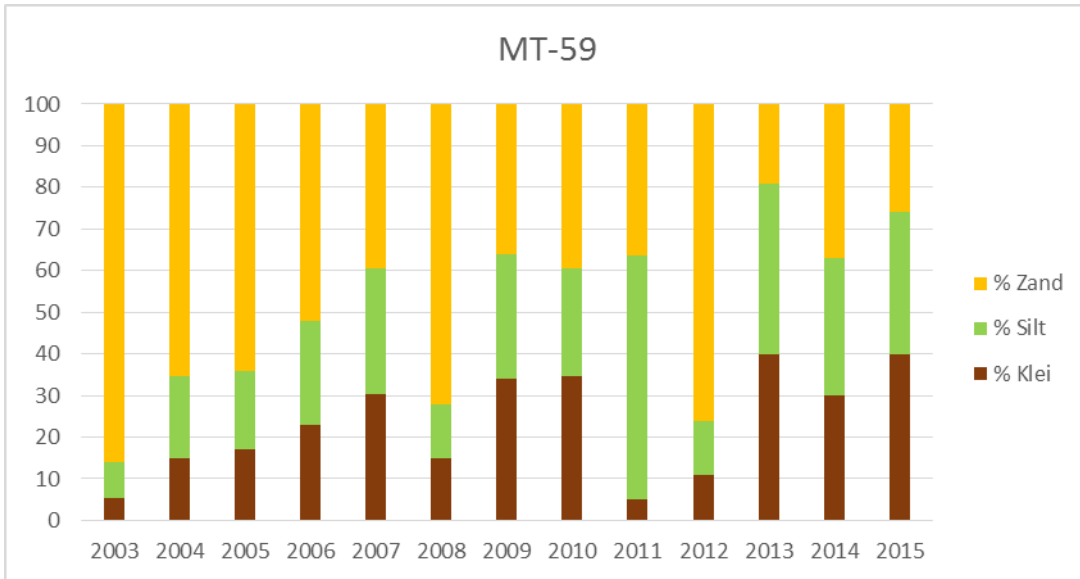


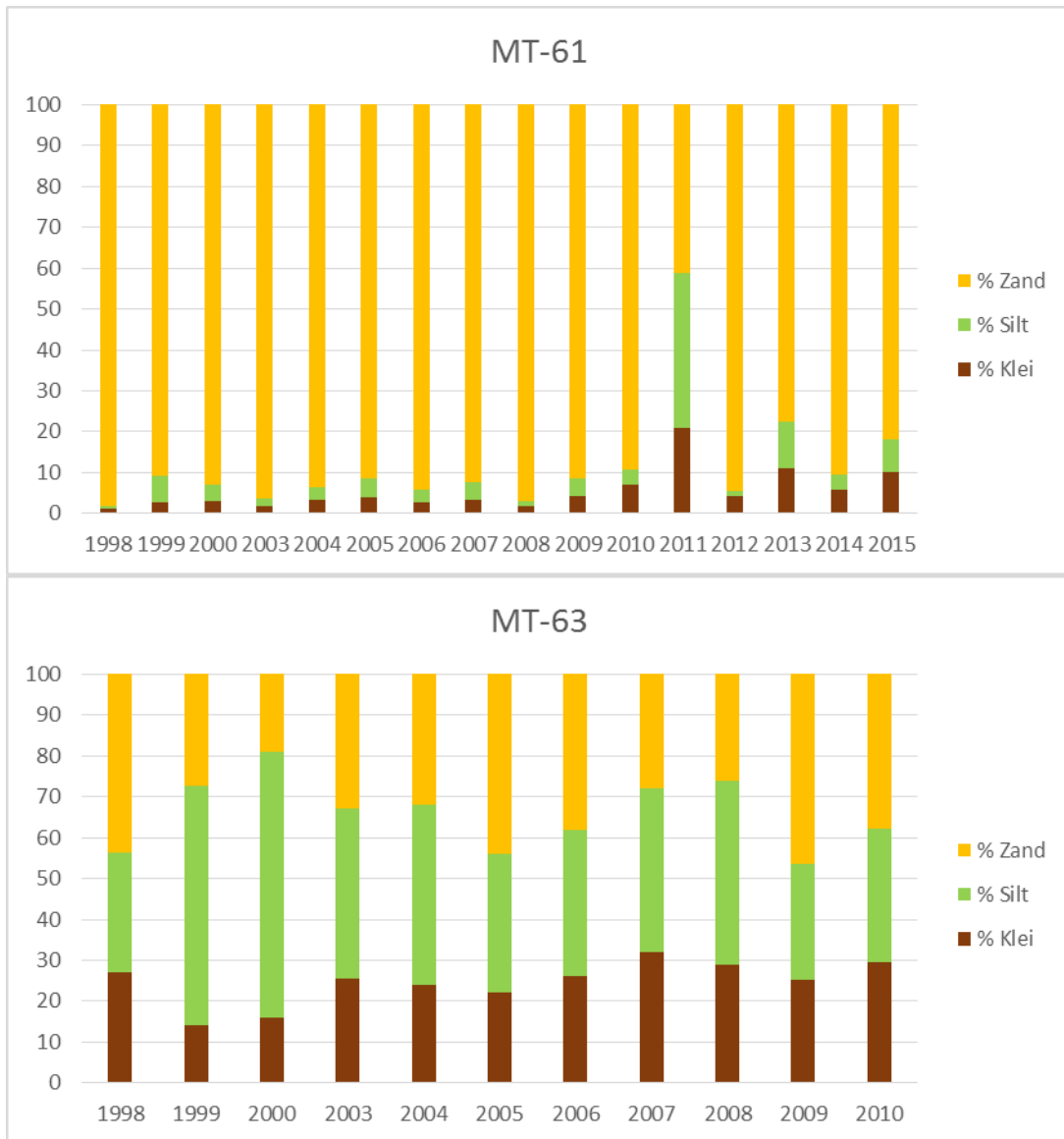












Figuur B-78: Sedimentologische evolutie m.b.v. staalnames uitgevoerd door het Waterbouwkundig laboratorium en geanalyseerd door het VMM. Bron: VMM.



## Bijlage C Figuren Plaat- en geulstelsysteem

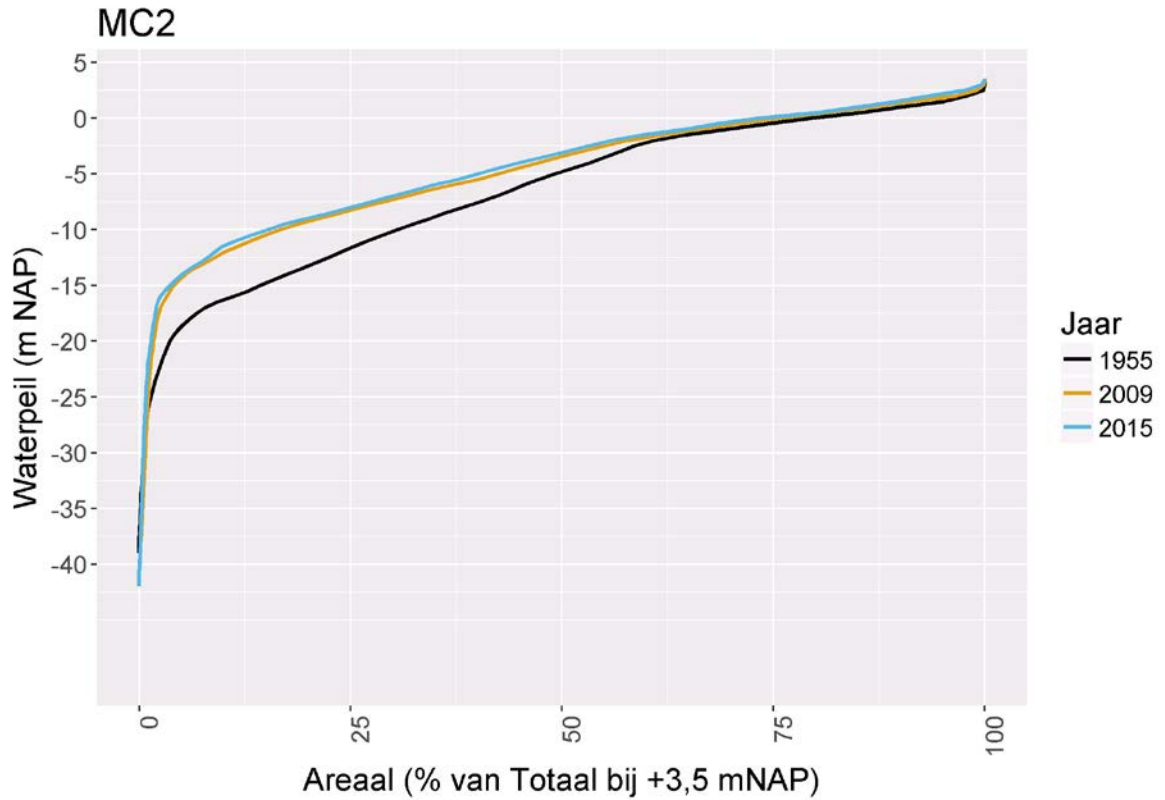
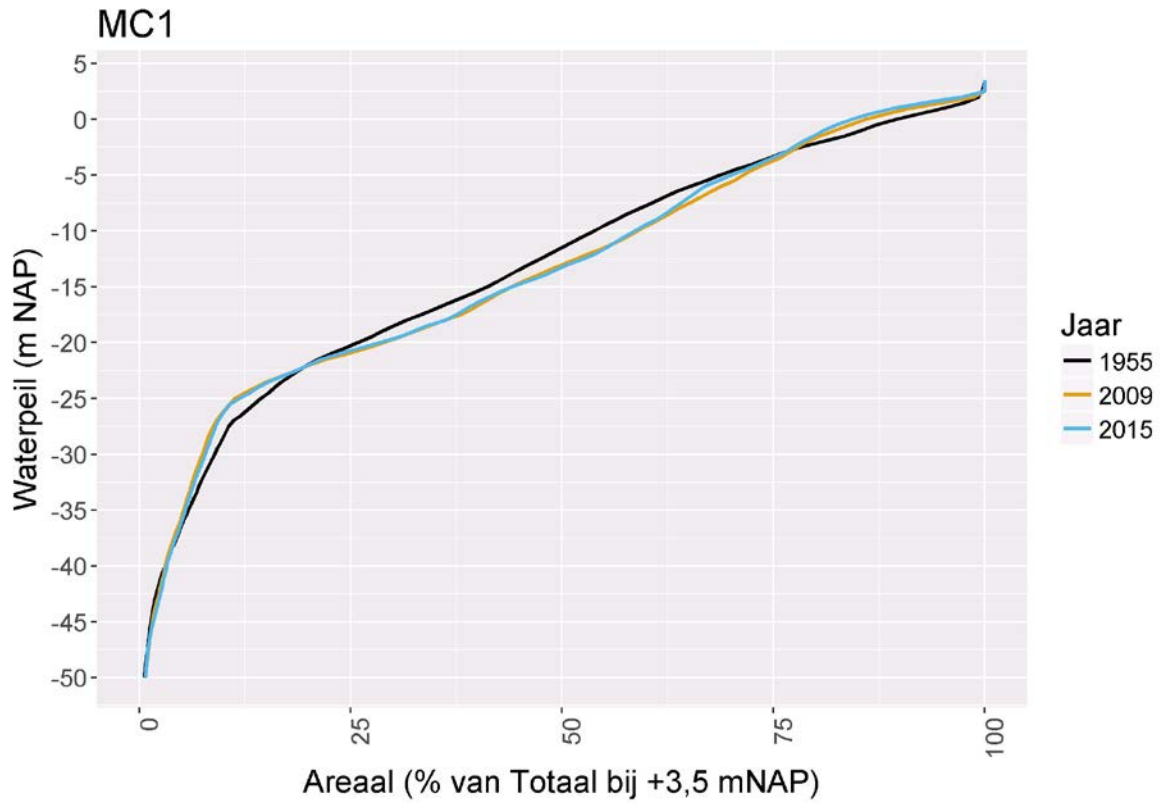
### Bijlage C.1 Lengte Morfologische Segmenten

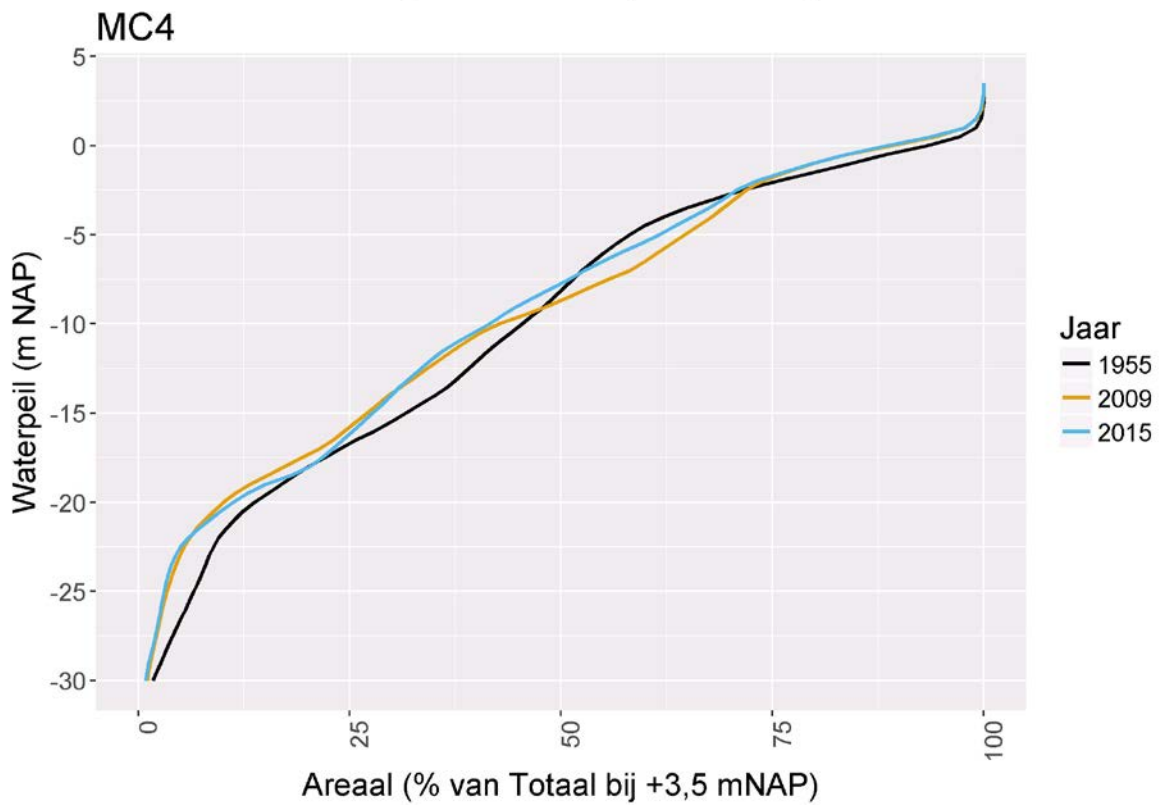
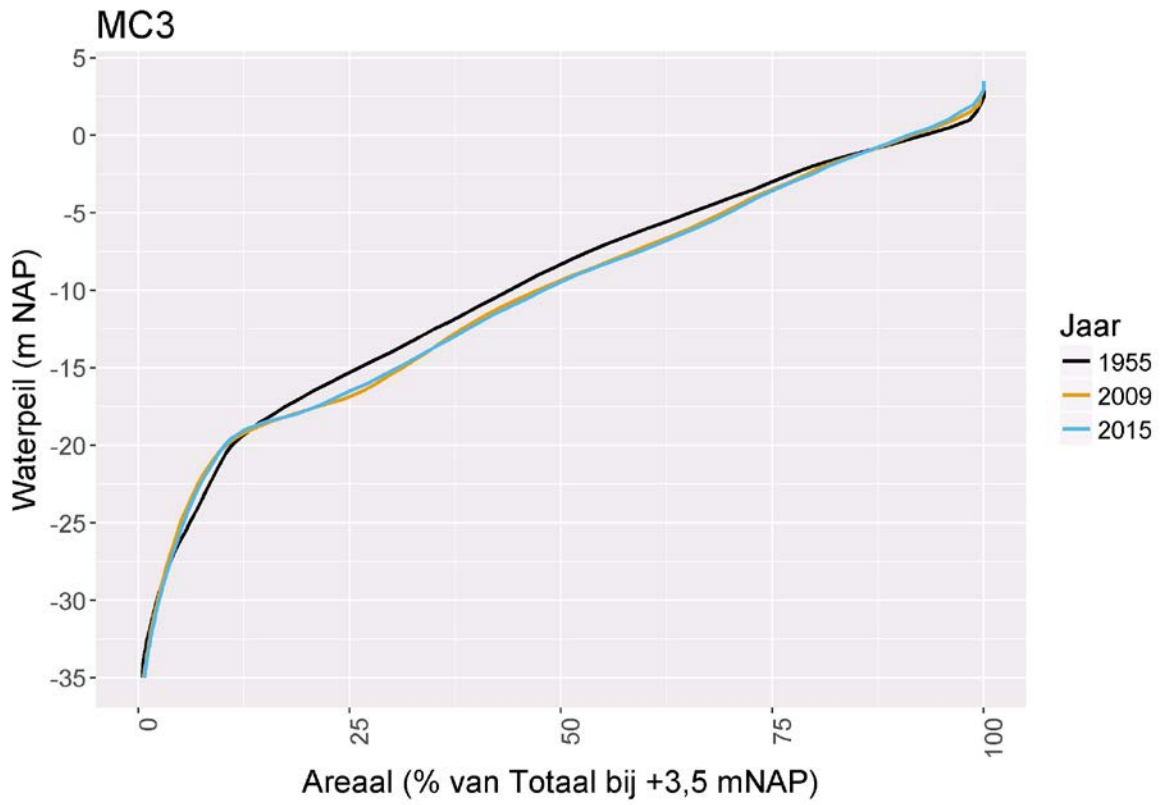
| Macrocel  | Volledige Segment | Ebgeul | Vloedgeul |
|-----------|-------------------|--------|-----------|
| MC1       | 9 761             | 13 024 | 8 980     |
| MC2       | 14 882            | -      | -         |
| MC1 & MC2 | 9 761             | -      | -         |
| MC3       | 15 792            | 19 438 | 13 156    |
| MC4       | 10 913            | 11 342 | 10 011    |
| MC5       | 13 736            | 14 544 | 10 610    |
| MC6       | 3 530             | 5 761  | 2 246     |
| MC7       | 5 388             | 5 518  | 5 769     |

*Tabel C-1: Lengte van de morfologische segmenten [m] per macrocel: geheel, eb- en vloedgeul. De lengte komt overeen met de lengte van de middellijn van ieder segment. Voor de macrocel werd de waarde van Depreiter et al. (2014) overgenomen, waar de lengte ook constant gehouden werd bij de berekening van de parameters.*

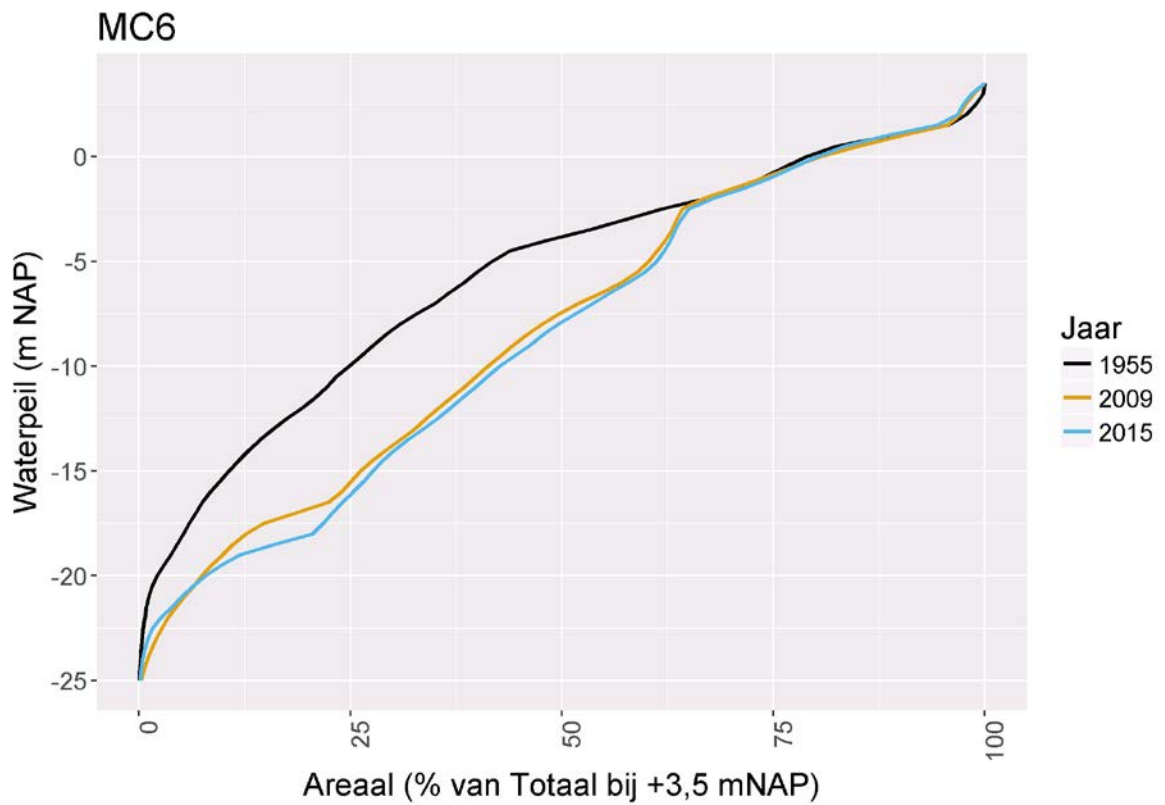
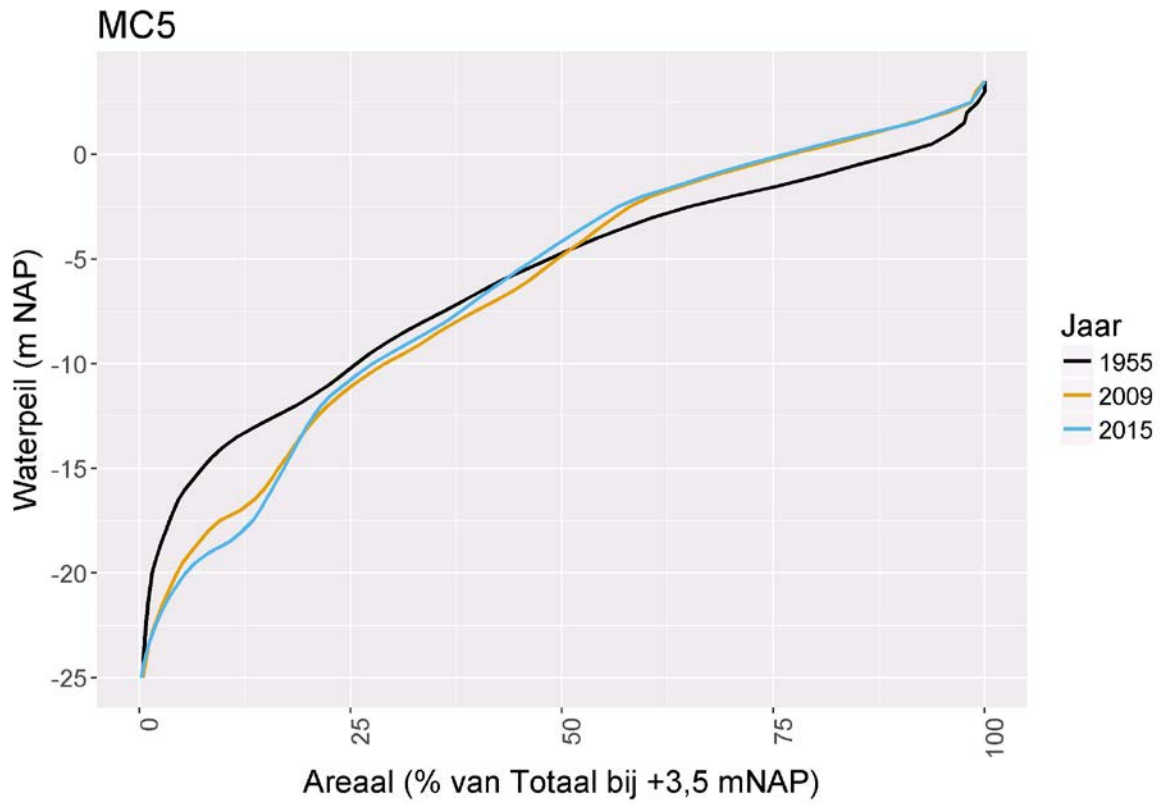


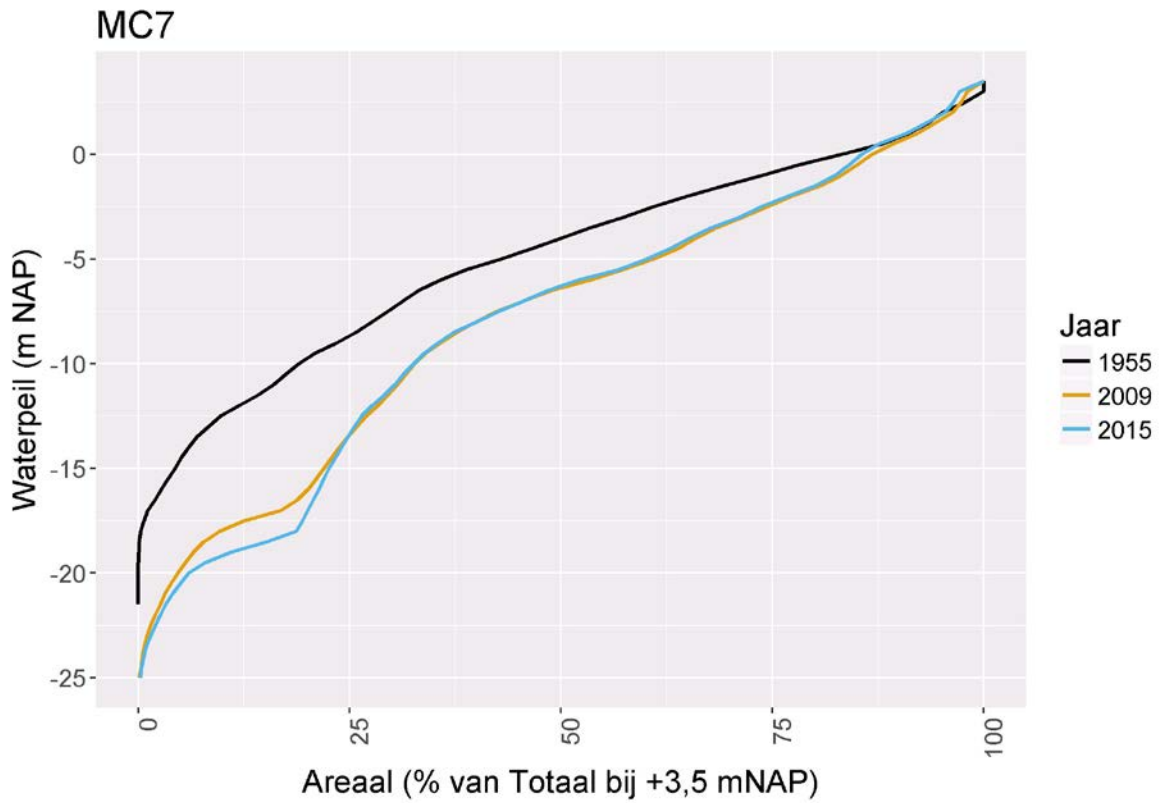
## Bijlage C.2 Hypsometrische Curves – Lange Termijn Evolutie





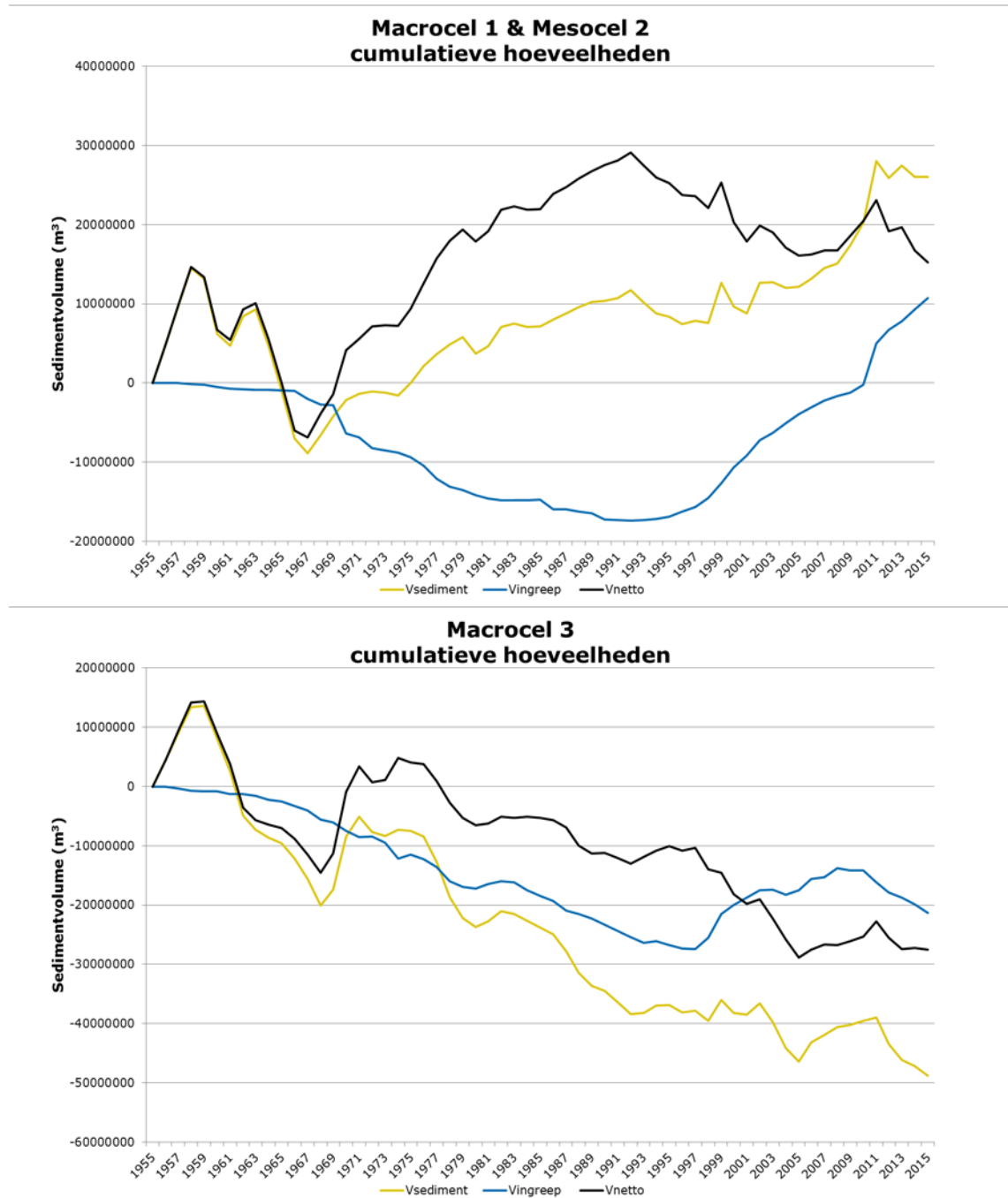




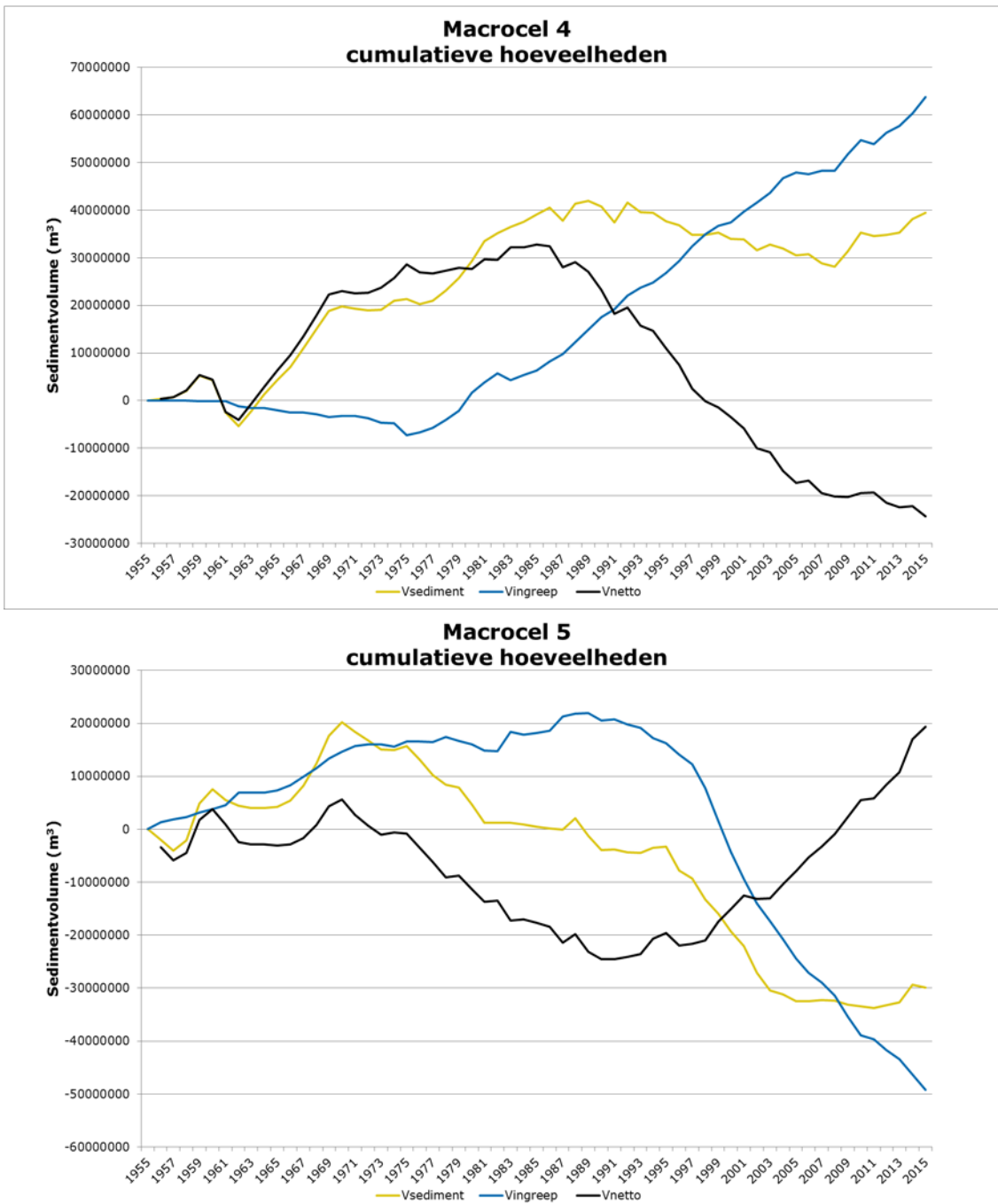


Figuur C-1: Hypsometrische curves per macrocel: Grootschalige verandering sinds 1955. De arealen zijn genormaliseerd door te delen door het totale oppervlak.

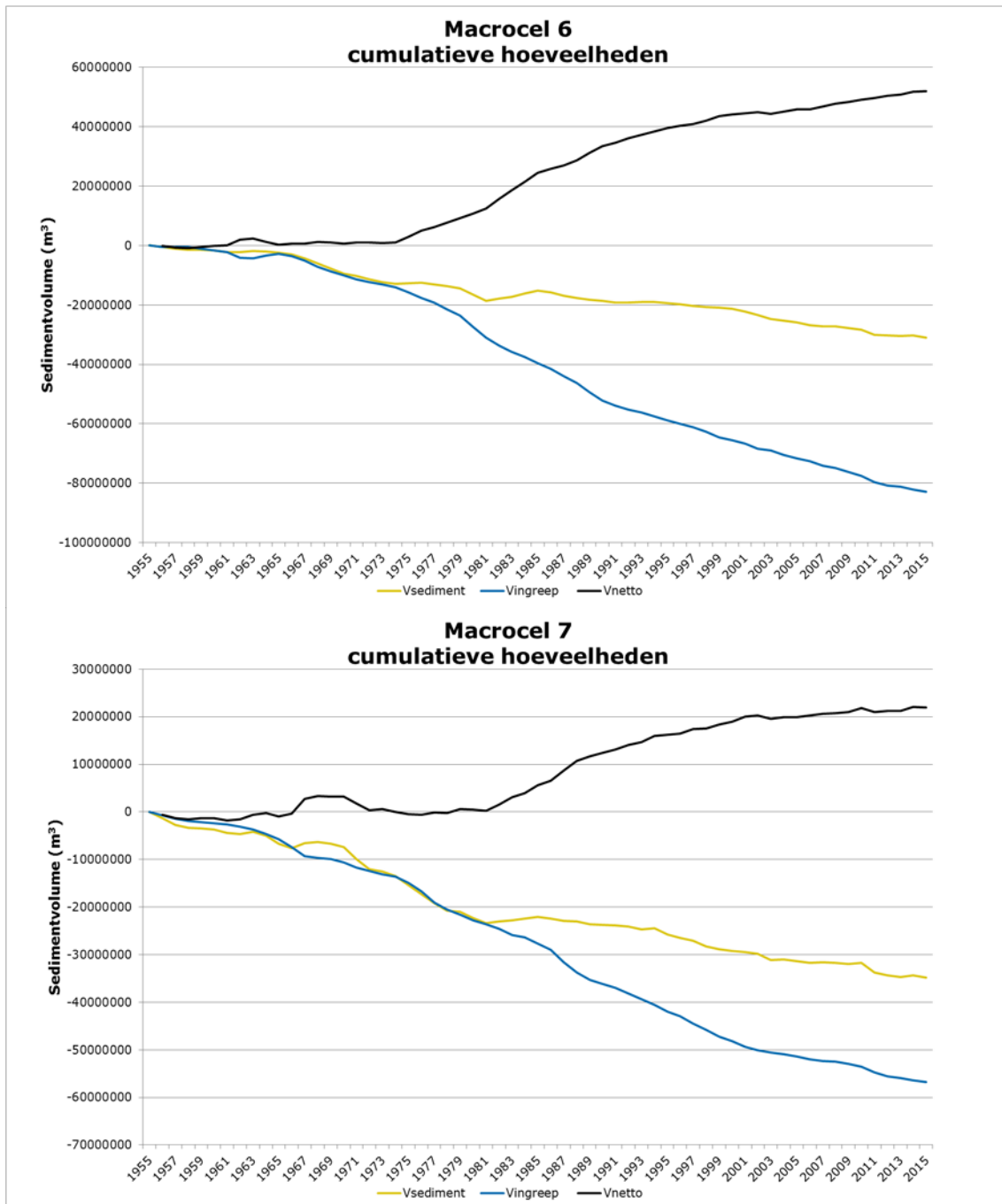
## Bijlage C.3 Zandbalans



Figuur C-2: Zandbalans voor MC1, 2 en MC3 (Bron: Sedimentbalans Rijkswaterstaat Zee en Delta, data ontvangen van M. Schrijver).



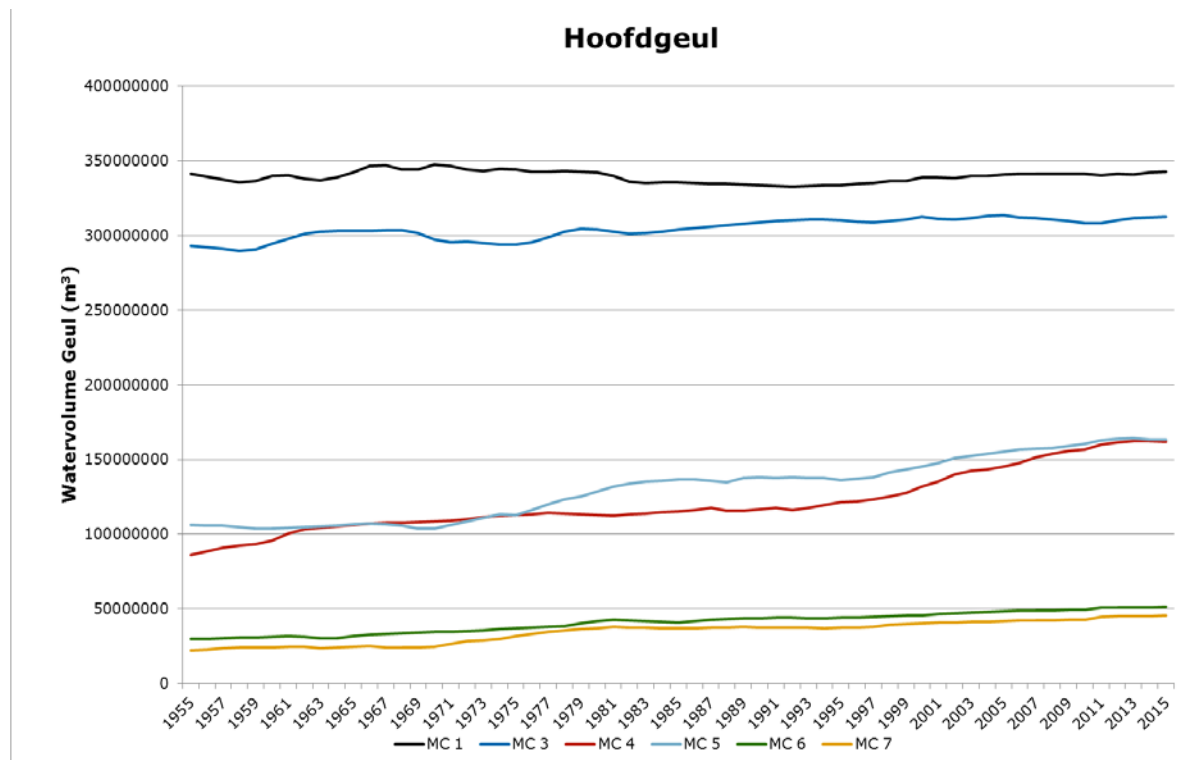
Figuur C-3: Zandbalans voor MC4 en MC5 (Bron: Sedimentbalans Rijkswaterstaat Zee en Delta, data ontvangen van M. Schrijver).



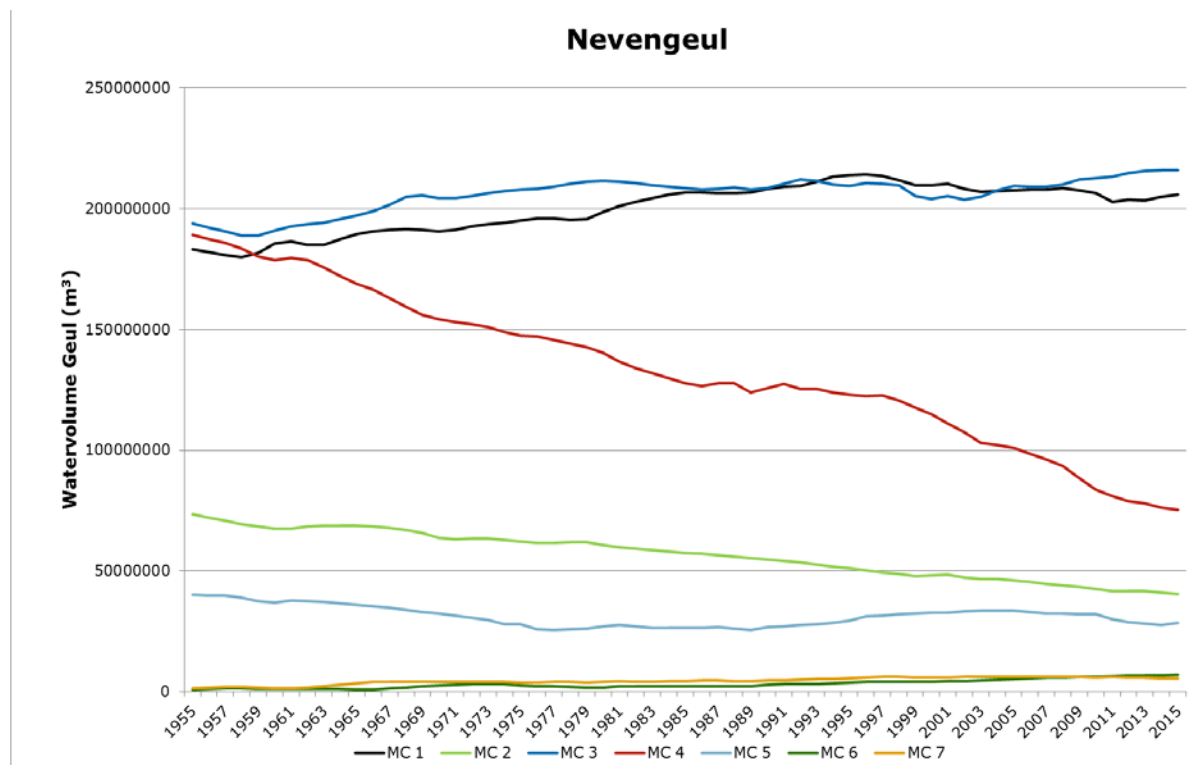
Figuur C-4: Zandbalans voor MC6 en MC7 (Bron: Sedimentbalans Rijkswaterstaat Zee en Delta, data ontvangen van M. Schrijver).



## Bijlage C.4 Watervolume Geulen



Figuur C-5: Lange termijn evolutie van het watervolume beneden 5m NAP in de hoofdgeulen op de Westerschelde. (Bron: Sedimentbalans Rijkswaterstaat Zee en Delta, data ontvangen van M. Schrijver).

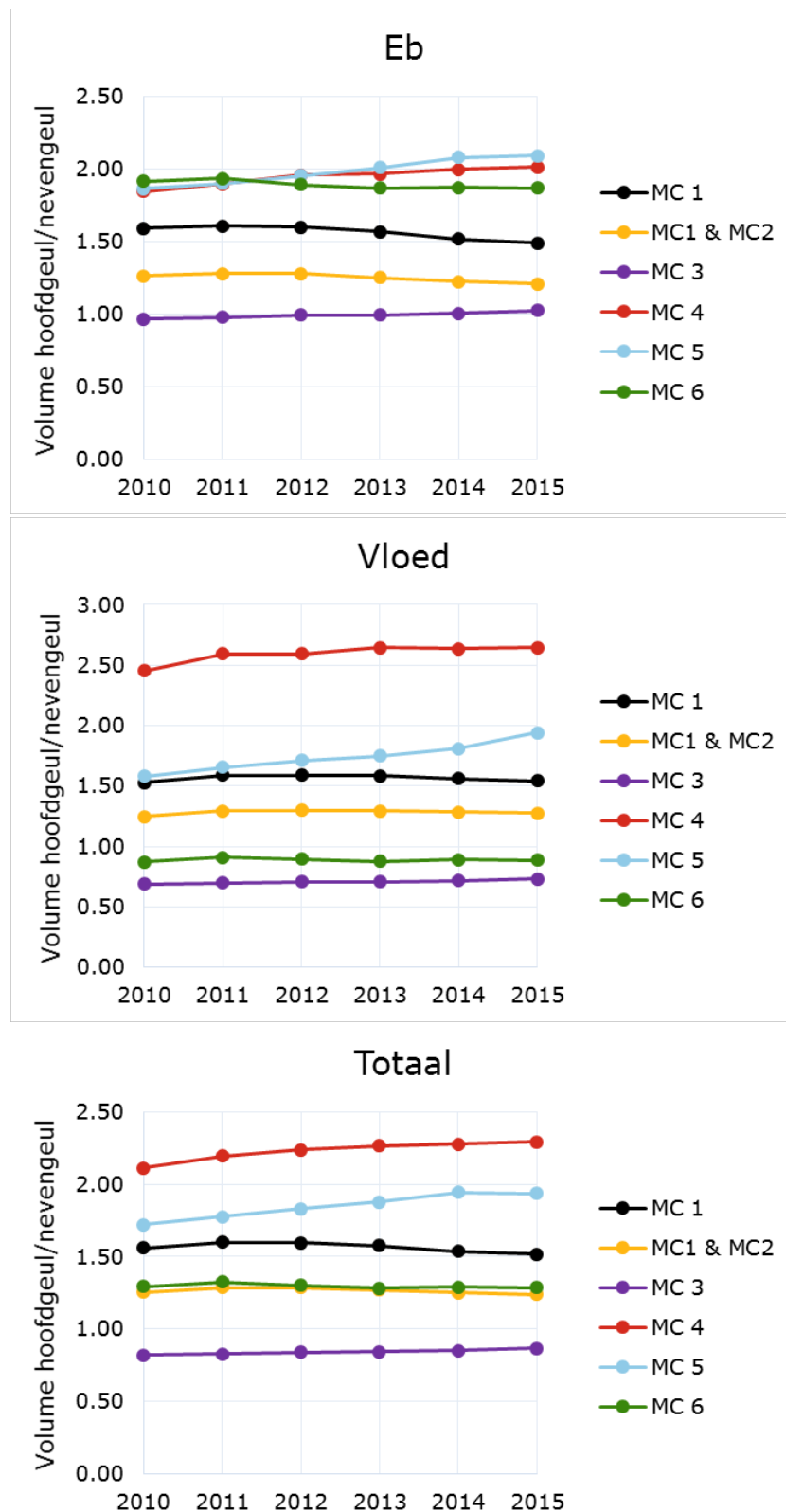


Figuur C-6: Lange termijn evolutie van het watervolume beneden 5m NAP in de nevengeulen op de Westerschelde. (Bron: Sedimentbalans Rijkswaterstaat Zee en Delta, data ontvangen van M. Schrijver).





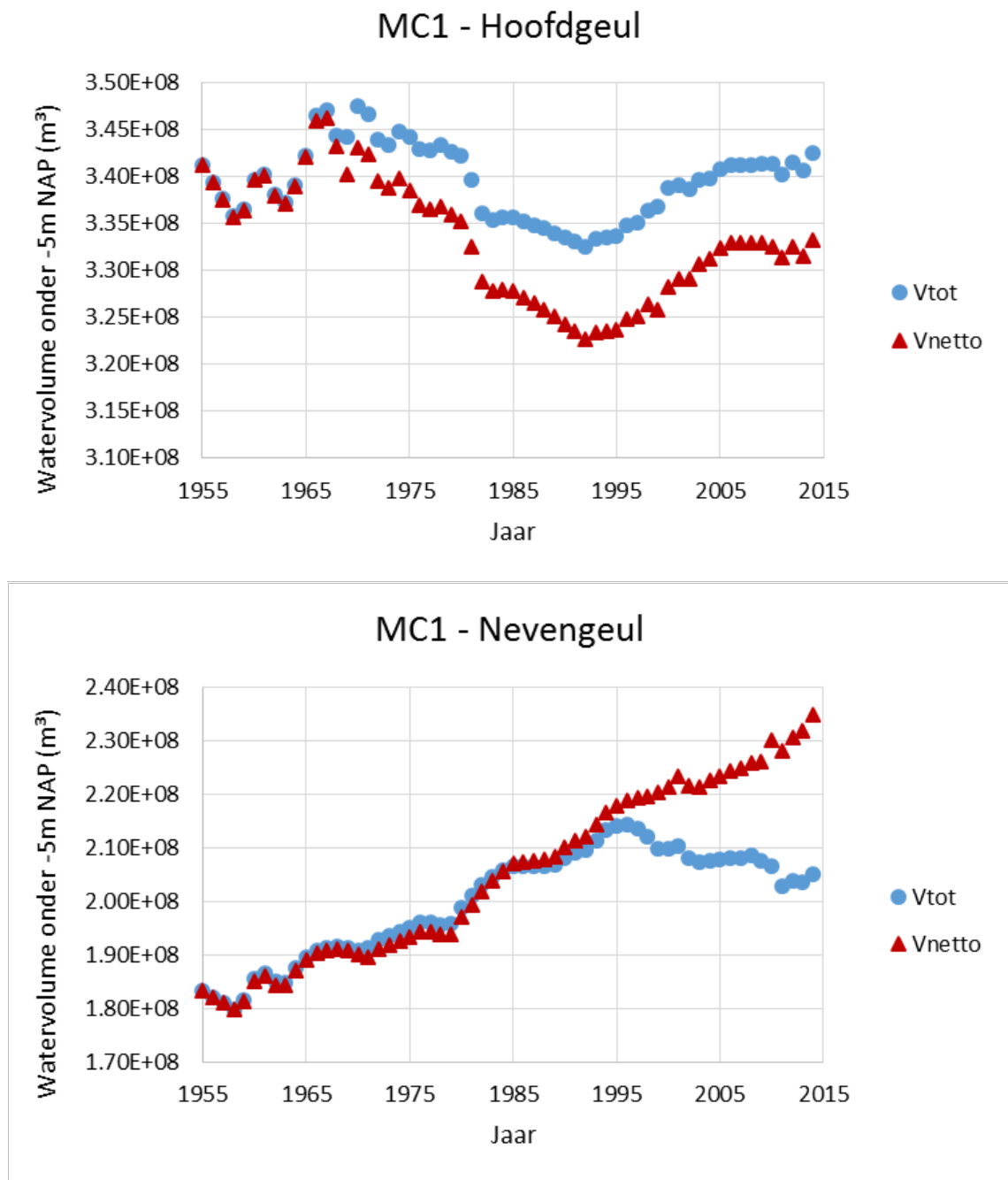
## Bijlage C.5 Verhouding getijvolumes



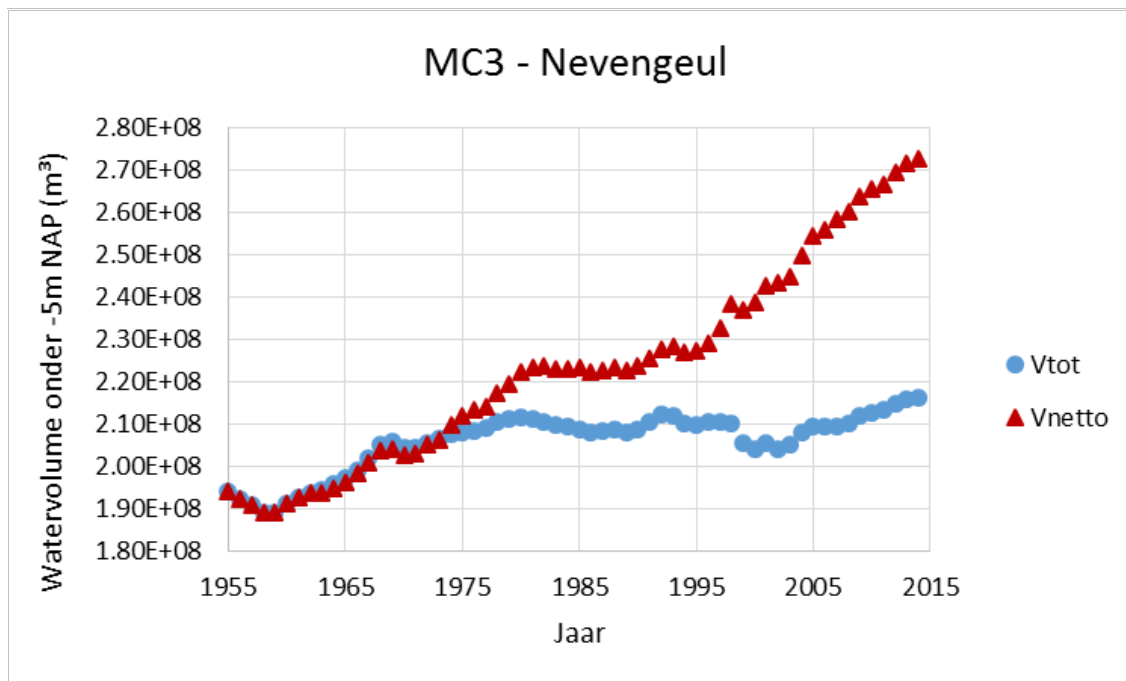
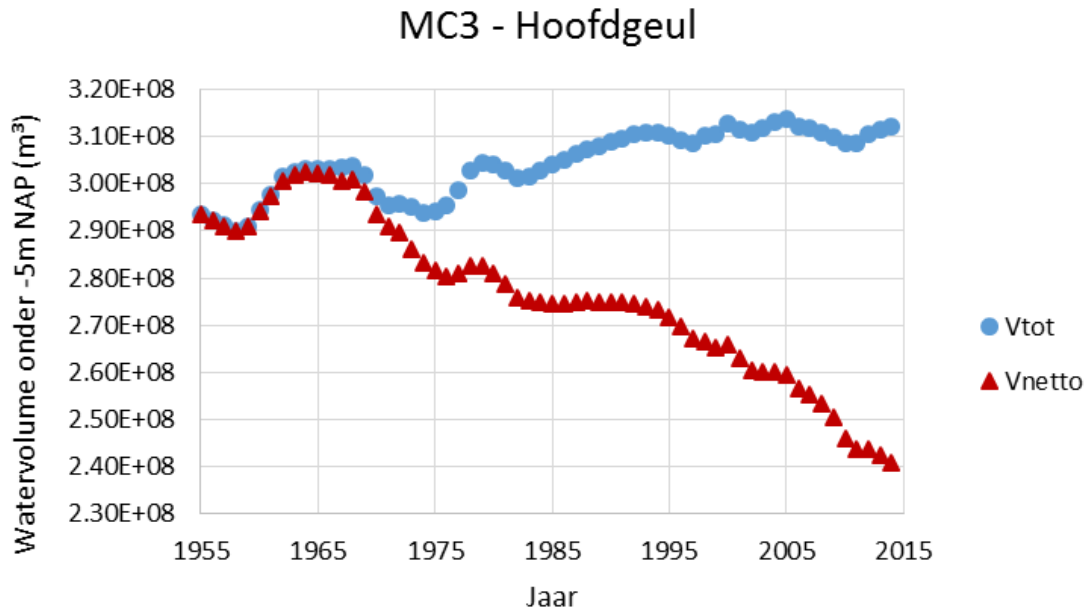
Figuur C-7: Verhouding van watervolumes die doorheen de hoofd- versus nevengeul stroomt tijdens eb (Boven), Vloed(Midden) en de totale getijcyclus (Onder). Bron: SCALWEST2000 model Rijkswaterstaat Zee en Delta, data ontvangen van M. Schrijver.



## Bijlage C.6 Watervolume geulen i.r.t. volume van ingrepen

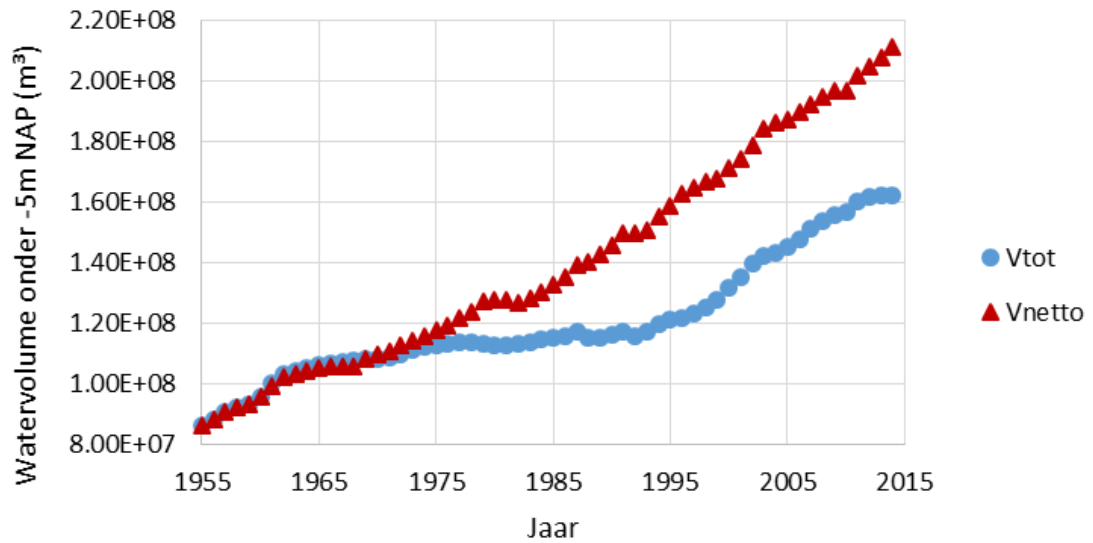


Figuur C-8: Evolutie in watervolume [ $m^3$ ] van de geulen (onder NAP -5m) voor de hoofd- (Boven) en nevengeul (Onder) van Macrocel 1. De grafieken presenteren de waargenomen jaarlijkse verandering ( $\Delta V_{tot}$ ) en de netto jaarlijkse verandering ( $\Delta V_{netto}$ ) die verkregen wordt door  $\Delta V_{tot}$  te verminderen met het netto volume van ingrepen (Bron: RWS ZD).

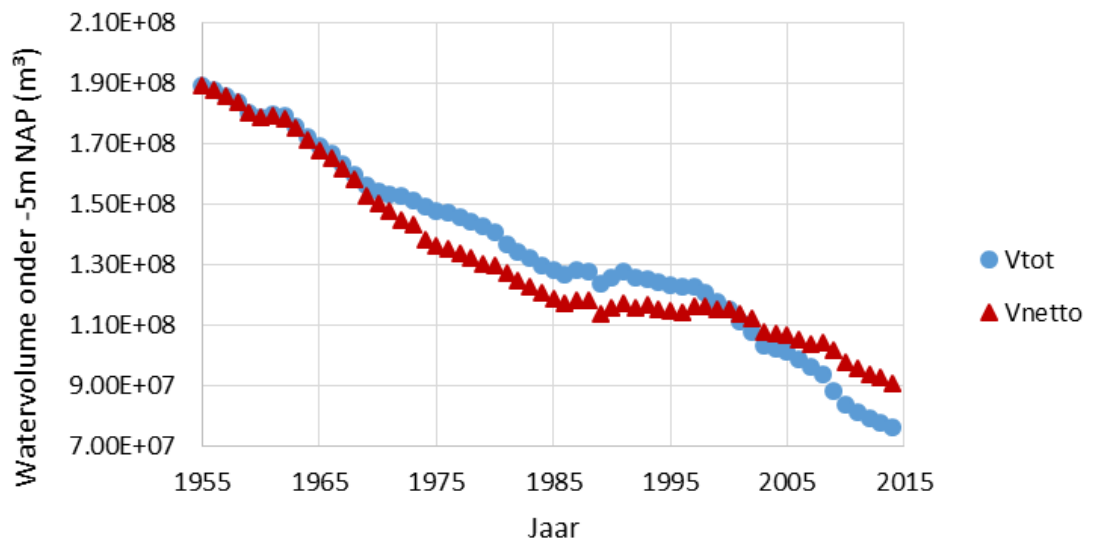


Figuur C-9: Evolutie in watervolume [ $m^3$ ] van de geulen (onder NAP -5m) voor de hoofd- (Boven) en nevengeul (Onder) van Macrocel 3. De grafieken presenteren de waargenomen jaarlijkse verandering ( $\Delta V_{tot}$ ) en de netto jaarlijkse verandering ( $\Delta V_{netto}$ ) die verkregen wordt door  $\Delta V_{tot}$  te verminderen met het netto volume van ingrepen.

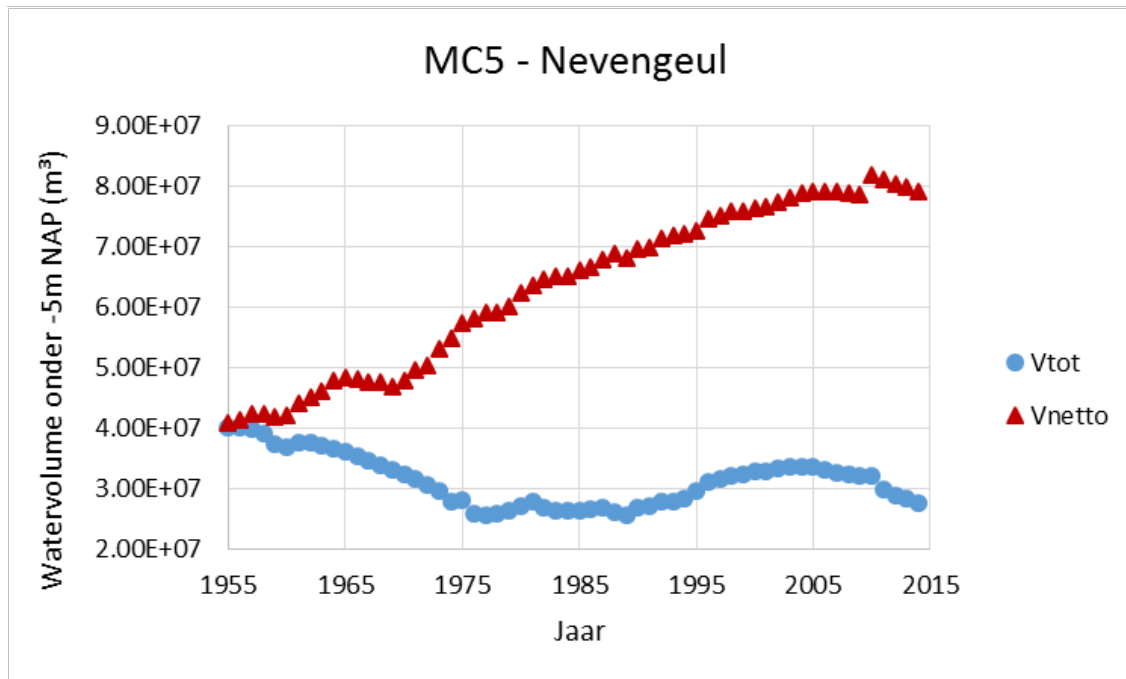
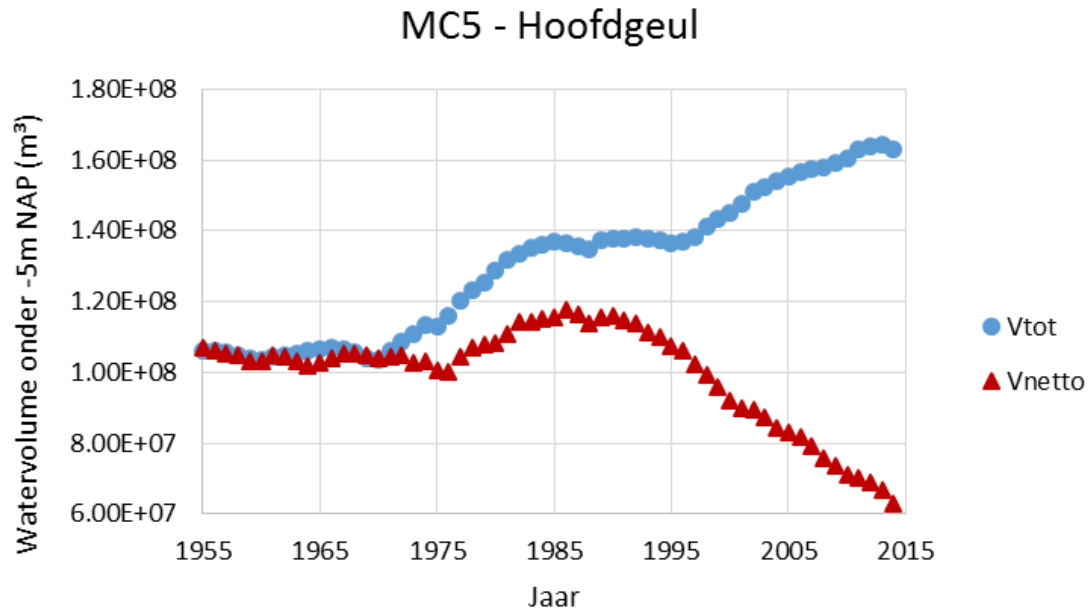
### MC4 - Hoofdgeul



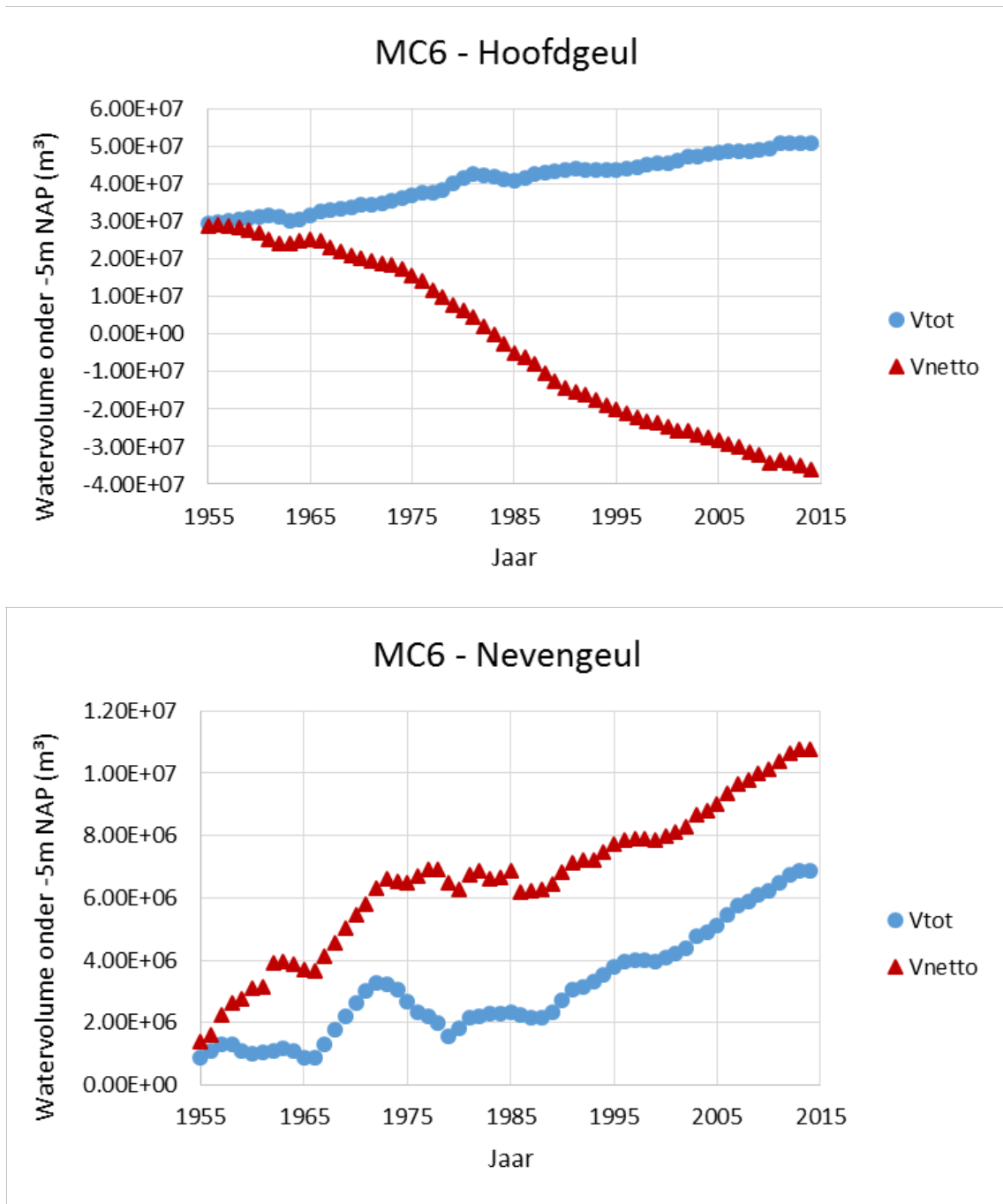
### MC4 - Nevengeul



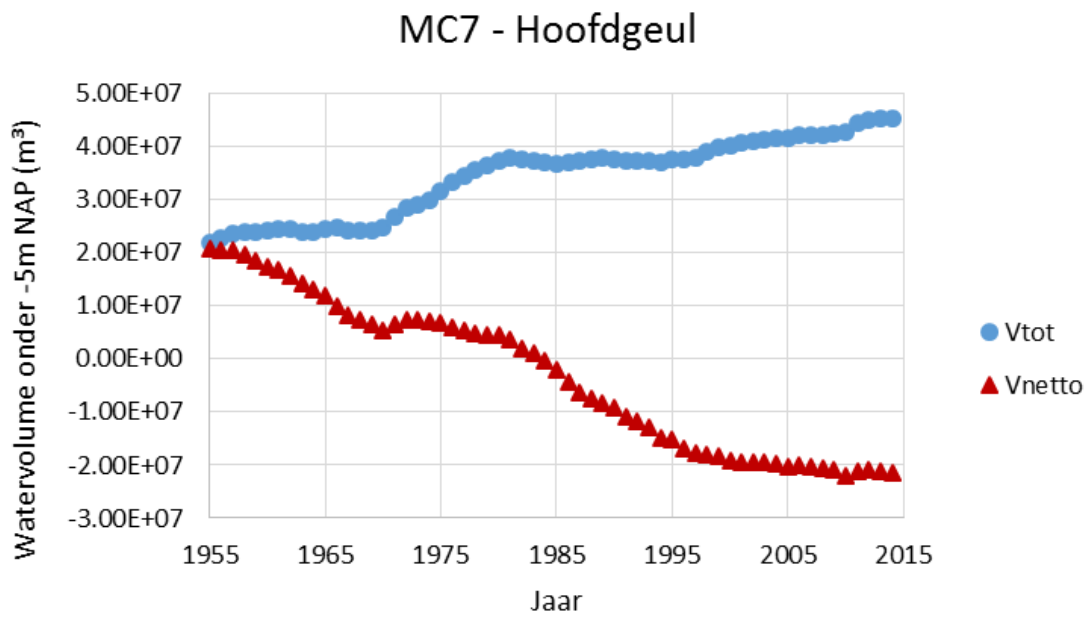
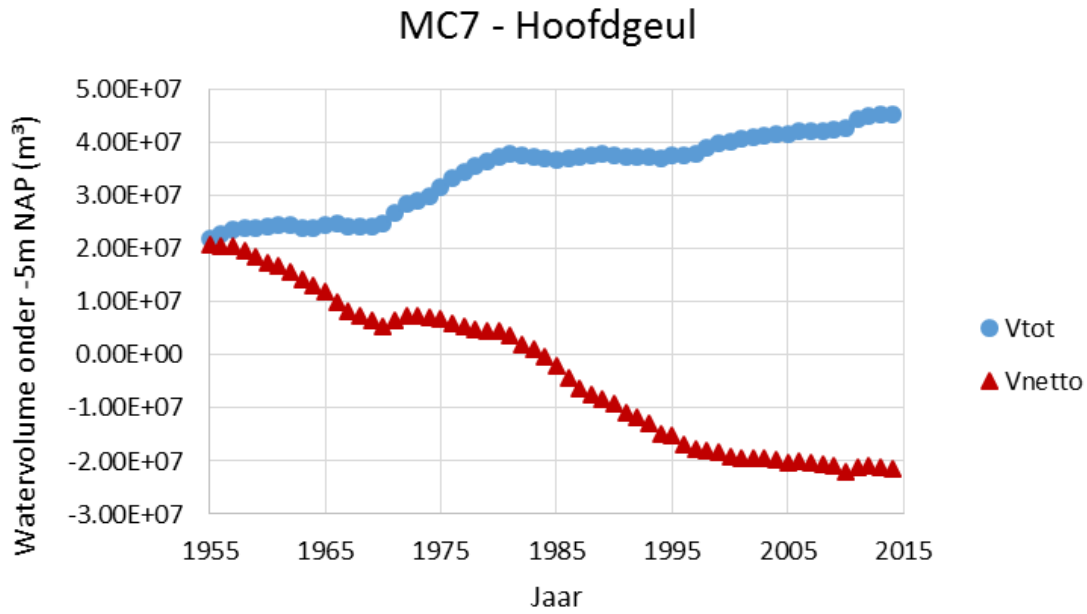
Figuur C-10: Evolutie in watervolume [m³] van de geulen (onder NAP -5m) voor de hoofd- (Boven) en nevengeul (Onder) van Macrocel 4. De grafieken presenteren de waargenomen jaarlijkse verandering ( $\Delta V_{tot}$ ) en de netto jaarlijkse verandering ( $\Delta V_{netto}$ ) die verkregen wordt door  $\Delta V_{tot}$  te verminderen met het netto volume van ingrepen.



Figuur C-11: Evolutie in watervolume [ $m^3$ ] van de geulen (onder NAP -5m) voor de hoofd- (Boven) en nevengeul (Onder) van Macrocel 5. De grafieken presenteren de waargenomen jaarlijkse verandering ( $\Delta V_{tot}$ ) en de netto jaarlijkse verandering ( $\Delta V_{tot}$ ) die verkregen wordt door  $\Delta V_{tot}$  te verminderen met het netto volume van ingrepen.



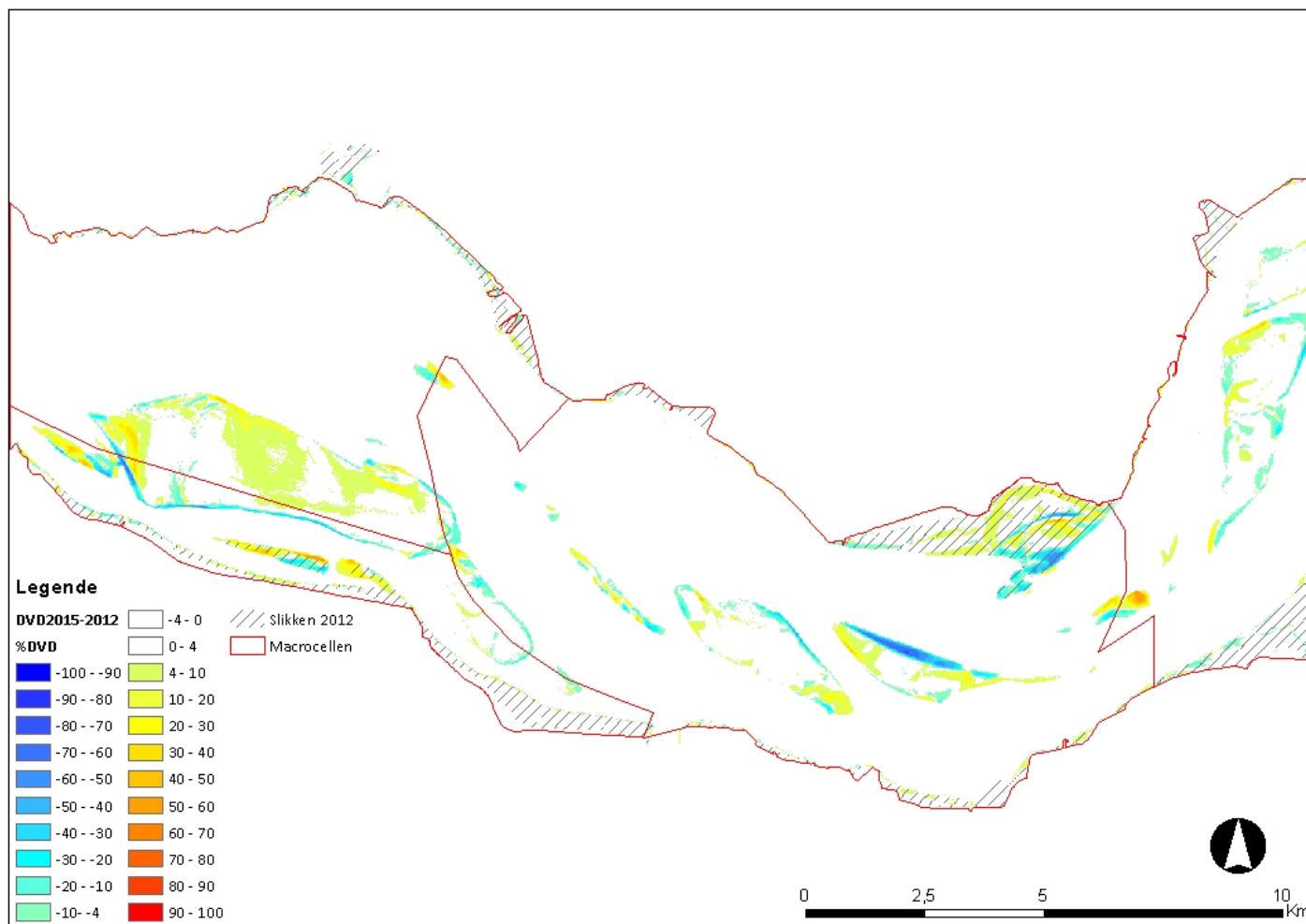
Figuur C-12: Evolutie in watervolume [m<sup>3</sup>] van de geulen (onder NAP -5m) voor de hoofd- (Boven) en nevengeul (Onder) van Macrocel 6. De grafieken presenteren de waargenomen jaarlijkse verandering ( $\Delta V_{tot}$ ) en de netto jaarlijkse verandering ( $\Delta V_{netto}$ ) die verkregen wordt door  $\Delta V_{tot}$  te verminderen met het netto volume van ingrepen.



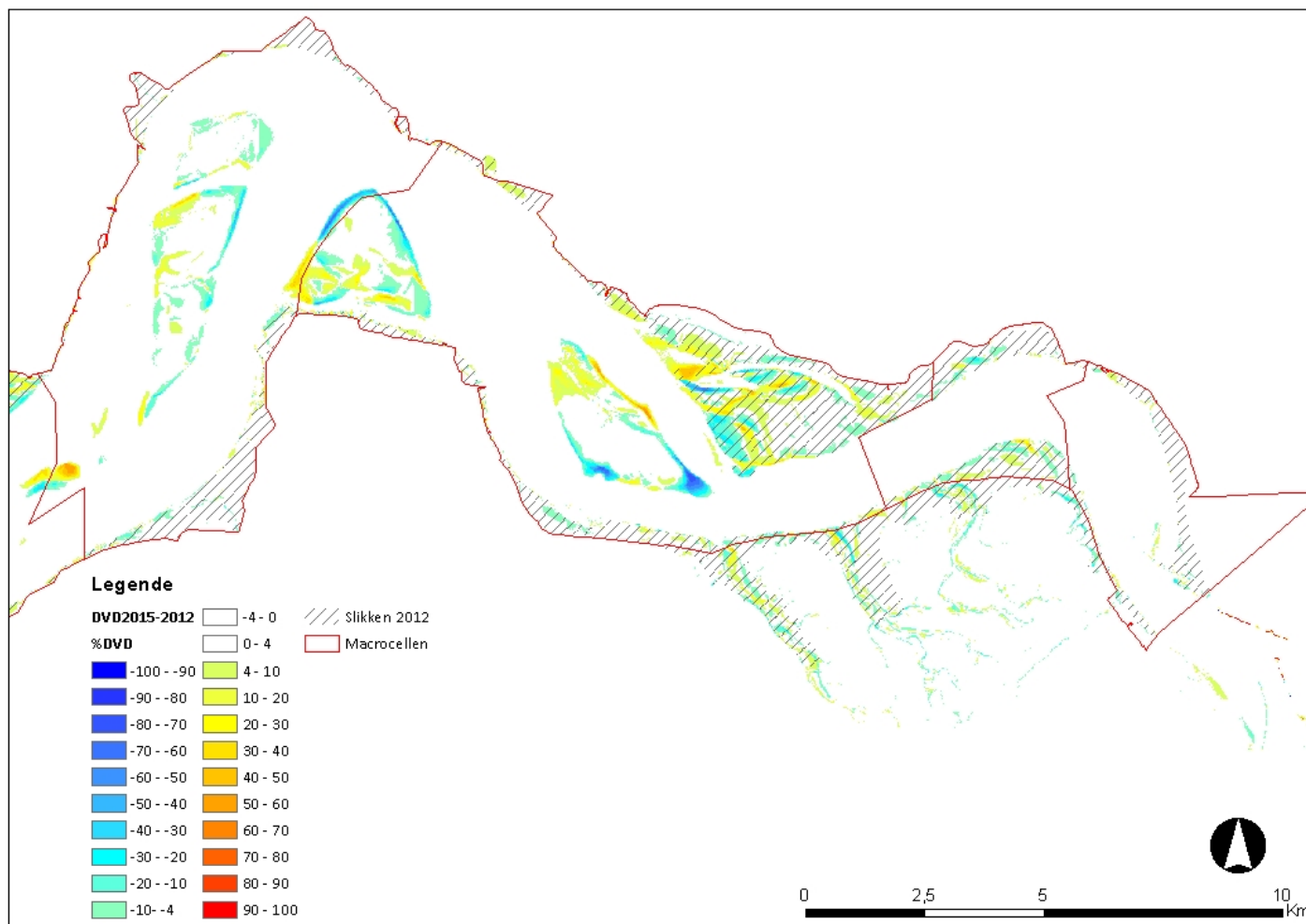
Figuur C-13: Evolutie in watervolume [ $m^3$ ] van de geulen (onder NAP -5m) voor de hoofd- (Boven) en nevengeul (Onder) van Macrocel 7. De grafieken presenteren de waargenomen jaarlijkse verandering ( $\Delta V_{tot}$ ) en de netto jaarlijkse verandering ( $\Delta V_{tot}$ ) die verkregen wordt door  $\Delta V_{tot}$  te verminderen met het netto volume van ingrepen.



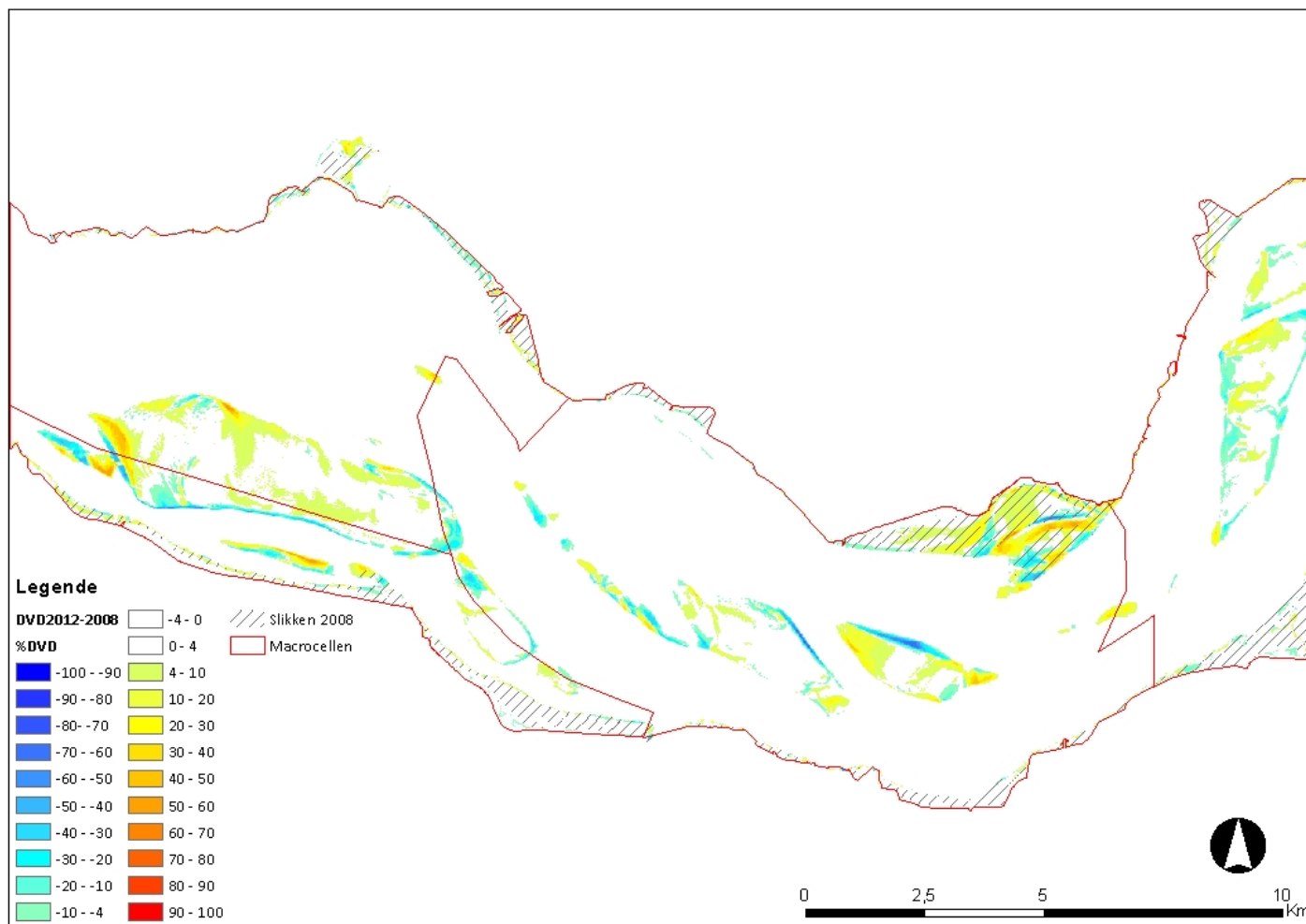
## Bijlage C.7 Verschilkaarten Droogvalduur



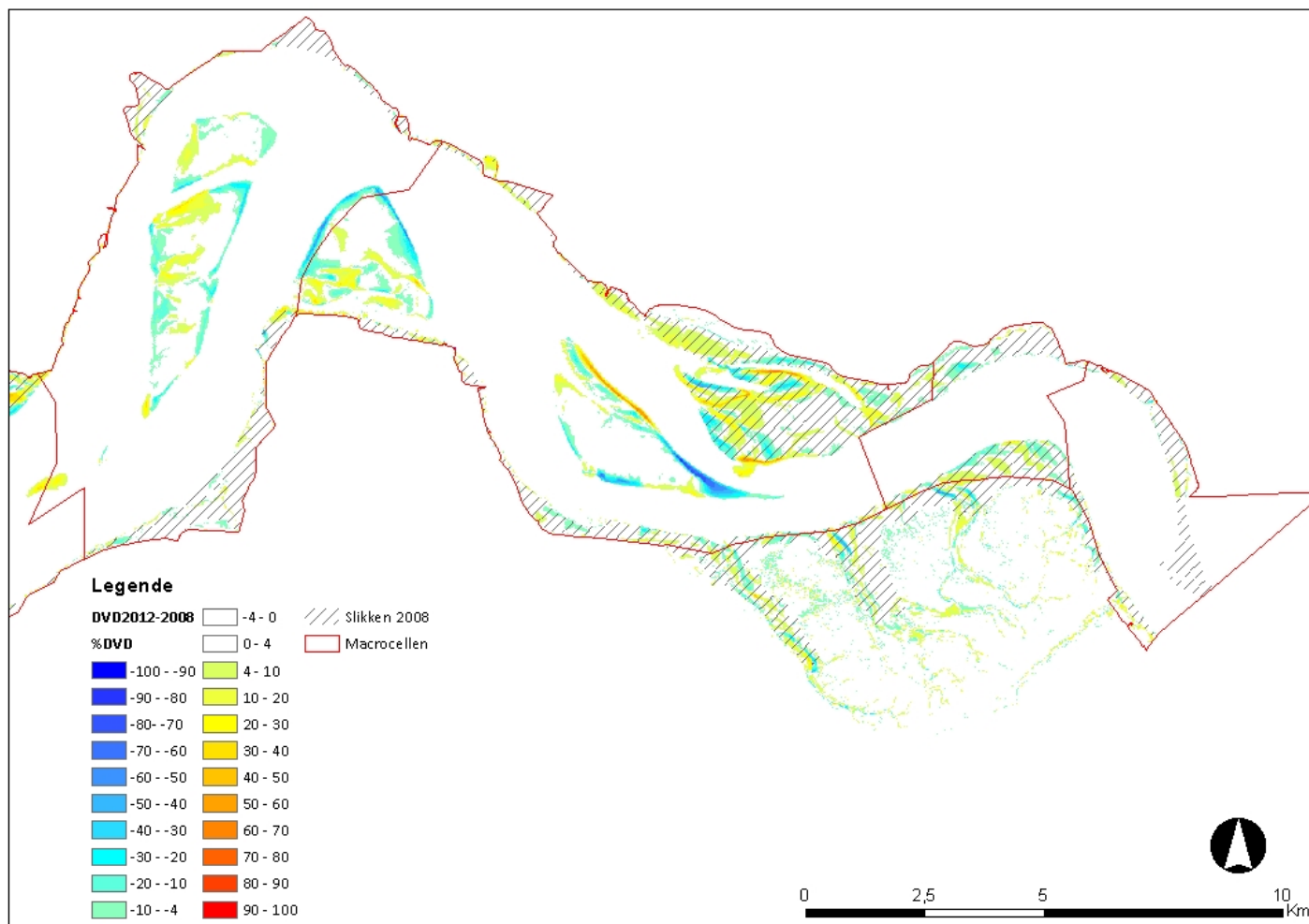
Figuur C-14: Verschilkaart droogvalduur van de Westerschelde (west) voor de periode 2015-2012.



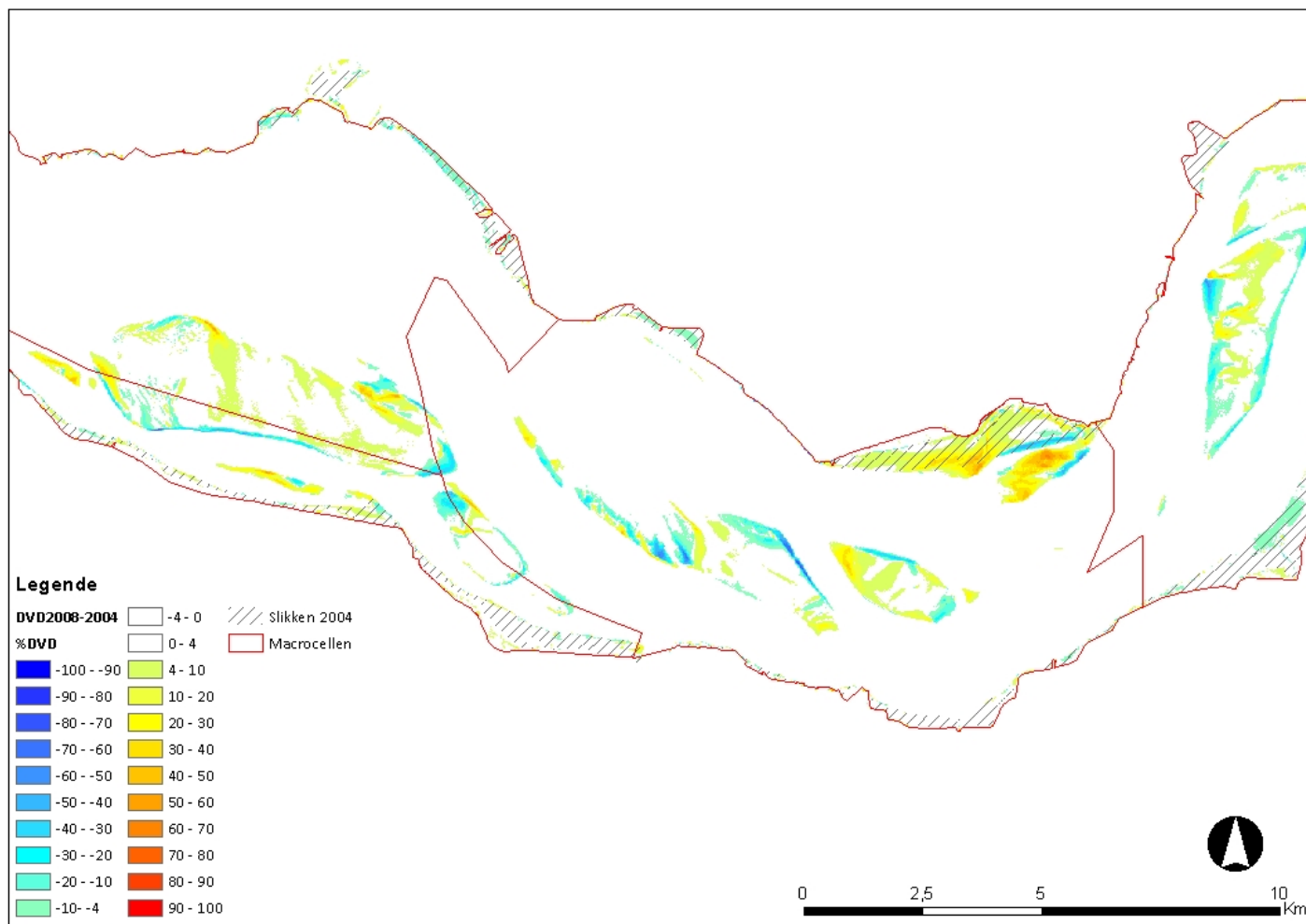
Figuur C-15: Verschilkaart droogvalduur van de Westerschelde (oost) voor de periode 2015-2012.



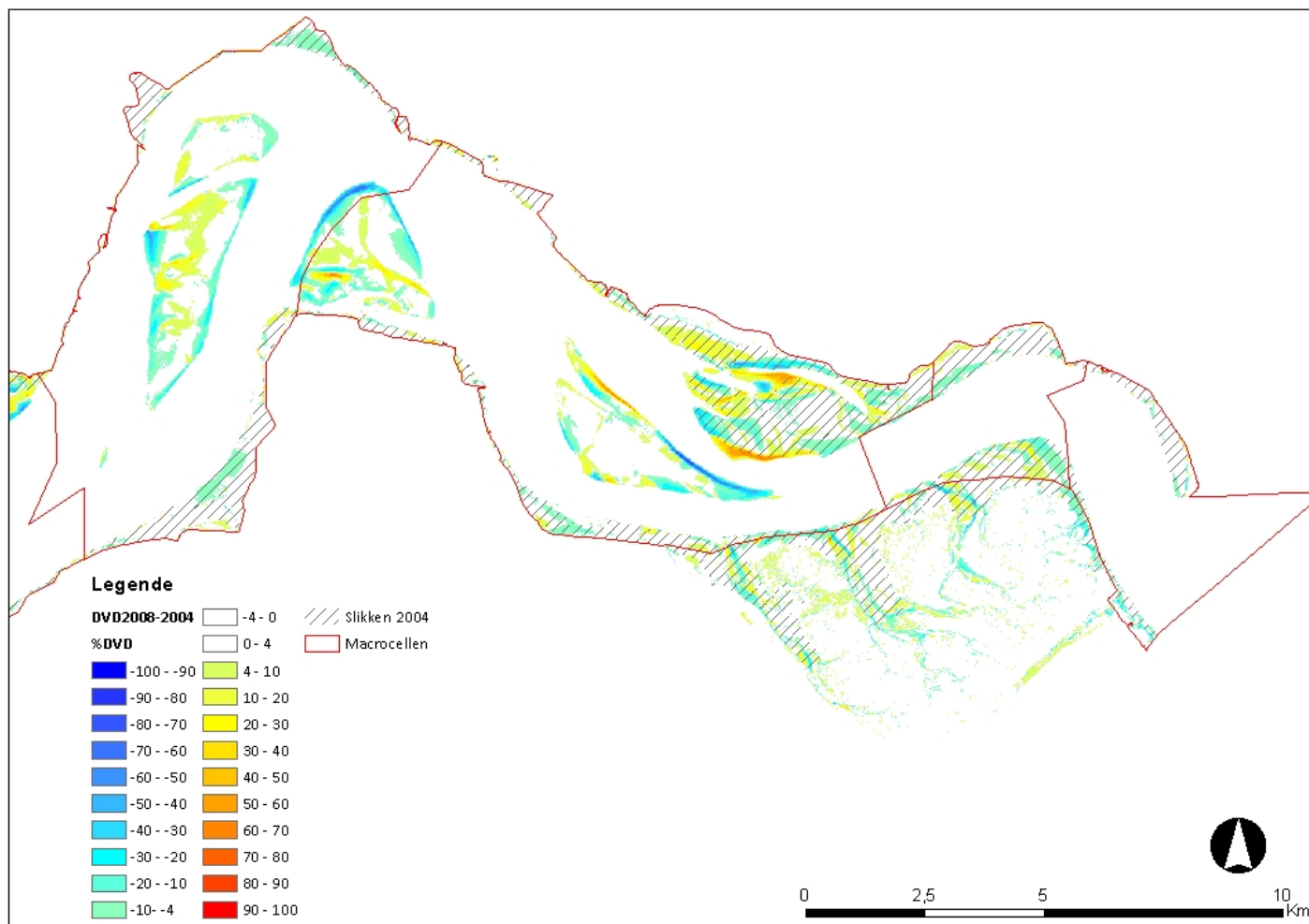
Figuur C-16: Verschilkaart droogvalduur van de Westerschelde (west) voor de periode 2012-2008.



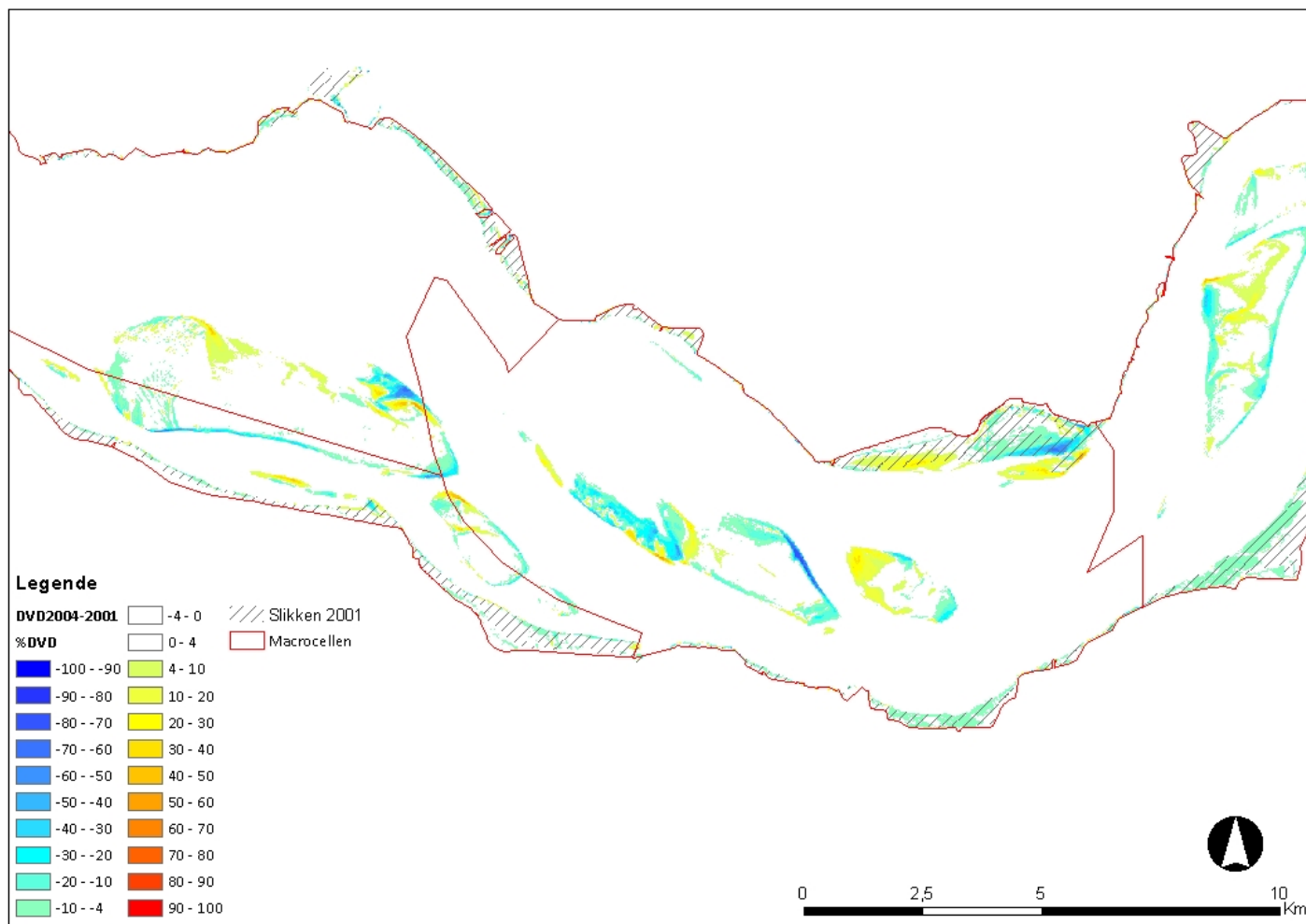
Figuur C-17: Verschilkaart droogvalduur van de Westerschelde (oost) voor de periode 2012-2008.



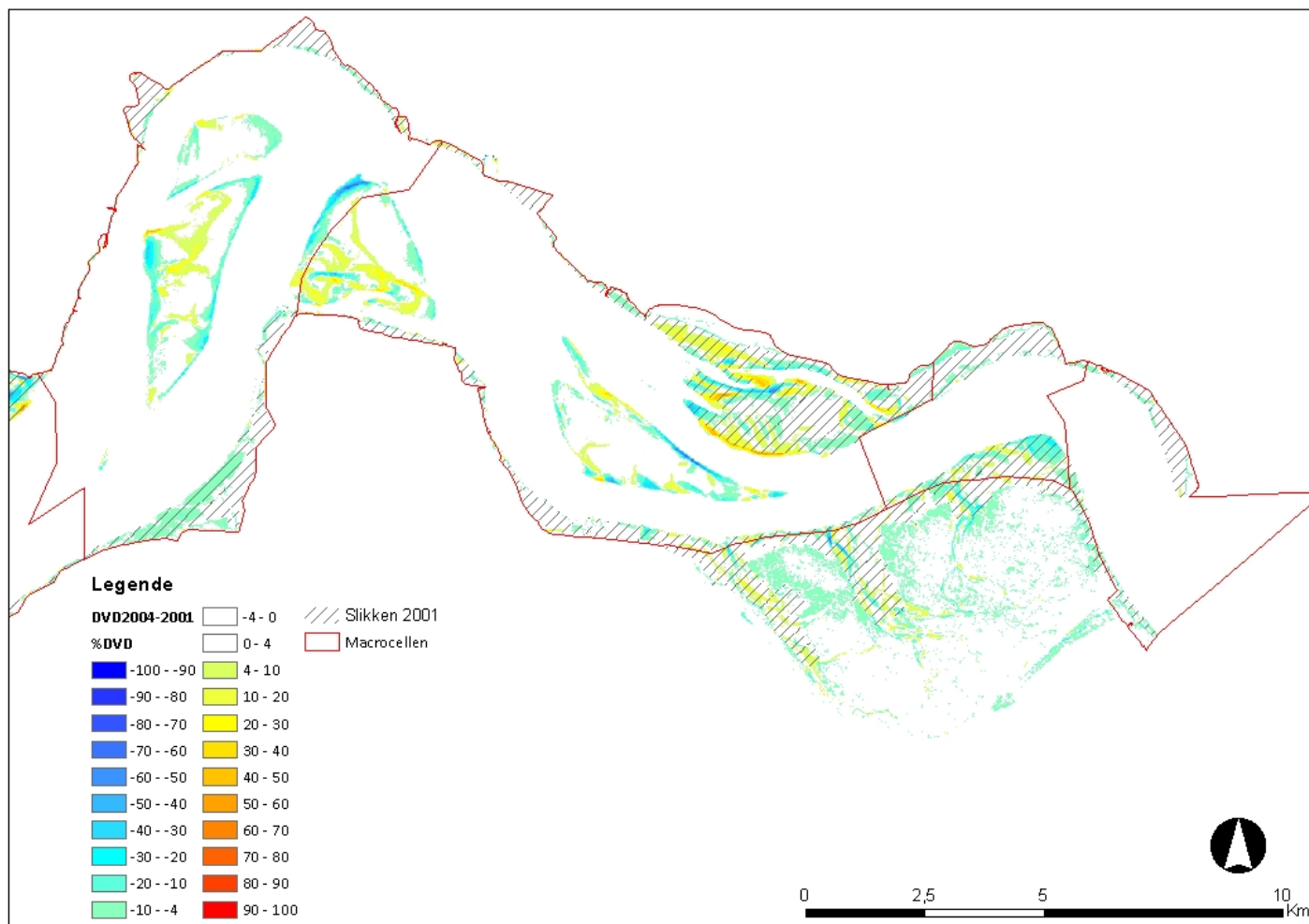
Figuur C-18: Verschilkaart droogvalduur van de Westerschelde (west) voor de periode 2008-2004.



Figuur C-19: Verschilkaart droogvalduur van de Westerschelde (oost) voor de periode 2008-2004.

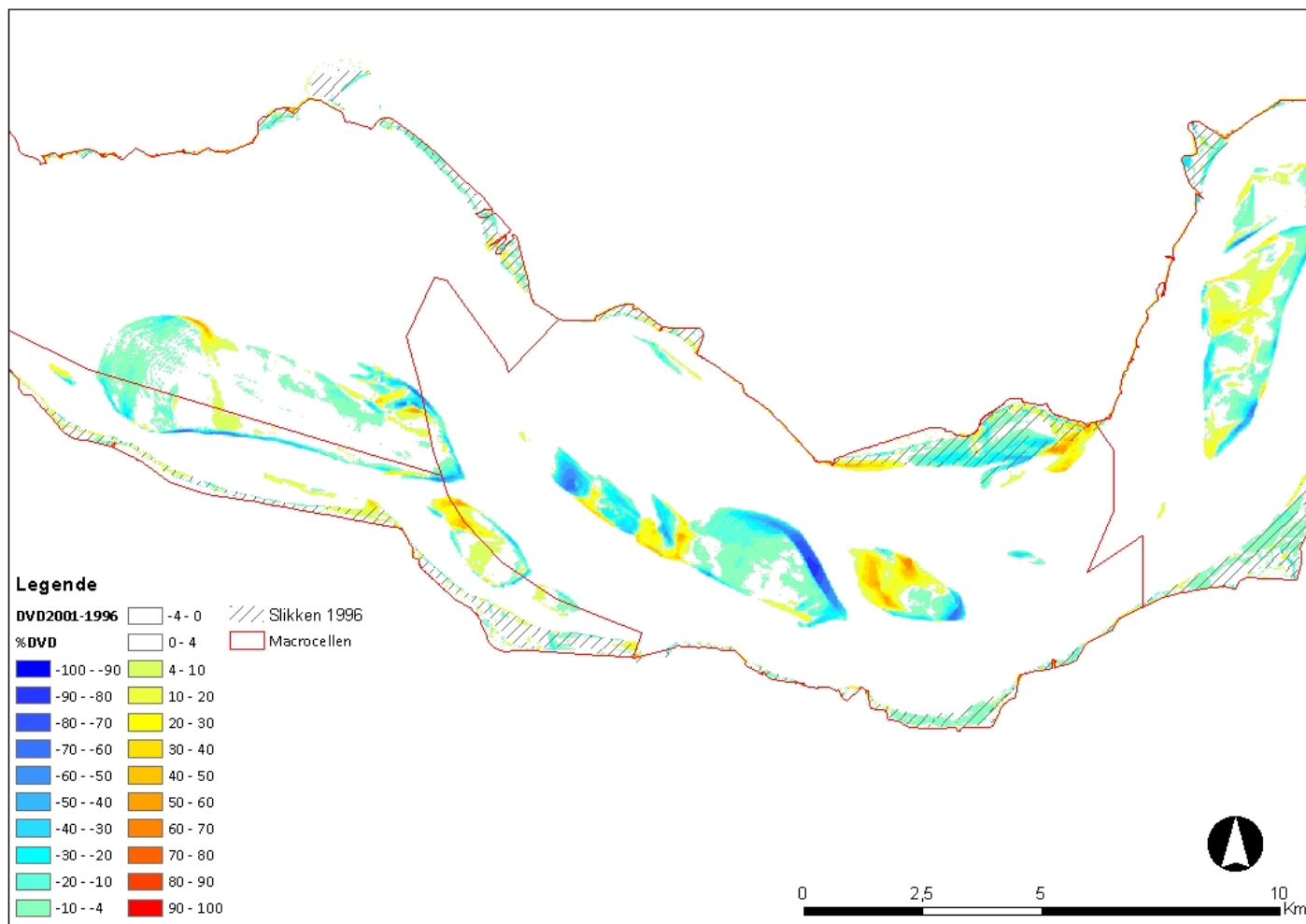


Figuur C-20: Verschilkaart droogvalduur van de Westerschelde (west) voor de periode 2004-2001.

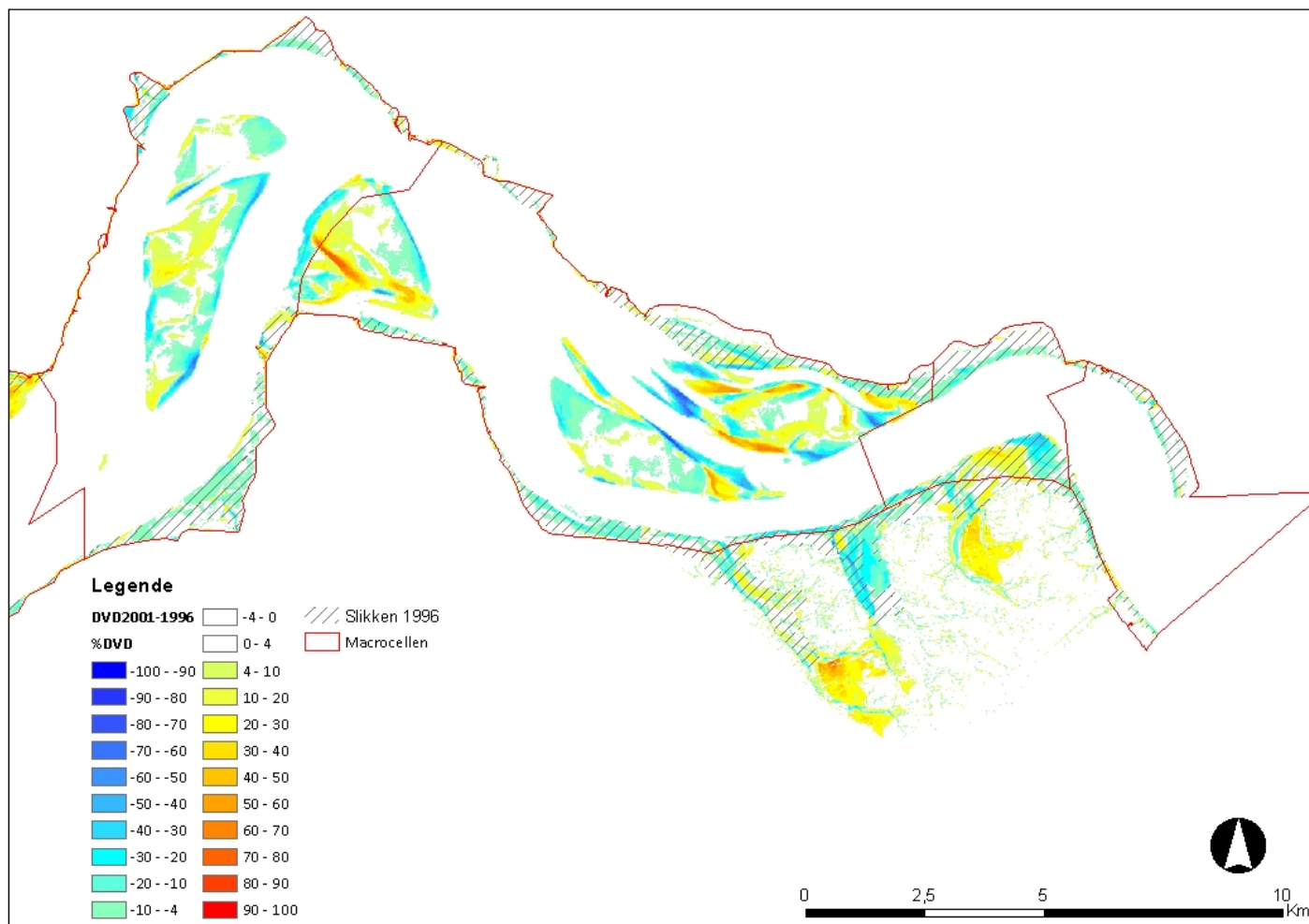


Figuur C-21: Verschilkaart droogvalduur van de Westerschelde (oost) voor de periode 2004-2001.



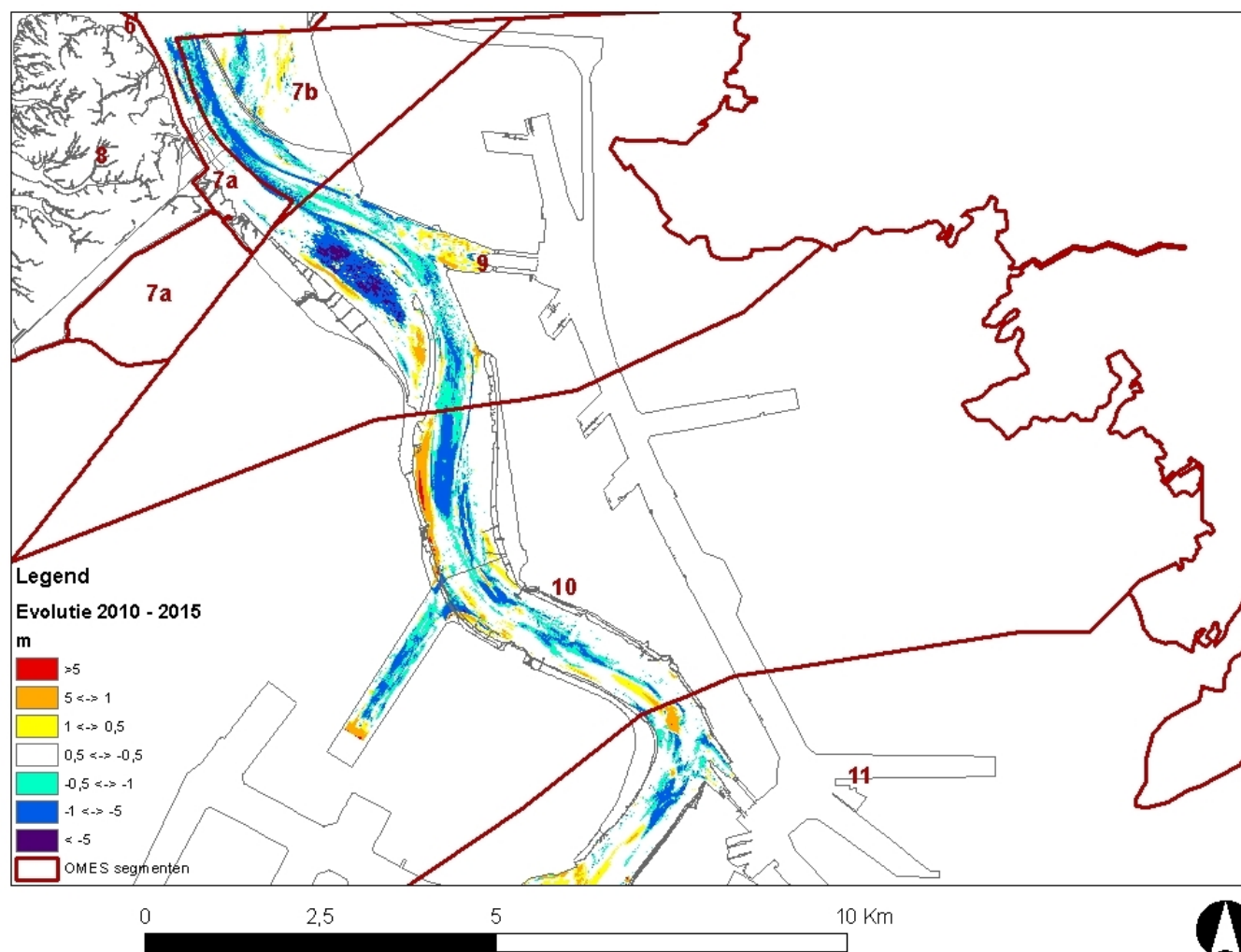


Figuur C-22: Verschilkaart droogvalduur van de Westerschelde (west) voor de periode 2001-1996.

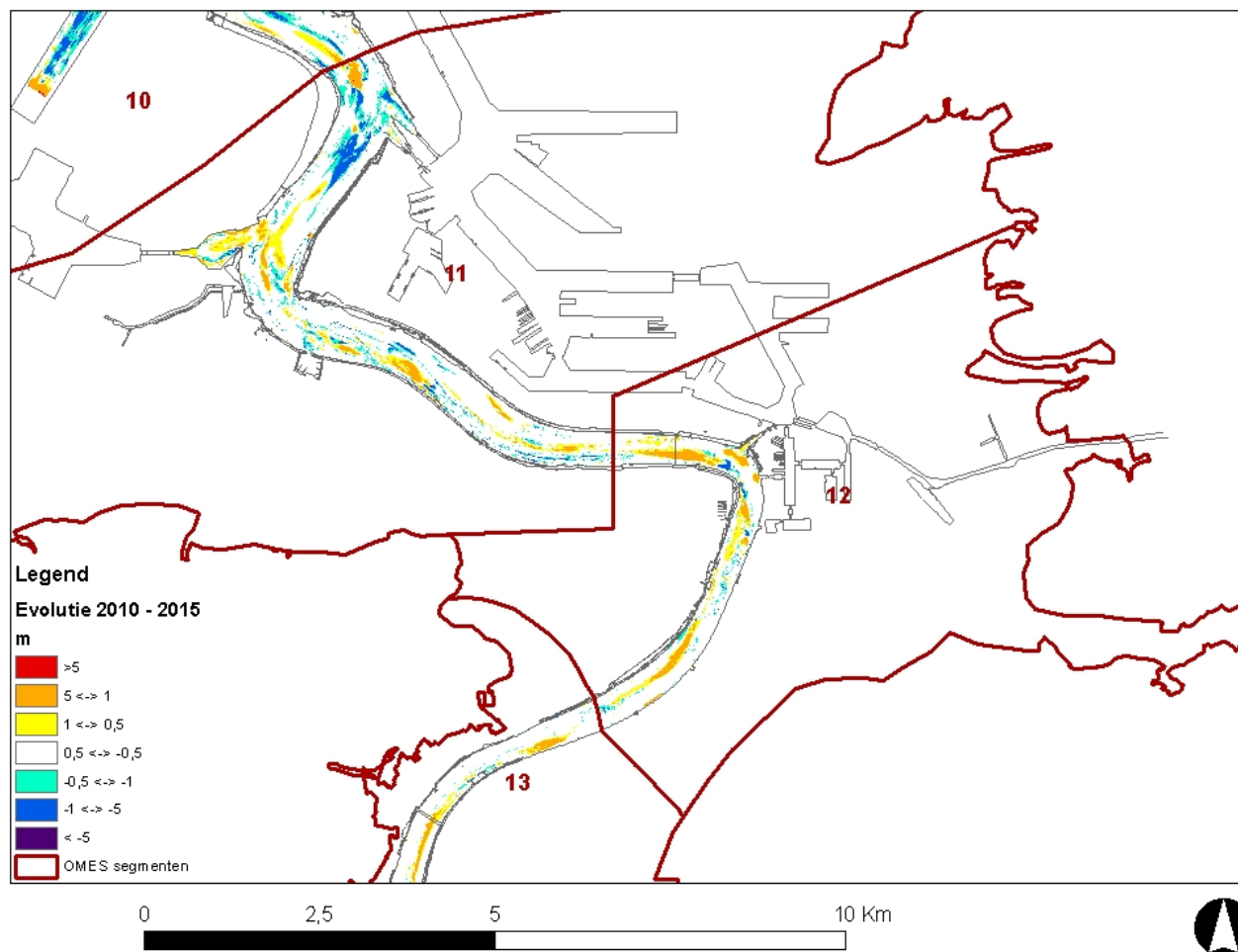


Figuur C-23: Verschilkaart droogvalduur van de Westerschelde (oost) voor de periode 2001-1996.

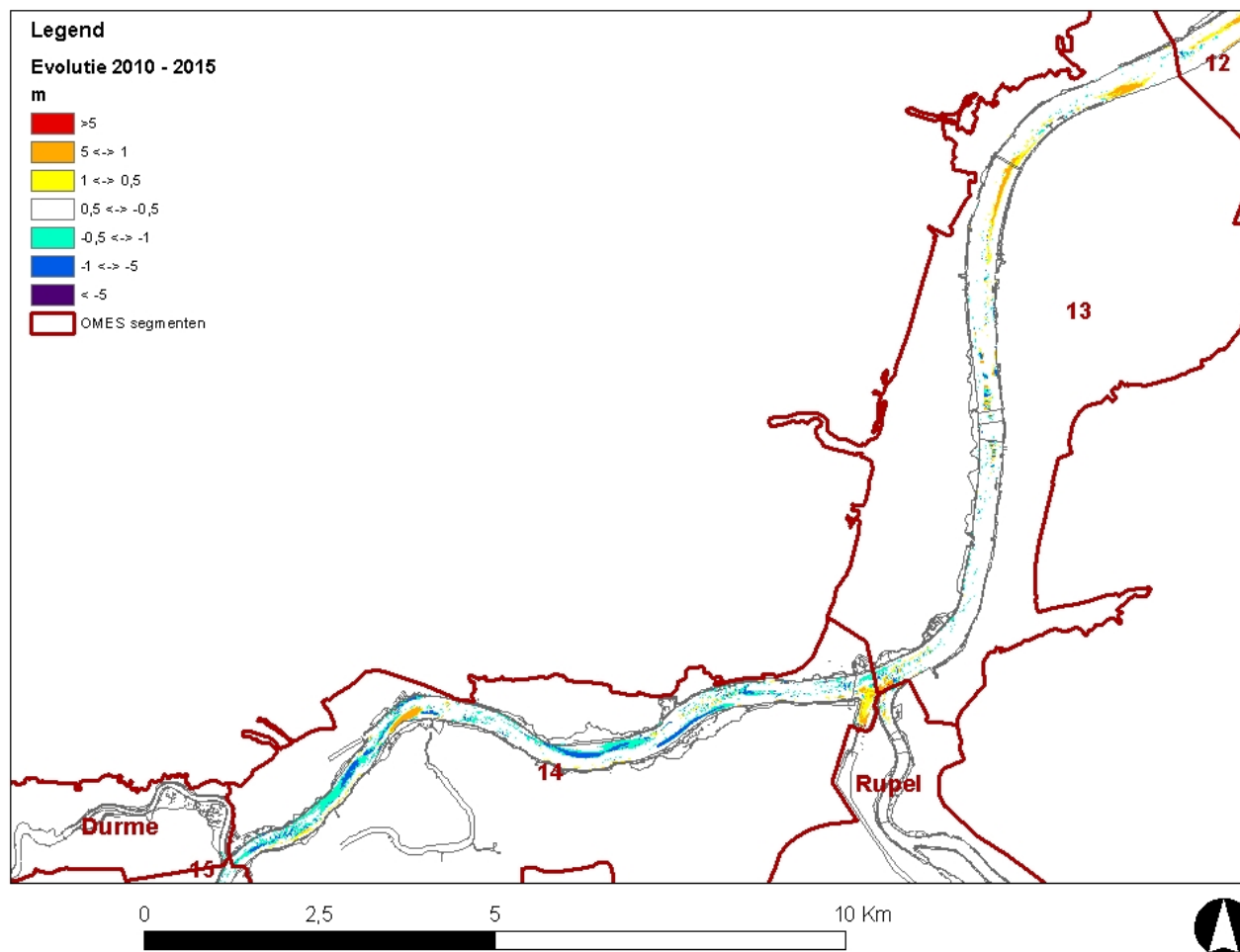
## Bijlage C.8 Erosie-Sedimentatie kaarten Zeeschelde



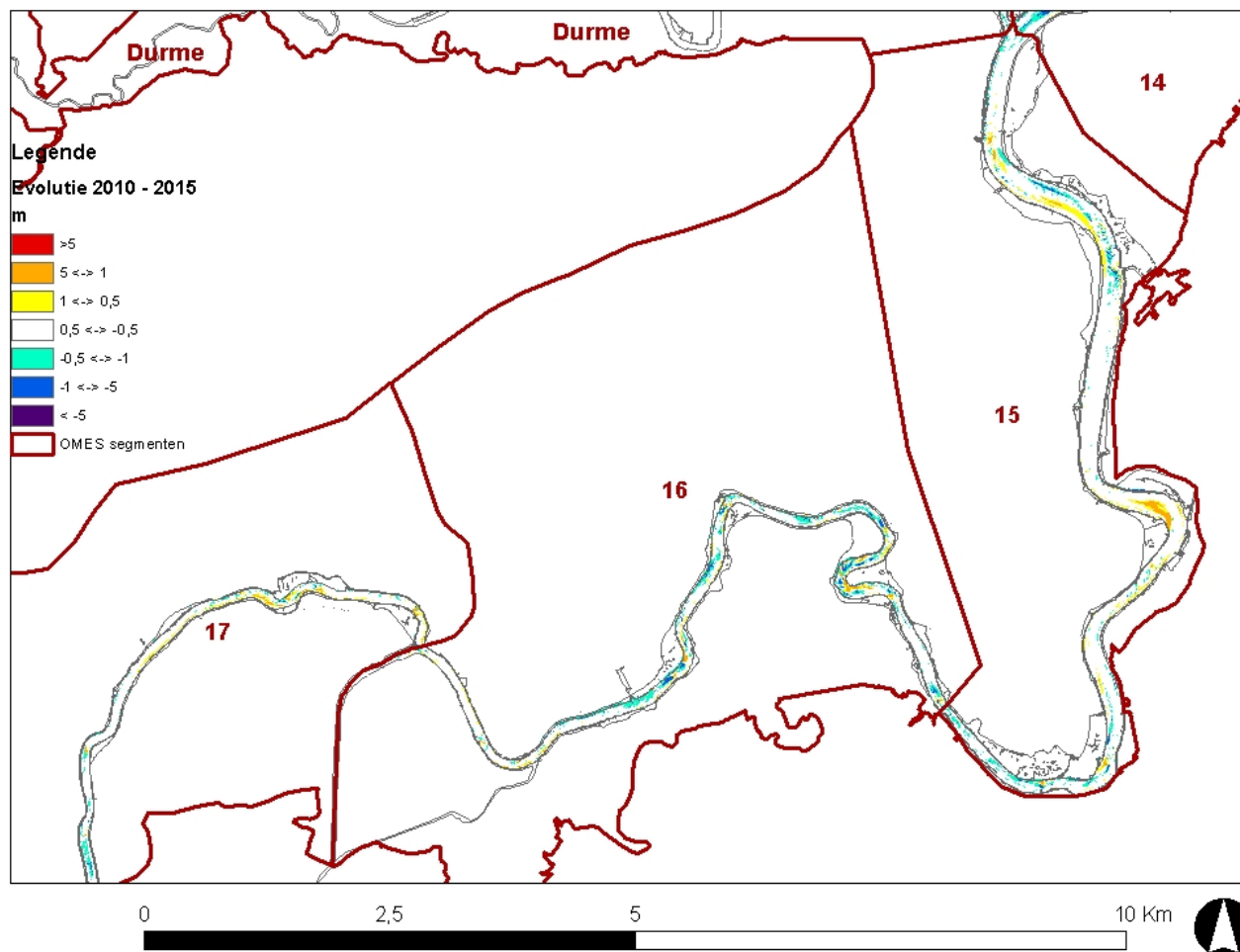
Figuur C-24: Erosie-sedimentatiekaart voor de periode 2010-2015 van de Beneden-Zeeschelde (OMES7-10) met aanduiding van de OMES-segmenten.



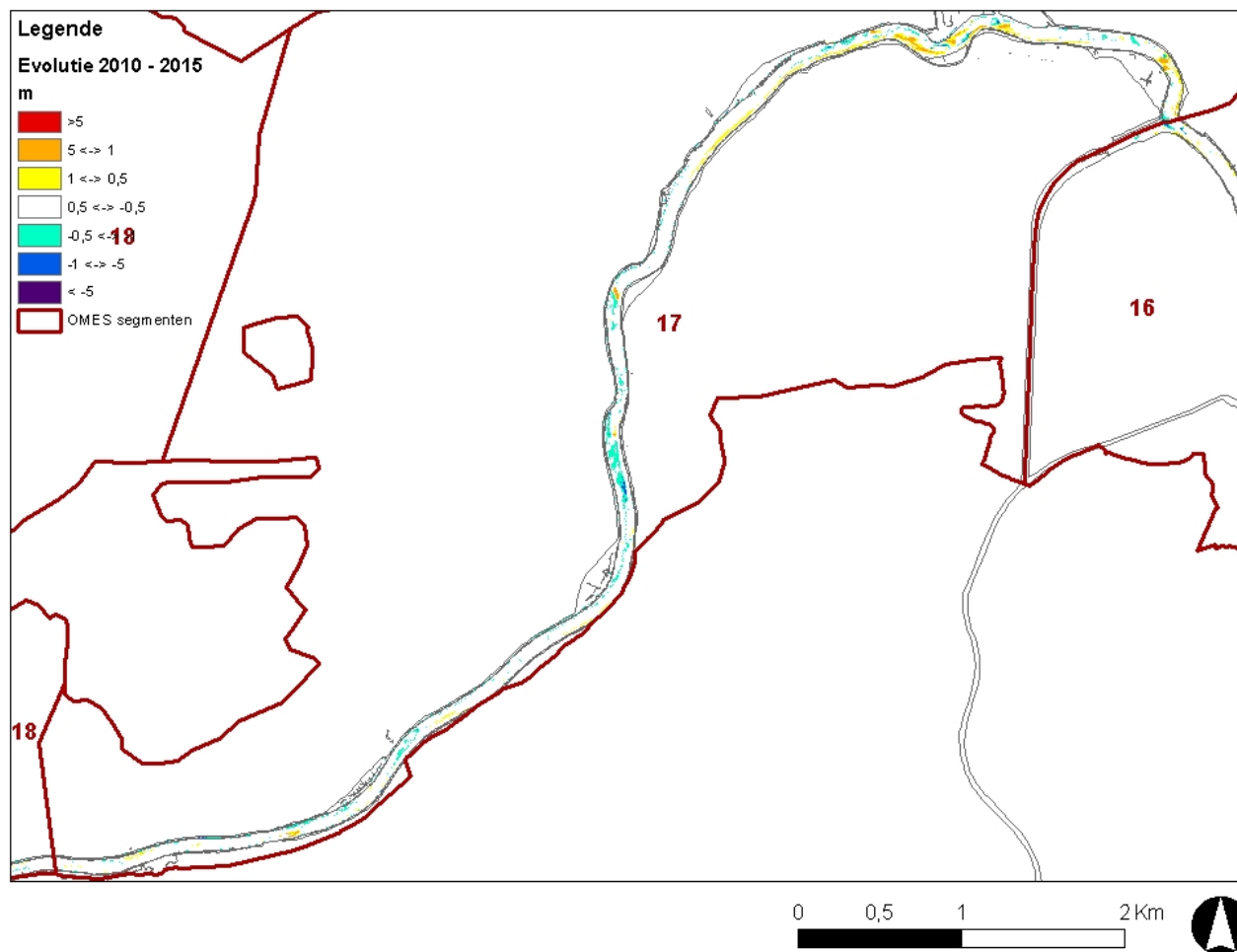
Figuur C-25: Erosie-sedimentatiekaart voor de periode 2010-2015 van de Beneden-Zeeschelde (OMES11-12) met aanduiding van de OMES-segmenten.



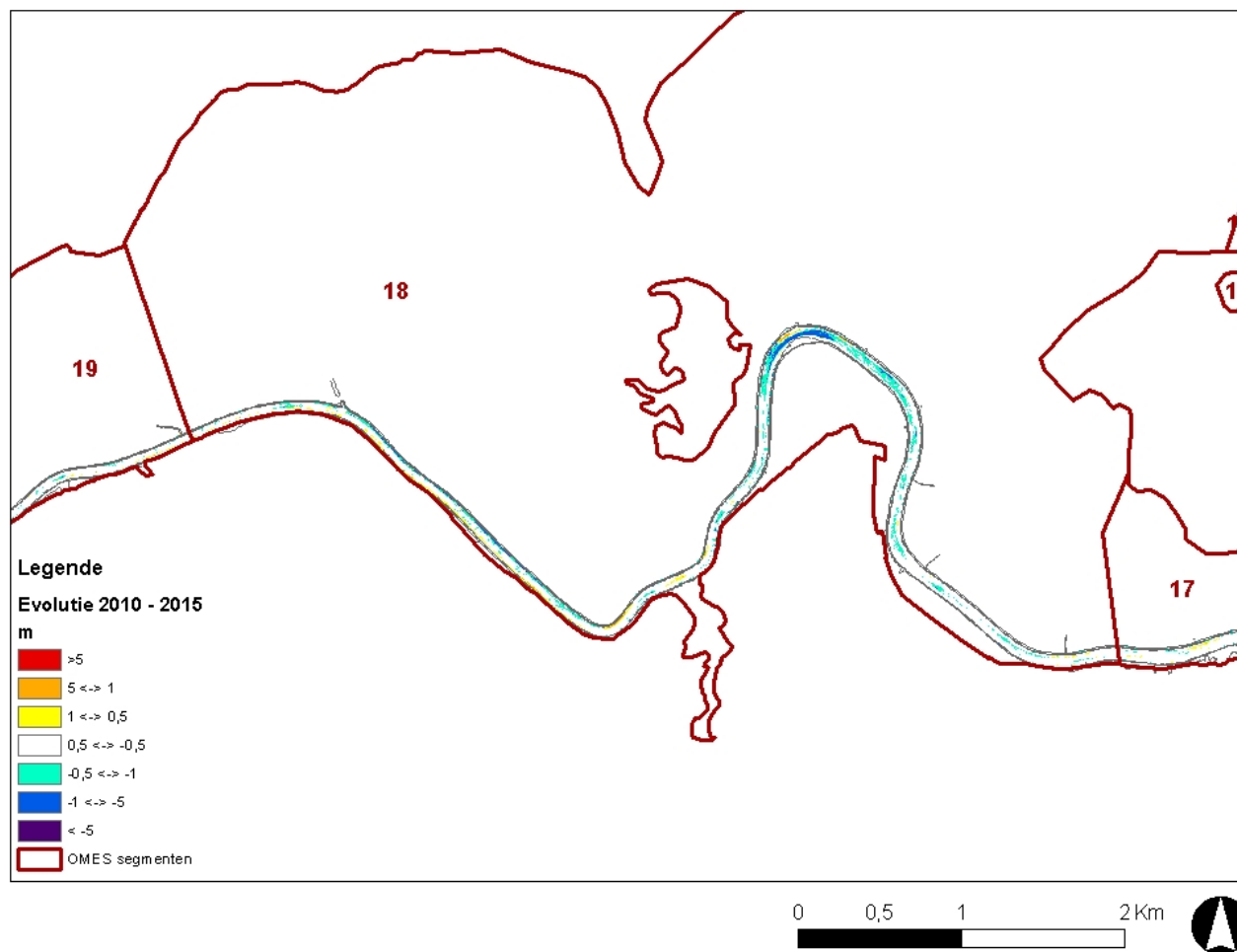
Figuur C-26: Erosie-sedimentatiekaart voor de periode 2010-2015 van de Zeeschelde (OMES13-14) met aanduiding van de OMES-segmenten.



Figuur C-27: Erosie-sedimentatiekaart voor de periode 2010-2015 van de Boven-Zeeschelde (OMES16-15) met aanduiding van de OMES-segmenten.

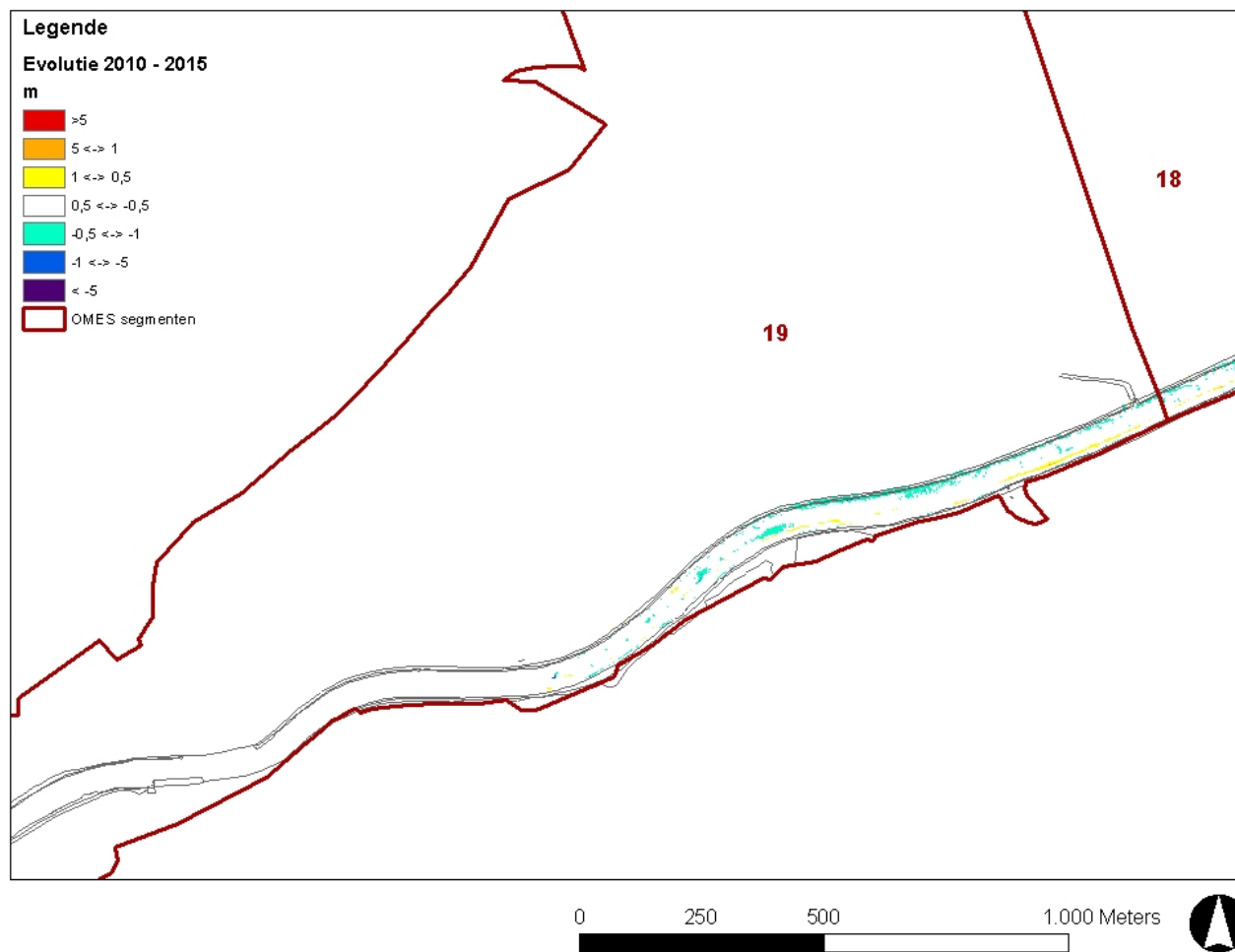


Figuur C-28: Erosie-sedimentatiekaart voor de periode 2010-2015 van de Boven-Zeeschelde (OMES17) met aanduiding van de OMES-segmenten.



Figuur C-29: Erosie-sedimentatiekaart voor de periode 2010-2015 van de Boven-Zeeschelde (OMES18) met aanduiding van de OMES-segmenten.





Figuur C-30: Erosie-sedimentatiekaart voor de periode 2010-2015 van de Boven-Zeeschelde (opgemeten deel van OMES19) met aanduiding van de OMES-segmenten.



## Bijlage D Figuren en Tabellen Waterkwaliteit

### Bijlage D.1 Toetsparameter Zuurstof

| Zone                          | Meetstation           | Absoluut minimum<br>(2,5 mg/l) |             | Winterpercentiel<br>(6 mg/l) |             | Zomerpercentiel<br>(5 mg/l) |             |
|-------------------------------|-----------------------|--------------------------------|-------------|------------------------------|-------------|-----------------------------|-------------|
|                               |                       | 2004-2009                      | 2010-2015   | 2004-2009                    | 2010-2015   | 2004-2009                   | 2010-2015   |
| Sterk polyhalien              | Vlissingen boei SSVH  | 6,24                           | 6,58        | 8,17                         | 8,45        | 6,80                        | 6,66        |
|                               | Terneuzen boei 20     | 6,66                           | 6,92        | 8,27                         | 8,50        | 6,30                        | 7,03        |
|                               | <b>MINIMUM</b>        | <b>6,24</b>                    | <b>6,58</b> | <b>8,17</b>                  | <b>8,45</b> | <b>6,30</b>                 | <b>6,66</b> |
| Polyhalien                    | Hoedekenskerke boei 4 | 6,61                           | 9,40        | 8,31                         | 9,40        | 6,67                        | 9,40        |
|                               | <b>MINIMUM</b>        | <b>6,61</b>                    | <b>9,40</b> | <b>8,31</b>                  | <b>9,40</b> | <b>6,67</b>                 | <b>9,40</b> |
| Mesohalieu                    | Hansweert geul        | 5,94                           | 6,70        | 8,54                         | 8,76        | 6,53                        | 6,80        |
|                               | <b>MINIMUM</b>        | <b>5,94</b>                    | <b>6,70</b> | <b>8,54</b>                  | <b>8,76</b> | <b>6,53</b>                 | <b>6,80</b> |
| 9 saliniteits-<br>gradiënt    | Schaar van Ouden Doel | 3,80                           | 5,40        | 6,44                         | 7,50        | 5,10                        | 5,92        |
|                               | Grens                 | 5,31                           | 5,65        | 6,63                         | 8,84        | 5,51                        | 5,93        |
|                               | <b>MINIMUM</b>        | <b>3,80</b>                    | <b>5,40</b> | <b>6,44</b>                  | <b>7,50</b> | <b>5,10</b>                 | <b>5,92</b> |
| 10 saliniteits-<br>gradiënt   | Liefkenshoek          | 4,58                           | 4,19        | 4,98                         | 6,99        | 4,90                        | 5,07        |
|                               | Haven                 | 6,50                           | 6,12        | 7,35                         | 9,17        | 7,40                        | 6,60        |
|                               | <b>MINIMUM</b>        | <b>4,58</b>                    | <b>4,19</b> | <b>4,98</b>                  | <b>6,99</b> | <b>4,90</b>                 | <b>5,07</b> |
| 11 saliniteits-<br>gradiënt   | Punt van Melsele      | 2,00                           | 3,10        | 3,49                         | 5,79        | 2,46                        | 4,03        |
| <b>MINIMUM</b>                | <b>2,00</b>           | <b>3,10</b>                    | <b>3,49</b> | <b>5,79</b>                  | <b>2,46</b> | <b>4,03</b>                 |             |
| 12 saliniteits-<br>gradiënt   | Antwerpen             | 0,60                           | 3,36        | 1,50                         | 5,20        | 1,00                        | 3,75        |
|                               | <b>MINIMUM</b>        | <b>0,60</b>                    | <b>3,36</b> | <b>1,50</b>                  | <b>5,20</b> | <b>1,00</b>                 | <b>3,75</b> |
| 13 oligohalieu                | Kruike                | 0,10                           | 2,84        | 0,97                         | 4,70        | 0,15                        | 3,51        |
|                               | <b>MINIMUM</b>        | <b>0,10</b>                    | <b>2,84</b> | <b>0,97</b>                  | <b>4,70</b> | <b>0,15</b>                 | <b>3,51</b> |
| 14 oligohalieu                | Steendorp             | 0,29                           | 2,43        | 0,66                         | 4,85        | 0,54                        | 3,72        |
|                               | Temse                 | 0,44                           | 2,25        | 0,70                         | 4,80        | 0,64                        | 3,73        |
|                               | <b>MINIMUM</b>        | <b>0,29</b>                    | <b>2,25</b> | <b>0,66</b>                  | <b>4,80</b> | <b>0,54</b>                 | <b>3,72</b> |
| 15 zoet lange<br>verblijftijd | Lippenbroek           | 0,46                           | 2,76        | 3,02                         | 5,27        | 0,60                        | 4,28        |
|                               | <b>MINIMUM</b>        | <b>0,46</b>                    | <b>2,76</b> | <b>3,02</b>                  | <b>5,27</b> | <b>0,60</b>                 | <b>4,28</b> |
| 16 zoet lange<br>verblijftijd | Baasrode              | 1,47                           | 4,36        | 5,52                         | 6,07        | 1,95                        | 5,08        |
|                               | Dendermonde           | 0,96                           | 3,92        | 2,38                         | 6,90        | 1,10                        | 4,65        |
|                               | <b>MINIMUM</b>        | <b>0,96</b>                    | <b>3,92</b> | <b>2,38</b>                  | <b>6,07</b> | <b>1,10</b>                 | <b>4,65</b> |
| 17 zoet korte<br>verblijftijd | Sint Onolfs           | 1,10                           | 4,01        | 1,87                         | 7,03        | 1,22                        | 4,84        |
|                               | Appels                | 0,80                           | 4,42        | 1,58                         | 7,15        | 1,35                        | 4,57        |
|                               | <b>MINIMUM</b>        | <b>0,80</b>                    | <b>4,01</b> | <b>1,58</b>                  | <b>7,03</b> | <b>1,22</b>                 | <b>4,57</b> |
| 18 zoet korte<br>verblijftijd | Uitbergen             | 0,64                           | 3,80        | 1,47                         | 7,35        | 0,77                        | 4,20        |
|                               | <b>MINIMUM</b>        | <b>0,64</b>                    | <b>3,80</b> | <b>1,47</b>                  | <b>7,35</b> | <b>0,77</b>                 | <b>4,20</b> |
| 19 zoet korte<br>verblijftijd | Wetteren              | 0,80                           | 3,82        | 2,50                         | 6,85        | 1,17                        | 4,50        |
|                               | Melle                 | 0,20                           | 4,89        | 3,57                         | 7,08        | 0,72                        | 5,13        |
|                               | <b>MINIMUM</b>        | <b>0,20</b>                    | <b>3,82</b> | <b>2,50</b>                  | <b>6,85</b> | <b>0,72</b>                 | <b>4,50</b> |
| Rupel                         | Boom                  | 0,02                           | 2,92        | 0,42                         | 5,25        | 0,05                        | 3,30        |
|                               | Dijle estuarien       | 3,61                           | 2,36        | 4,70                         | 5,09        | 3,74                        | 3,09        |
|                               | Niel                  | 3,30                           | 2,74        | 5,30                         | 4,82        | 4,18                        | 3,07        |
|                               | Terhagen              | 4,70                           | 2,96        | 5,65                         | 4,85        | 4,75                        | 3,31        |
|                               | <b>MINIMUM</b>        | <b>0,02</b>                    | <b>2,36</b> | <b>0,42</b>                  | <b>4,82</b> | <b>0,05</b>                 | <b>3,07</b> |
| Durme                         | Durme                 | 1,30                           | 2,63        | 1,95                         | 3,92        | 1,65                        | 3,24        |
|                               | <b>MINIMUM</b>        | <b>1,30</b>                    | <b>2,63</b> | <b>1,95</b>                  | <b>3,92</b> | <b>1,65</b>                 | <b>3,24</b> |
| Dender                        | Dender                | 2,90                           | 4,35        | 5,50                         | 7,88        | 3,00                        | 4,45        |
|                               | <b>MINIMUM</b>        | <b>2,90</b>                    | <b>4,35</b> | <b>5,50</b>                  | <b>7,88</b> | <b>3,00</b>                 | <b>4,45</b> |

Tabel D-1: Toetsparameter Zuurstof – periodieke meetcampagnes: evaluatie per meetlocatie.

## **Bijlage D.2 Toetsparameter Toxische Stoffen**

### **Bijlage D.2.1 Rekenparameter chemische waterkwaliteit oppervlaktewater**

Dit hoofdstuk bevat achtereenvolgens tabellen voor metalen, PAK's en pesticiden.

| Zone          | Station               | Parameter | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
|---------------|-----------------------|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Sterk Poly    | Terneuzen boei 20     | Cadmium   | 0.4  | 0.4  | 0.25 | 0.3  | 0.35 | 0.25 | 0.25 | 0.3  | 0.25 | 0.35 | 0.25 | 0.2  | 0.4  | 0.55 | 0.45 | 0.2  | 0.7  | 0.7  | 0.5  | 0.5  | 0.45 |
| Sterk Poly    | Terneuzen boei 20     | Kwik      | 0.2  | 0.2  | 0.2  | 0.2  | 0.2  | 1    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| Sterk Poly    | Terneuzen boei 20     | Lood      | 0.02 | 0.03 | 0.02 | 0.01 | 0.02 | 0.04 | 0.04 | 0.04 | 0.04 | 0.04 | 0.01 | 0    | 0.01 | 0.01 | 0.02 | 0.01 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.01 | 0.01 |
| Sterk Poly    | Terneuzen boei 20     | Nikkel    | 0.13 | 0.11 | 0.1  | 0.1  | 0.1  | 0.1  | NA   | 0.08 | 0.08 | 0.09 | 0.06 | 0.05 | 0.08 | 0.09 | 0.08 | 0.08 | 0.08 | 0.08 | 0.08 | 0.06 | 0.06 |
| Sterk Poly    | Terneuzen boei 20     | TU_metaal | 0.19 | 0.18 | 0.14 | 0.15 | 0.17 | 0.35 | 0.25 | 0.14 | 0.12 | 0.16 | 0.11 | 0.08 | 0.12 | 0.16 | 0.14 | 0.07 | 0.2  | 0.2  | 0.2  | 0.15 | 0.14 |
| Sterk Poly    | Vlissingen boei SSVH  | Cadmium   | 0.2  | 0.2  | 0.15 | 0.2  | 0.2  | 0.15 | 0.15 | 0.15 | 0.15 | 0.2  | 0.15 | 0.15 | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.15 | 0.6  | 0.6  | 0.5  | 0.4  | 0.4  |
| Sterk Poly    | Vlissingen boei SSVH  | Kwik      | 0.2  | 0.2  | 0.4  | 0.6  | 0.2  | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| Sterk Poly    | Vlissingen boei SSVH  | Lood      | 0.02 | 0.01 | 0.02 | 0.01 | 0.02 | 0.04 | 0.04 | 0.04 | 0.04 | 0.04 | 0.01 | 0    | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.02 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 |
| Sterk Poly    | Vlissingen boei SSVH  | Nikkel    | 0.06 | 0.06 | 0.06 | 0.06 | 0.06 | 0.06 | 0.06 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.04 | 0.03 | 0.05 | 0.06 | 0.05 | 0.04 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.04 | 0.05 |
| Sterk Poly    | Vlissingen boei SSVH  | TU_metaal | 0.12 | 0.12 | 0.16 | 0.22 | 0.12 | 0.08 | 0.15 | 0.08 | 0.08 | 0.1  | 0.07 | 0.06 | 0.08 | 0.08 | 0.08 | 0.05 | 0.17 | 0.16 | 0.14 | 0.11 | 0.12 |
| Poly          | Hoedekenskerke boei 4 | Cadmium   | 0.45 | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| Poly          | Hoedekenskerke boei 4 | Kwik      | 0.2  | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| Poly          | Hoedekenskerke boei 4 | Lood      | 0.03 | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| Poly          | Hoedekenskerke boei 4 | Nikkel    | 0.15 | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| Poly          | Hoedekenskerke boei 4 | TU_metaal | 0.21 | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| Meso          | Bath boei 71          | Cadmium   | 0.65 | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| Meso          | Bath boei 71          | Kwik      | 0.2  | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| Meso          | Bath boei 71          | Lood      | 0.02 | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| Meso          | Bath boei 71          | Nikkel    | 0.23 | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| Meso          | Bath boei 71          | TU_metaal | 0.28 | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| Meso          | Hansweert geul        | Cadmium   | 0.6  | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.35 | 0.25 | 0.4  | 0.4  | 0.5  | 0.35 | 0.25 | 0.5  | 0.55 | 0.6  | 0.4  | 0.9  | 0.75 | 0.55 | 0.65 | 0.6  |
| Meso          | Hansweert geul        | Kwik      | 0.2  | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| Meso          | Hansweert geul        | Lood      | 0.02 | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.06 | 0.04 | 0.04 | 0.04 | 0.04 | 0.01 | 0    | 0.02 | 0.01 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.01 | 0.01 |
| Meso          | Hansweert geul        | Nikkel    | 0.19 | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.12 | 0.08 | 0.11 | 0.11 | 0.1  | 0.08 | 0.06 | 0.1  | 0.11 | 0.1  | 0.09 | 0.1  | 0.1  | 0.1  | 0.08 | 0.08 |
| Meso          | Hansweert geul        | TU_metaal | 0.25 | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.18 | 0.25 | 0.17 | 0.18 | 0.21 | 0.15 | 0.1  | 0.16 | 0.17 | 0.18 | 0.13 | 0.26 | 0.22 | 0.17 | 0.18 | 0.17 |
| 9 (gradient)  | 154100                | Arsen     | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 2.11 | 2.56 | 1.9  | 1.33 | 1.62 | 1.2  | 1.17 | 1.09 | 1.03 | 1.15 | 1.18 |
| 9 (gradient)  | 154100                | Cadmium   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.8  | 1.2  | 0.9  | 0.7  | 0.9  | 0.8  | 1.05 | 1    | 0.95 | 1.1  | 1.05 |
| 9 (gradient)  | 154100                | Chroom    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.17 | 0.34 | 0.14 | 0.4  | 0.13 | 0.1  | 0.1  | 0.23 | 0.2  | 0.2  | 0.2  |
| 9 (gradient)  | 154100                | Koper     | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.37 | 0.45 | 1.54 | NA   | NA   | 0.53 | 0.55 | 0.39 | 0.27 | 0.55 | 0.69 | 0.71 | 0.63 | 0.6  | 0.55 | 0.68 |
| 9 (gradient)  | 154100                | Kwik      | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 1    | 1    | 0.6  | 0.4  | 0.2  | 0.2  | 0.4  | 0.4  | 0.4  | 0.4  | 0.4  |
| 9 (gradient)  | 154100                | Lood      | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.08 | 0.08 | 0.1  | 0.14 | 0.07 | 0.07 | 0.07 | 0.07 | 0.08 | 0.07 | 0.07 |
| 9 (gradient)  | 154100                | Nikkel    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.18 | 0.15 | 0.13 | 0.11 | 0.16 | 0.18 | 0.18 | 0.19 | 0.19 | 0.18 | 0.18 |
| 9 (gradient)  | 154100                | Zink      | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.57 | 0.46 | 0.46 | 0.76 | 0.58 | 0.64 | 0.52 | 0.55 | 0.5  | 0.51 | 0.59 |
| 9 (gradient)  | 154100                | TU_metaal | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.37 | 0.45 | 1.54 | NA   | NA   | 0.68 | 0.79 | 0.58 | 0.52 | 0.53 | 0.48 | 0.52 | 0.52 | 0.49 | 0.52 | 0.54 |
| 9 (gradient)  | Schaar van Ouden Doe  | Arsen     | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 1.67 | NA   | NA   | NA   | NA   | 1.4  | 1.42 | 1.37 | 1.18 | 1.25 | 1.01 | 1.02 | 0.98 | 0.87 | 0.97 | 0.95 |
| 9 (gradient)  | Schaar van Ouden Doe  | Cadmium   | 0.2  | 0.55 | 0.55 | 5.65 | 0.95 | 0.35 | 0.4  | 0.45 | 0.75 | 1.05 | 1.1  | 1.4  | 1.25 | 1.05 | 1.05 | 1    | 1.45 | 1.1  | 1.45 | 0.7  | 0.75 |
| 9 (gradient)  | Schaar van Ouden Doe  | Chroom    | 0.16 | 0.19 | 0.12 | 0.13 | 0.1  | 0.17 | 0.01 | 0.01 | 0.05 | 0.09 | 0.17 | 0.15 | 0.14 | 0.11 | 0.13 | 0.19 | 0.1  | 0.15 | 0.03 | 0.03 | 0.04 |
| 9 (gradient)  | Schaar van Ouden Doe  | Koper     | 0.22 | 0.26 | 0.49 | 0.48 | 0.31 | 0.32 | 0.29 | 0.4  | 0.54 | 0.46 | 0.27 | 0.31 | 0.39 | 0.36 | 0.46 | 0.38 | 0.42 | 0.43 | 0.36 | 0.41 | 0.44 |
| 9 (gradient)  | Schaar van Ouden Doe  | Kwik      | 0    | 0.2  | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| 9 (gradient)  | Schaar van Ouden Doe  | Lood      | 0.03 | 0.01 | 0.07 | 0.12 | 0.11 | 0.03 | 0.09 | 0.03 | 0.04 | 0.03 | 0.02 | 0.06 | 0.03 | 0.02 | 0.02 | 0.01 | 0.02 | 0.04 | 0.01 | 0.01 | 0.01 |
| 9 (gradient)  | Schaar van Ouden Doe  | Nikkel    | 0.26 | 0.47 | 0.32 | 0.34 | 0.3  | 0.21 | 0.15 | 0.16 | 0.25 | 0.25 | 0.19 | 0.19 | 0.18 | 0.17 | 0.19 | 0.17 | 0.17 | 0.16 | 0.14 | 0.14 | 0.14 |
| 9 (gradient)  | Schaar van Ouden Doe  | TU_metaal | 0.46 | 0.58 | 0.57 | 0.45 | 0.4  | 0.36 | 0.24 | 0.4  | 0.43 | 0.41 | 0.47 | 0.6  | 0.55 | 0.77 | 0.66 | 0.55 | 0.55 | 0.57 | 0.36 | 0.43 | 0.56 |
| 10 (gradient) | Schaar van Ouden Doe  | Arsen     | 0.19 | 0.32 | 0.3  | 1.02 | 0.25 | 0.33 | 0.21 | 0.21 | 0.29 | 0.33 | 0.45 | 0.52 | 0.49 | 0.46 | 0.47 | 0.41 | 0.47 | 0.43 | 0.28 | 0.34 | 0.36 |
| 10 (gradient) | 157000                | Cadmium   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 1.17 | 1.11 | 1.09 | 1.16 | 1.21 |
| 10 (gradient) | 157000                | Chroom    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 1.55 | 0.85 | 0.9  | 1    | 1    |
| 10 (gradient) | 157000                | Koper     | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.65 | 0.13 | 0.13 | 0.1  | 0.22 |
| 10 (gradient) | 157000                | Kwik      | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.65 | 0.43 | 0.63 | 0.5  | 0.61 |
| 10 (gradient) | 157000                | Lood      | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.2  | 0.2  | 0.4  | 0.4  | 0.4  |
| 10 (gradient) | 157000                | Nikkel    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.94 | 0.07 | 0.16 | 0.07 | 0.12 |
| 10 (gradient) | 157000                | TU_metaal | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.15 | 0.19 | 0.2  | 0.2  | 0.19 |
| 10 (gradient) | 157000                | Zink      | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.8  | 0.66 | 0.72 | 0.61 | 0.49 |
| 10 (gradient) | 157000                | TU_metaal | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 1.17 | 0.47 | 0.52 | 0.51 | 0.51 | 0.52 | 0.58 | 0.56 |

Tabel D-2: Rekenparameters metalen in oppervlaktewater deel 1.

| Zone          | Station | Parameter | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
|---------------|---------|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 10 (gradient) | 180000  | Asseen    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 2.39 | 3.42 | 3.42 | 3.42 | 3.42 | 3.42 | 3.42 | 3.42 | 3.42 |
| 10 (gradient) | 180000  | Cadmium   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 3    | 1.5  | 0.2  | 0.15 | 0.15 | 0.25 | 0.15 | NA   | NA   |
| 10 (gradient) | 180000  | Chroom    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.76 | 0.6  | 0.08 | 0.09 | 0.13 | 0.19 | 0.2  | NA   | NA   |
| 10 (gradient) | 180000  | Koper     | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.42 | 0.39 | 0.14 | 0.14 | 0.28 | 0.23 | NA   | NA   | NA   |
| 10 (gradient) | 180000  | Kwik      | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.4  | NA   | 0.2  | 0.2  | 0.2  | 0.2  | 0.2  | NA   | NA   |
| 10 (gradient) | 180000  | Lood      | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.39 | 0.95 | 0.03 | 0.11 | 0.16 | 0.27 | 0.28 | NA   | NA   |
| 10 (gradient) | 180000  | Nikkel    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.18 | 0.15 | 0.29 | 0.22 | 0.19 | 0.25 | 0.25 | NA   | NA   |
| 10 (gradient) | 180000  | Zink      | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.63 | 0.63 | 0.4  | 0.44 | 0.69 | 0.36 | 0.43 | NA   | NA   |
| 10 (gradient) | 180000  | TU_metaal | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 1.18 | 1.1  | 0.21 | 0.22 | 0.26 | 0.27 | 0.27 | NA   | NA   |
| 11 (gradient) | 159000  | Asseen    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 3.42 | 1.15 | 1.07 | 1.16 | 1.03 | 0.98 | 1.1  | 1.17 |
| 11 (gradient) | 159000  | Cadmium   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 1.55 | 0.75 | 0.75 | 0.85 | 0.9  | 0.8  | 0.8  | 0.95 |
| 11 (gradient) | 159000  | Chroom    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.6  | 0.1  | 0.1  | 0.11 | 0.2  | 0.2  | 0.2  | 0.2  |
| 11 (gradient) | 159000  | Koper     | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.86 | 0.46 | 0.61 | 0.54 | 0.55 | 0.45 | 0.57 | 0.52 |
| 11 (gradient) | 159000  | Kwik      | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.2  | 0.2  | 0.4  | 0.4  | 0.4  | 0.4  | 0.4  |
| 11 (gradient) | 159000  | Lood      | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.94 | 0.07 | 0.07 | 0.07 | 0.07 | 0.07 | 0.08 | 0.07 |
| 11 (gradient) | 159000  | Nikkel    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.15 | 0.2  | 0.2  | 0.19 | 0.2  | 0.2  | 0.2  | 0.19 |
| 11 (gradient) | 159000  | Zink      | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.83 | 0.63 | 0.67 | 0.67 | 0.53 | 0.46 | 0.63 | 0.55 |
| 11 (gradient) | 159000  | TU_metaal | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 1.16 | 0.44 | 0.46 | 0.5  | 0.49 | 0.44 | 0.5  | 0.51 |
| 12 (gradient) | 160000  | Asseen    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 3.42 | NA   | 1.03 | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| 12 (gradient) | 160000  | Cadmium   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 1.55 | NA   | 0.7  | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| 12 (gradient) | 160000  | Chroom    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.6  | NA   | 0.1  | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| 12 (gradient) | 160000  | Koper     | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.59 | NA   | 0.54 | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| 12 (gradient) | 160000  | Kwik      | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.2  | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| 12 (gradient) | 160000  | Lood      | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.94 | NA   | 0.08 | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| 12 (gradient) | 160000  | Nikkel    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.15 | NA   | 0.2  | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| 12 (gradient) | 160000  | Zink      | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.81 | NA   | 0.68 | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| 12 (gradient) | 160200  | TU_metaal | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 1.15 | NA   | 0.44 | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| 12 (gradient) | 160200  | Asseen    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 1.07 | 0.97 | 1.05 | 0.94 | 0.92 | 1.04 | 1.09 |
| 12 (gradient) | 160200  | Cadmium   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.55 | 0.65 | 0.85 | 0.8  | 0.8  | 0.85 | 0.9  |
| 12 (gradient) | 160200  | Chroom    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.1  | 0.1  | 0.1  | 0.2  | 0.2  | 0.2  | 0.2  |
| 12 (gradient) | 160200  | Koper     | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.44 | 0.52 | 0.5  | 0.55 | 0.43 | 0.5  | 0.48 |
| 12 (gradient) | 160200  | Kwik      | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.2  | 0.2  | 0.4  | 0.4  | 0.4  | 0.4  | 0.4  |
| 12 (gradient) | 160200  | Lood      | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.06 | 0.07 | 0.08 | 0.07 | 0.07 | 0.07 | 0.07 |
| 12 (gradient) | 160200  | Nikkel    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.19 | 0.2  | 0.2  | 0.2  | 0.2  | 0.2  | 0.2  |
| 12 (gradient) | 160200  | Zink      | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.8  | 0.72 | 0.72 | 0.55 | 0.48 | 0.52 | 0.59 |
| 12 (gradient) | 160200  | TU_metaal | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.43 | 0.43 | 0.49 | 0.46 | 0.44 | 0.47 | 0.49 |
| 13 (oligo)    | 160800  | Asseen    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 3.42 | 1    | 0.92 | 0.98 | 0.87 | 0.85 | 0.95 | 1    |
| 13 (oligo)    | 160800  | Cadmium   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 1.55 | 0.55 | 0.5  | 0.8  | 0.75 | 0.8  | 0.8  | 0.8  |
| 13 (oligo)    | 160800  | Chroom    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.6  | 0.1  | 0.11 | 0.12 | 0.2  | 0.2  | 0.2  | 0.24 |
| 13 (oligo)    | 160800  | Koper     | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.5  | 0.44 | 0.45 | 0.54 | 0.55 | 0.48 | 0.43 | 0.52 |
| 13 (oligo)    | 160800  | Kwik      | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.2  | 0.2  | 0.4  | 0.4  | 0.4  | 0.4  | 0.4  |
| 13 (oligo)    | 160800  | Lood      | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.94 | 0.06 | 0.07 | 0.07 | 0.07 | 0.08 | 0.07 | 0.07 |
| 13 (oligo)    | 160800  | Nikkel    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.15 | 0.19 | 0.2  | 0.2  | 0.2  | 0.2  | 0.2  | 0.2  |
| 13 (oligo)    | 160800  | Zink      | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.82 | 0.72 | 0.69 | 0.73 | 0.64 | 0.5  | 0.52 | 0.64 |
| 13 (oligo)    | 160800  | TU_metaal | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 1.14 | 0.41 | 0.39 | 0.48 | 0.46 | 0.44 | 0.45 | 0.48 |

Tabel D-3: Rekenparameters metalen in oppervlaktewater deel 2.

| Zone           | Station | Parameter | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
|----------------|---------|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 13 (oligo)     | 162000  | Arseen    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 1.12 | 1.13 | 1.02 | 0.87 | 0.96 | 0.84 | 0.82 | 0.93 | 0.97 |
| 13 (oligo)     | 162000  | Cadmium   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.6  | NA   | NA   | 0.9  | 0.3  | 0.5  | 0.5  | 0.75 | 0.75 | 0.8  | 0.75 | 0.9  |
| 13 (oligo)     | 162000  | Chroom    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.29 | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.15 | 0.43 | 0.07 | 0.1  | 0.1  | 0.2  | 0.2  | 0.2  | 0.2  |
| 13 (oligo)     | 162000  | Koper     | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.34 | 0.21 | 0.54 | 0.5  | 0.57 | 0.55 | 0.45 | 0.43 | 0.49 |
| 13 (oligo)     | 162000  | Kwik      | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.2  | NA   | NA   | 0.4  | 0.4  | 0.2  | 0.2  | 0.4  | 0.4  | 0.4  | 0.4  | 0.4  |
| 13 (oligo)     | 162000  | Lood      | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 1.18 | NA   | NA   | 0.09 | 0.14 | 0.07 | 0.07 | 0.07 | 0.07 | 0.07 | 0.07 | 0.07 |
| 13 (oligo)     | 162000  | Nikkel    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.28 | NA   | NA   | 0.17 | 0.15 | 0.2  | 0.2  | 0.2  | 0.2  | 0.2  | 0.2  | 0.2  |
| 13 (oligo)     | 162000  | Zink      | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.7  | NA   | NA   | 0.56 | 0.7  | 0.74 | 0.74 | 0.75 | 0.67 | 0.52 | 0.52 | 0.65 |
| 13 (oligo)     | 162000  | TU_metaal | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.29 | NA   | NA   | 0.56 | NA   | NA   | 0.47 | 0.43 | 0.42 | 0.4  | 0.48 | 0.46 | 0.43 | 0.44 | 0.48 |
| 14 (oligo)     | 162300  | Arseen    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 3.42 | 3.42 | 0.99 | 0.87 | 0.99 | 0.83 | 0.81 | 0.92 | 0.92 |
| 14 (oligo)     | 162300  | Cadmium   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 1.55 | 0.5  | 0.5  | 0.65 | 0.75 | 0.75 | 0.75 | 0.75 |
| 14 (oligo)     | 162300  | Chroom    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.65 | 0.1  | 0.11 | 0.1  | 0.2  | 0.2  | 0.2  | 0.2  |
| 14 (oligo)     | 162300  | Koper     | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.59 | 0.47 | 0.45 | 0.57 | 0.55 | 0.43 | 0.45 | 0.48 |
| 14 (oligo)     | 162300  | Kwik      | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.2  | 0.2  | 0.4  | 0.4  | 0.4  | 0.4  | 0.4  |
| 14 (oligo)     | 162300  | Lood      | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.94 | 0.06 | 0.07 | 0.07 | 0.07 | 0.07 | 0.07 | 0.07 |
| 14 (oligo)     | 162300  | Nikkel    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.15 | 0.19 | 0.2  | 0.2  | 0.2  | 0.19 | 0.2  | 0.2  |
| 14 (oligo)     | 162300  | Zink      | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.78 | 0.73 | 0.75 | 0.71 | 0.68 | 0.48 | 0.57 | 0.65 |
| 14 (oligo)     | 162300  | TU_metaal | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 1.15 | 0.4  | 0.39 | 0.46 | 0.46 | 0.42 | 0.44 | 0.46 |
| 14 (oligo)     | 162800  | Arseen    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 1.02 | 0.91 | 1.03 | 0.84 | 0.82 | 0.91 | 0.91 |
| 14 (oligo)     | 162800  | Cadmium   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.5  | 0.55 | 0.65 | 0.75 | 0.75 | 0.75 | 0.75 |
| 14 (oligo)     | 162800  | Chroom    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.06 | 0.1  | 0.11 | 0.2  | 0.22 | 0.22 | 0.2  |
| 14 (oligo)     | 162800  | Koper     | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.5  | 0.43 | 0.57 | 0.56 | 0.4  | 0.45 | 0.45 |
| 14 (oligo)     | 162800  | Kwik      | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.2  | 0.2  | 0.4  | 0.4  | 0.4  | 0.4  | 0.4  |
| 14 (oligo)     | 162800  | Lood      | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.07 | 0.07 | 0.08 | 0.07 | 0.07 | 0.07 | 0.07 |
| 14 (oligo)     | 162800  | Nikkel    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.2  | 0.2  | 0.2  | 0.2  | 0.19 | 0.2  | 0.2  |
| 14 (oligo)     | 162800  | Zink      | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.67 | 0.7  | 0.68 | 0.72 | 0.5  | 0.5  | 0.68 |
| 14 (oligo)     | 162900  | TU_metaal | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.4  | 0.4  | 0.46 | 0.47 | 0.42 | 0.44 | 0.46 |
| 15 (zoet lang) | 162900  | Arseen    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.89 | 0.9  | 1.06 | 0.82 | 0.8  | 0.9  | 0.88 |
| 15 (zoet lang) | 162900  | Cadmium   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.4  | 0.4  | 0.52 | 0.6  | 0.6  | 0.6  | 0.6  |
| 15 (zoet lang) | 162900  | Chroom    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.07 | 0.11 | 0.1  | 0.2  | 0.2  | 0.2  | 0.2  |
| 15 (zoet lang) | 162900  | Koper     | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.6  | 0.5  | 0.61 | 0.5  | 0.36 | 0.43 | 0.47 |
| 15 (zoet lang) | 162900  | Kwik      | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.2  | 0.2  | 0.4  | 0.4  | 0.4  | 0.4  | 0.4  |
| 15 (zoet lang) | 162900  | Lood      | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.13 | 0.07 | 0.07 | 0.08 | 0.07 | 0.07 | 0.07 |
| 15 (zoet lang) | 162900  | Nikkel    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.19 | 0.2  | 0.2  | 0.2  | 0.19 | 0.2  | 0.2  |
| 15 (zoet lang) | 162900  | Zink      | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.99 | 0.69 | 0.68 | 0.57 | 0.48 | 0.5  | 0.59 |
| 15 (zoet lang) | 162900  | TU_metaal | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.43 | 0.38 | 0.46 | 0.42 | 0.39 | 0.41 | 0.43 |
| 16 (zoet lang) | 163500  | Arseen    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.85 | 0.82 | 0.96 | 0.76 | 0.73 | 0.78 | 0.82 |
| 16 (zoet lang) | 163500  | Cadmium   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.4  | 0.4  | 0.48 | 0.6  | 0.6  | 0.6  | 0.6  |
| 16 (zoet lang) | 163500  | Chroom    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.07 | 0.1  | 0.1  | 0.2  | 0.2  | 0.2  | 0.2  |
| 16 (zoet lang) | 163500  | Koper     | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.46 | 0.46 | 0.54 | 0.5  | 0.33 | 0.34 | 0.4  |
| 16 (zoet lang) | 163500  | Kwik      | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.2  | 0.2  | 0.4  | 0.4  | 0.4  | 0.4  | 0.4  |
| 16 (zoet lang) | 163500  | Lood      | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.07 | 0.07 | 0.07 | 0.08 | 0.12 | 0.07 | 0.07 |
| 16 (zoet lang) | 163500  | Nikkel    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.19 | 0.2  | 0.2  | 0.2  | 0.19 | 0.2  | 0.2  |
| 16 (zoet lang) | 163500  | Zink      | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.66 | 0.65 | 0.7  | 0.54 | 0.51 | 0.5  | 0.54 |
| 16 (zoet lang) | 163500  | TU_metaal | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.36 | 0.36 | 0.43 | 0.41 | 0.36 | 0.39 | 0.4  |

Tabel D-4: Rekenparameters metalen in oppervlaktewater deel 3.

| Zone           | Station | Parameter | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009  | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
|----------------|---------|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|
| 16 (zoet lang) | 164000  | Arseen    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 1.1  | 1.08 | 0.86  | 0.8  | 0.93 | 0.75 | 0.63 | 0.68 | 0.81 |
| 16 (zoet lang) | 164000  | Cadmium   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.48 | NA   | NA   | NA   | 0.68 | 0.44  | 0.4  | 0.44 | 0.6  | 0.6  | 0.6  | 0.6  |
| 16 (zoet lang) | 164000  | Chroom    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.16 | 0.46 | 0.09  | 0.1  | 0.1  | 0.2  | 0.2  | 0.2  | 0.2  |
| 16 (zoet lang) | 164000  | Koper     | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.3  | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.32 | 0.2  | 0.154 | 0.46 | 0.54 | 0.5  | 0.48 | 0.45 | 0.58 |
| 16 (zoet lang) | 164000  | Kwik      | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.2  | NA   | NA   | 0.2  | 0.4  | 0.4   | 0.2  | 0.4  | 0.4  | 0.4  | 0.4  | 0.4  |
| 16 (zoet lang) | 164000  | Lood      | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.25 | NA   | NA   | 0.09 | 0.14 | 0.14  | 0.07 | 0.07 | 0.08 | 0.07 | 0.07 | 0.07 |
| 16 (zoet lang) | 164000  | Nikkel    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.13 | 0.13 | 0.2   | 0.2  | 0.2  | 0.2  | 0.19 | 0.2  | 0.2  |
| 16 (zoet lang) | 164000  | Zink      | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.45 | 0.6  | 0.73  | 0.68 | 0.63 | 0.47 | 0.52 | 0.5  | 0.68 |
| 16 (zoet lang) | 164000  | TU_metaal | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.3  | NA   | NA   | 0.31 | NA   | NA   | 0.39 | 0.4  | 0.4   | 0.36 | 0.42 | 0.41 | 0.39 | 0.39 | 0.44 |
| 17 (zoet kort) | 165000  | Arseen    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.85  | 0.68 | 0.87 | 0.73 | 0.66 | 0.64 | 0.78 |
| 17 (zoet kort) | 165000  | Cadmium   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.4   | 0.4  | 0.48 | 0.6  | 0.6  | 0.6  | 0.6  |
| 17 (zoet kort) | 165000  | Chroom    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.08  | 0.11 | 0.1  | 0.2  | 0.2  | 0.2  | 0.2  |
| 17 (zoet kort) | 165000  | Koper     | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.6   | 0.46 | 0.54 | 0.42 | 0.36 | 0.31 | 0.47 |
| 17 (zoet kort) | 165000  | Kwik      | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.2   | 0.2  | 0.4  | 0.4  | 0.4  | 0.4  | 0.4  |
| 17 (zoet kort) | 165000  | Lood      | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.07  | 0.08 | 0.08 | 0.09 | 0.07 | 0.13 | 0.07 |
| 17 (zoet kort) | 165000  | Nikkel    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.2   | 0.19 | 0.2  | 0.2  | 0.19 | 0.2  | 0.2  |
| 17 (zoet kort) | 165000  | Zink      | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.69  | 0.75 | 0.73 | 0.55 | 0.5  | 0.49 | 0.61 |
| 17 (zoet kort) | 165000  | TU_metaal | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.39  | 0.36 | 0.42 | 0.4  | 0.38 | 0.37 | 0.42 |
| 17 (zoet kort) | 166200  | Arseen    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.8   | 0.75 | 0.83 | 0.67 | 0.67 | 0.61 | 0.72 |
| 17 (zoet kort) | 166200  | Cadmium   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.4   | 0.4  | 0.48 | 0.6  | 0.6  | 0.6  | 0.6  |
| 17 (zoet kort) | 166200  | Chroom    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.07  | 0.1  | 0.12 | 0.2  | 0.2  | 0.2  | 0.2  |
| 17 (zoet kort) | 166200  | Koper     | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.56  | 0.43 | 0.5  | 0.48 | 0.44 | 0.31 | 0.43 |
| 17 (zoet kort) | 166200  | Kwik      | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.2   | 0.2  | 0.4  | 0.4  | 0.4  | 0.4  | 0.4  |
| 17 (zoet kort) | 166200  | Lood      | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.08  | 0.07 | 0.08 | 0.09 | 0.07 | 0.08 | 0.07 |
| 17 (zoet kort) | 166200  | Nikkel    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.19  | 0.18 | 0.2  | 0.19 | 0.19 | 0.2  | 0.2  |
| 17 (zoet kort) | 166200  | Zink      | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.6   | 0.67 | 0.75 | 0.5  | 0.51 | 0.5  | 0.52 |
| 17 (zoet kort) | 166200  | TU_metaal | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.36  | 0.35 | 0.42 | 0.39 | 0.38 | 0.36 | 0.39 |
| 18 (zoet kort) | 167000  | Arseen    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 1    | 0.54  | 0.62 | 0.78 | 0.66 | 0.63 | 0.57 | 0.62 |
| 18 (zoet kort) | 167000  | Cadmium   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.2   | 0.4  | 0.44 | 0.6  | 0.6  | 0.6  | 0.6  |
| 18 (zoet kort) | 167000  | Chroom    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.53  | 0.09 | 0.29 | 0.1  | 0.2  | 0.2  | 0.2  |
| 18 (zoet kort) | 167000  | Koper     | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.19  | 0.43 | 0.46 | 0.31 | 0.29 | 0.31 | 0.4  |
| 18 (zoet kort) | 167000  | Kwik      | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.2   | 0.2  | 0.4  | 0.4  | 0.4  | 0.4  | 0.4  |
| 18 (zoet kort) | 167000  | Lood      | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.14  | 0.08 | 0.07 | 0.08 | 0.07 | 0.07 | 0.07 |
| 18 (zoet kort) | 167000  | Nikkel    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.11  | 0.2  | 0.2  | 0.19 | 0.2  | 0.18 | 0.2  |
| 18 (zoet kort) | 167000  | Zink      | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.55  | 0.7  | 0.83 | 0.74 | 0.51 | 0.52 | 0.44 |
| 18 (zoet kort) | 167000  | TU_metaal | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.39  | 0.33 | 0.38 | 0.4  | 0.37 | 0.36 | 0.35 |
| 18 (zoet kort) | 167200  | Arseen    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.7   | 0.69 | 0.72 | 0.66 | 0.62 | 0.57 | 0.62 |
| 18 (zoet kort) | 167200  | Cadmium   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.4   | 0.4  | 0.4  | 0.6  | 0.6  | 0.6  | 0.6  |
| 18 (zoet kort) | 167200  | Chroom    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.08  | 0.1  | 0.15 | 0.2  | 0.2  | 0.2  | 0.22 |
| 18 (zoet kort) | 167200  | Koper     | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.43  | 0.43 | 0.46 | 0.37 | 0.33 | 0.31 | 0.38 |
| 18 (zoet kort) | 167200  | Kwik      | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.2   | 0.2  | 0.4  | 0.4  | 0.4  | 0.4  | 0.4  |
| 18 (zoet kort) | 167200  | Lood      | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.07  | 0.08 | 0.08 | 0.09 | 0.07 | 0.07 | 0.08 |
| 18 (zoet kort) | 167200  | Nikkel    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.2   | 0.19 | 0.2  | 0.2  | 0.19 | 0.2  | 0.2  |
| 18 (zoet kort) | 167200  | Zink      | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.87  | 0.64 | 0.73 | 0.52 | 0.49 | 0.64 | 1.2  |
| 18 (zoet kort) | 167200  | TU_metaal | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.37  | 0.34 | 0.39 | 0.38 | 0.36 | 0.37 | 0.46 |

Tabel D-5: Rekenparameters metalen in oppervlaktewater deel 4.



| Zone           | Station | Parameter | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |      |
|----------------|---------|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 19 (zoek kort) | 167500  | Arseen    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.69 | 0.66 | 0.67 | 0.64 | 0.59 | 0.54 | 0.55 |      |
| 19 (zoek kort) | 167500  | Cadmium   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.4  | 0.44 | 0.4  | 0.6  | 0.6  | 0.6  | 0.6  |
| 19 (zoek kort) | 167500  | Chroom    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.09 | 0.11 | 0.1  | 0.2  | 0.2  | 0.2  | 0.2  | 0.2  |
| 19 (zoek kort) | 167500  | Koper     | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.46 | 0.43 | 0.5  | 0.4  | 0.33 | 0.29 | 0.4  |      |
| 19 (zoek kort) | 167500  | Kwik      | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.2  | 0.2  | 0.4  | 0.4  | 0.4  | 0.4  | 0.4  | 0.4  |
| 19 (zoek kort) | 167500  | Lood      | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.07 | 0.08 | 0.09 | 0.09 | 0.08 | 0.07 | 0.07 | 0.07 |
| 19 (zoek kort) | 167500  | Nikkel    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.2  | 0.18 | 0.2  | 0.2  | 0.19 | 0.2  | 0.2  | 0.2  |
| 19 (zoek kort) | 167500  | Zink      | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.72 | 0.65 | 0.69 | 0.51 | 0.53 | 0.48 | 0.58 |      |
| 19 (zoek kort) | 167500  | TU_metaal | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.35 | 0.34 | 0.38 | 0.38 | 0.36 | 0.35 | 0.36 |      |
| 19 (zoek kort) | 168900  | Arseen    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 1.6  | 0.77 | 1.09 | 0.96 | 1.08 | 0.7  | 0.62 | 0.66 | 0.62 | 0.57 | 0.53 | 0.52 |      |
| 19 (zoek kort) | 168900  | Cadmium   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 1.6  | 0.48 | 0.96 | 0.68 | 0.24 | 0.4  | 0.4  | 0.48 | 0.6  | 0.6  | 0.6  | 0.6  |      |
| 19 (zoek kort) | 168900  | Chroom    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.22 | 0.16 | 0.2  | 0.43 | 0.07 | 0.1  | 0.12 | 0.2  | 0.2  | 0.2  | 0.2  |      |
| 19 (zoek kort) | 168900  | Koper     | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.71 | 0.55 | 0.59 | NA   | 0.37 | 0.36 | 0.3  | 0.2  | 0.46 | 0.43 | 0.43 | 0.34 | 0.35 | 0.31 | 0.39 |      |
| 19 (zoek kort) | 168900  | Kwik      | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.2  | 0.6  | 1    | 0.2  | 0.2  | 3.4  | 0.2  | 0.4  | 0.4  | 0.4  | 0.4  | 0.4  |      |
| 19 (zoek kort) | 168900  | Lood      | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 8.33 | 0.18 | 0.1  | 0.1  | 0.15 | 0.08 | 0.09 | 0.09 | 0.08 | 0.07 | 0.07 | 0.07 |      |
| 19 (zoek kort) | 168900  | Nikkel    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.3  | 0.22 | 0.12 | 0.14 | 0.12 | 0.2  | 0.2  | 0.2  | 0.2  | 0.19 | 0.2  | 0.2  |      |
| 19 (zoek kort) | 168900  | Zink      | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.68 | 0.5  | 0.63 | 0.69 | 0.58 | 0.64 | 0.62 | 0.56 | 0.49 | 0.5  | 0.52 |      |
| 19 (zoek kort) | 168900  | TU_metaal | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.71 | 0.55 | 0.59 | NA   | 2.61 | 0.44 | 0.54 | 0.4  | 0.39 | 0.74 | 0.34 | 0.38 | 0.38 | 0.36 | 0.35 | 0.36 |      |
| Rupel          | 210000  | Arseen    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 3.43 | 0.91 | 0.78 | 0.74 | 0.71 | 0.84 | 0.82 |      |
| Rupel          | 210000  | Cadmium   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 1.24 | 0.4  | 0.4  | 0.48 | 0.6  | 0.6  | 0.6  |      |
| Rupel          | 210000  | Chroom    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.6  | 0.06 | 0.1  | 0.2  | 0.2  | 0.2  | 0.2  |      |
| Rupel          | 210000  | Koper     | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.49 | 0.46 | 0.43 | 0.46 | 0.45 | 0.36 | 0.38 |      |
| Rupel          | 210000  | Kwik      | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.2  | 0.2  | 0.4  | 0.4  | 0.4  | 0.4  | 0.4  |      |
| Rupel          | 210000  | Lood      | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.94 | 0.07 | 0.08 | 0.07 | 0.07 | 0.07 | 0.07 |      |
| Rupel          | 210000  | Nikkel    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.15 | 0.2  | 0.2  | 0.2  | 0.2  | 0.2  | 0.2  |      |
| Rupel          | 210000  | Zink      | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.75 | 0.84 | 0.83 | 0.82 | 0.72 | 0.59 | 0.63 |      |
| Rupel          | 210000  | TU_metaal | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 1.09 | 0.39 | 0.38 | 0.43 | 0.42 | 0.39 | 0.42 |      |
| Rupel          | 210900  | Arseen    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.82 | 0.74 | 0.71 | 0.65 | 0.69 | 0.78 |      |
| Rupel          | 210900  | Cadmium   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.36 | 0.4  | 0.48 | 0.6  | 0.6  | 0.6  |      |
| Rupel          | 210900  | Chroom    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.07 | 0.13 | 0.1  | 0.22 | 0.2  | 0.2  | 0.2  |      |
| Rupel          | 210900  | Koper     | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.44 | 0.42 | 0.46 | 0.39 | 0.33 | 0.36 | 0.36 |      |
| Rupel          | 210900  | Kwik      | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.2  | 0.2  | 0.4  | 0.4  | 0.4  | 0.4  | 0.4  |      |
| Rupel          | 210900  | Lood      | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.06 | 0.07 | 0.07 | 0.07 | 0.07 | 0.08 | 0.07 |      |
| Rupel          | 210900  | Nikkel    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.19 | 0.2  | 0.2  | 0.2  | 0.2  | 0.2  | 0.2  |      |
| Rupel          | 210900  | Zink      | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.83 | 0.92 | 0.8  | 0.75 | 0.64 | 0.65 | 0.9  |      |
| Rupel          | 210900  | TU_metaal | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.37 | 0.38 | 0.4  | 0.41 | 0.39 | 0.41 | 0.43 |      |
| Rupel          | 210950  | Arseen    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.79 | 0.64 | 0.68 | 0.62 | 0.62 | 0.74 |      |
| Rupel          | 210950  | Cadmium   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.4  | 0.44 | 0.48 | 0.6  | 0.6  | 0.6  |      |
| Rupel          | 210950  | Chroom    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.08 | 0.12 | 0.1  | 0.2  | 0.27 | 0.2  | 0.2  |      |
| Rupel          | 210950  | Koper     | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.47 | 0.43 | 0.43 | 0.38 | 0.29 | 0.31 | 0.39 |      |
| Rupel          | 210950  | Kwik      | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.2  | 0.2  | 0.4  | 0.4  | 0.4  | 0.4  | 0.4  |      |
| Rupel          | 210950  | Lood      | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.07 | 0.08 | 0.07 | 0.08 | 0.07 | 0.08 | 0.07 |      |
| Rupel          | 210950  | Nikkel    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.19 | 0.2  | 0.2  | 0.2  | 0.2  | 0.2  | 0.2  |      |
| Rupel          | 210950  | Zink      | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.89 | 0.9  | 0.78 | 1.13 | 0.67 | 0.64 | 0.96 |      |
| Rupel          | 210950  | TU_metaal | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.39 | 0.38 | 0.39 | 0.45 | 0.39 | 0.4  | 0.44 |      |
| Durme          | 432000  | Arseen    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 1.24 | 1.03 | 0.96 | 1.02 | 0.87 | 0.92 | 0.94 |      |
| Durme          | 432000  | Cadmium   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.2  | 0.44 | 0.44 | 0.6  | 0.6  | 0.6  | 0.6  |      |
| Durme          | 432000  | Chroom    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.64 | 0.09 | 0.12 | 0.1  | 0.2  | 0.2  | 0.2  |      |
| Durme          | 432000  | Koper     | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.21 | 0.51 | 0.46 | 0.58 | 0.5  | 0.34 | 0.33 |      |
| Durme          | 432000  | Kwik      | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.2  | 0.2  | 0.4  | 0.4  | 0.4  | 0.4  | 0.4  |      |
| Durme          | 432000  | Lood      | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.14 | 0.07 | 0.08 | 0.07 | 0.08 | 0.07 | 0.07 |      |
| Durme          | 432000  | Nikkel    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.17 | 0.21 | 0.22 | 0.2  | 0.21 | 0.2  | 0.2  |      |
| Durme          | 432000  | Zink      | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.69 | 0.64 | 0.7  | 0.67 | 0.54 | 0.49 | 0.61 |      |
| Durme          | 432000  | TU_metaal | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.47 | 0.39 | 0.4  | 0.43 | 0.4  | 0.4  | 0.44 |      |

Tabel D-6: Rekenparameters metalen in oppervlaktewater deel 5.

| Zone          | Station              | Parameter                | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999  | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010  | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
|---------------|----------------------|--------------------------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|
| Stiek Poly    | Terneuzen boei 20    | Anthracen                | NA   | NA   | NA   | NA   | NA    | 0.2  | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.1  | 0.1   | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| Stiek Poly    | Terneuzen boei 20    | Benzolalpyreen           | NA   | NA   | NA   | NA   | NA    | 0.2  | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.2  | 0.2   | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| Stiek Poly    | Terneuzen boei 20    | Fenantheen               | NA   | NA   | NA   | NA   | NA    | 0.57 | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.29 | 0.29  | NA   | 0    | 0    | 0.29 | 0.29 |
| Stiek Poly    | Terneuzen boei 20    | Fluorantheen             | NA   | NA   | NA   | NA   | NA    | 0.2  | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.1  | 0.1   | 0.1  | 0.1  | 0.1  | 0.1  | 0.1  |
| Stiek Poly    | Terneuzen boei 20    | Naftaleen                | NA   | NA   | NA   | NA   | NA    | 0.08 | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.06 | 0.08  | 0.08 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.02 |
| Stiek Poly    | Terneuzen boei 20    | Sum_Benzo-fluorantheen   | NA   | NA   | NA   | NA   | 1     | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.67 | 0.67  | 0    | 0.33 | 0    | 0.33 | 0    |
| Stiek Poly    | Terneuzen boei 20    | TUJ_PAK's                | NA   | NA   | NA   | NA   | NA    | 0.38 | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.24 | 0.24  | 0.1  | 0.08 | 0.02 | 0.12 | 0.07 |
| Stiek Poly    | Vlissingen boei SSVH | Anthracen                | NA   | NA   | NA   | NA   | NA    | 0.2  | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.1  | 0.1   | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| Stiek Poly    | Vlissingen boei SSVH | Benzolalpyreen           | NA   | NA   | NA   | NA   | NA    | 0.2  | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.2  | 0.2   | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| Stiek Poly    | Vlissingen boei SSVH | Fenantheen               | NA   | NA   | NA   | NA   | NA    | 0.57 | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.29 | 0.29  | 0.29 | 0.29 | 0.29 | 0    | 0.29 |
| Stiek Poly    | Vlissingen boei SSVH | Fluorantheen             | NA   | NA   | NA   | NA   | NA    | 0.2  | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.1  | 0.1   | 0.1  | 0.1  | 0.1  | 0    | 0.1  |
| Stiek Poly    | Vlissingen boei SSVH | Naftaleen                | NA   | NA   | NA   | NA   | NA    | 0.08 | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.12 | 0.04  | 0.05 | 0.08 | 0.02 | 0.02 | 0.02 |
| Stiek Poly    | Vlissingen boei SSVH | Sum_Benzo-fluorantheen   | NA   | NA   | NA   | NA   | 1     | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 1.67 | 1     | 1    | 0.33 | 0.33 | 0    | 0.33 |
| Stiek Poly    | Vlissingen boei SSVH | TUJ_PAK's                | NA   | NA   | NA   | NA   | NA    | 0.38 | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.29 | 0.18  | 0.15 | 0.12 | 0.07 | 0    | 0.12 |
| Meso          | Hansweert geul       | Anthracen                | NA   | NA   | NA   | NA   | NA    | 0.2  | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.1  | 0.1   | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| Meso          | Hansweert geul       | Benzolalpyreen           | NA   | NA   | NA   | NA   | NA    | 0.2  | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.2  | 0.2   | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| Meso          | Hansweert geul       | Fenantheen               | NA   | NA   | NA   | NA   | NA    | 0.57 | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.29 | 10.57 | NA   | 0    | 0.29 | 0.29 | 0.29 |
| Meso          | Hansweert geul       | Fluorantheen             | NA   | NA   | NA   | NA   | NA    | 0.2  | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.1  | 0.1   | 0.1  | 0.1  | 0.1  | 0.1  | 0.1  |
| Meso          | Hansweert geul       | Naftaleen                | NA   | NA   | NA   | NA   | NA    | 0.08 | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.06 | 0.08  | 0.08 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.02 |
| Meso          | Hansweert geul       | Sum_Benzo-fluorantheen   | NA   | NA   | NA   | NA   | 1     | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.67 | 0.33  | 0.33 | 0.33 | 0.33 | 0.33 | 0.33 |
| Meso          | Hansweert geul       | TUJ_PAK's                | NA   | NA   | NA   | NA   | NA    | 0.38 | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.24 | 1.9   | 0.12 | 0.08 | 0.12 | 0.12 | 0.12 |
| 9 (gradient)  | T54100               | Acenaltreen              | NA   | NA   | NA   | NA   | NA    | 0.17 | NA   | 0.33 | 0.17 | 0.17 | 0    | 0    | 0    | 0.17 | 0.17 | NA    | NA   | 0    | 0.17 | NA   | NA   |
| 9 (gradient)  | T54100               | Anthracen                | NA   | NA   | NA   | NA   | NA    | 0.1  | 0.1  | 0.1  | 0.1  | 0.1  | 0.1  | 0.1  | 0.1  | 0.1  | 0.1  | 0.1   | 0.1  | 0.1  | 0.1  | 0.1  | 0.1  |
| 9 (gradient)  | T54100               | Benzolalpyreen           | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.4   | NA   | 0.6  | 0.8  | 0.4  | 0.6  | 0.4  | 0.4  | 0.6  | 0.6  | 0.4  | 0.6   | 0.6  | 0.2  | 0.4  | NA   | NA   |
| 9 (gradient)  | T54100               | Chryseen                 | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.01  | NA   | 0.02 | 0.03 | 0.03 | 0.04 | 0.02 | 0.02 | 0.03 | 0.04 | 0.02 | NA    | NA   | 0.01 | 0.01 | NA   | NA   |
| 9 (gradient)  | T54100               | Dibenzol(a,h)anthracen   | NA   | NA   | NA   | NA   | 11.16 | NA   | 8.24 | 11   | 5.38 | 7.1  | 5.64 | 7.7  | 5.08 | 7.84 | 5    | NA    | NA   | 0    | 0    | NA   | NA   |
| 9 (gradient)  | T54100               | Fenantheen               | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.1   | NA   | 0.6  | 0.9  | 0.3  | 0.4  | 0.2  | 0.7  | 0.4  | 0.6  | 0.3  | NA    | NA   | 0.2  | 0.2  | NA   | NA   |
| 9 (gradient)  | T54100               | Fluorantheen             | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.2   | NA   | 0.5  | 0.7  | 0.4  | 0.7  | 0.4  | 0.5  | 0.5  | 0.8  | 0.3  | 0.4   | 0.4  | 0.4  | 0.3  | NA   | NA   |
| 9 (gradient)  | T54100               | Naftaleen                | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.02  | NA   | 0.02 | 0.02 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.02 | 0.02 | 0.08 | 0.02 | 0.03  | 0.02 | 0.01 | 0.01 | NA   | NA   |
| 9 (gradient)  | T54100               | Sum_Benzo-fluorantheen   | NA   | NA   | NA   | NA   | 1     | NA   | 2    | 2.33 | 1    | 1.67 | 1    | 1.33 | 1.33 | 2    | 1    | 1.67  | 1.33 | 1    | 1    | 1    | 1    |
| 9 (gradient)  | T54100               | Sum_Benzoperyleen_Indenc | NA   | NA   | NA   | NA   | 16    | NA   | 23.5 | 35.5 | 14   | 24   | 17   | 22   | 20.5 | 26   | 14   | 40    | 21   | 9    | 12.5 | NA   | NA   |
| 9 (gradient)  | T54100               | TUJ_PAK's                | NA   | NA   | NA   | NA   | 2.91  | NA   | 3.58 | 5.17 | 2.18 | 3.48 | 2.48 | 3.28 | 2.86 | 3.82 | 2.13 | 7.13  | 3.91 | 1.08 | 1.47 | NA   | NA   |
| 9 (gradient)  | Schaar van Ouden Doo | Anthracen                | 0.1  | 0.1  | 0.2  | NA   | NA    | 0.2  | NA   | NA   | NA   | 0.1  | 0.1  | 0.1  | 0.1  | 0.1  | 0.1  | 0.1   | 0.1  | 0.1  | 0.1  | 0.1  | 0.1  |
| 9 (gradient)  | Schaar van Ouden Doo | Benzolalpyreen           | 0.4  | 0.2  | 0.4  | NA   | NA    | 0.2  | NA   | NA   | NA   | 0.4  | 0.4  | 0.2  | 0.2  | 0.4  | 0.4  | 0.4   | 0.4  | 0.2  | 0.4  | 0.2  | 0.4  |
| 9 (gradient)  | Schaar van Ouden Doo | Fenantheen               | 0.4  | 0.3  | 0.4  | NA   | NA    | 0.2  | NA   | NA   | 0.2  | 0.6  | 0.6  | 0.2  | 0.1  | 0.1  | 0.1  | 0.2   | 0.3  | 0.1  | 0.1  | 0.1  | 0.2  |
| 9 (gradient)  | Schaar van Ouden Doo | Fluorantheen             | 0.3  | 0.2  | 0.7  | NA   | NA    | 0.2  | NA   | NA   | NA   | 0.4  | 0.3  | 0.1  | 0.2  | 0.2  | 0.2  | 0.3   | 0.2  | 0.3  | 0.3  | 0.3  | 0.4  |
| 9 (gradient)  | Schaar van Ouden Doo | Naftaleen                | 0.01 | 0.01 | 0.01 | NA   | NA    | 0.06 | 0.01 | 0.02 | 0.02 | 0.07 | 0.01 | 0.02 | 0.02 | 0.08 | 0.09 | 0.08  | 0.08 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.02 |
| 9 (gradient)  | Schaar van Ouden Doo | Sum_Benzo-fluorantheen   | 1.67 | 1    | 1.33 | NA   | NA    | 1    | NA   | NA   | NA   | 2    | 1.67 | 1.67 | 1    | 1    | 1.33 | 1.33  | 1    | 1.33 | 1    | 1    | 1.33 |
| 9 (gradient)  | Schaar van Ouden Doo | TUJ_PAK's                | 0.48 | 0.3  | 0.51 | 0.09 | NA    | 0.31 | NA   | 0.01 | 0.11 | 0.6  | 0.51 | 0.38 | 0.27 | 0.31 | 0.37 | 0.4   | 0.31 | 0.38 | 0.29 | 0.34 | 0.41 |
| 10 (gradient) | 180000               | Acenaltreen              | NA   | NA   | NA   | NA   | NA    | NA   | NA   | 0.17 | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| 10 (gradient) | 180000               | Anthracen                | NA   | NA   | NA   | NA   | NA    | NA   | NA   | 0    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| 10 (gradient) | 180000               | Benzolalpyreen           | NA   | NA   | NA   | NA   | NA    | NA   | NA   | 0.6  | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| 10 (gradient) | 180000               | Chryseen                 | NA   | NA   | NA   | NA   | NA    | NA   | NA   | 0.05 | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| 10 (gradient) | 180000               | Dibenzol(a,h)anthracen   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA    | NA   | NA   | 9.34 | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| 10 (gradient) | 180000               | Fenantheen               | NA   | NA   | NA   | NA   | NA    | NA   | NA   | 1.9  | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| 10 (gradient) | 180000               | Fluorantheen             | NA   | NA   | NA   | NA   | NA    | NA   | NA   | 1    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| 10 (gradient) | 180000               | Naftaleen                | NA   | NA   | NA   | NA   | NA    | NA   | NA   | 0.01 | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.03  | 0.04 | NA   | NA   | NA   | NA   |
| 10 (gradient) | 180000               | Sum_Benzo-fluorantheen   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA    | NA   | NA   | 2.33 | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.67  | 0.67 | NA   | NA   | NA   | NA   |
| 10 (gradient) | 180000               | Sum_Benzoperyleen_Indenc | NA   | NA   | NA   | NA   | NA    | NA   | NA   | 32.5 | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 13.5  | 14.5 | NA   | NA   | NA   | NA   |
| 10 (gradient) | 180000               | TUJ_PAK's                | NA   | NA   | NA   | NA   | NA    | NA   | NA   | 4.79 | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 4.73  | 5.07 | NA   | NA   | NA   | NA   |

Tabel D-7: Rekenparameter chemische waterkwaliteit oppervlaktewater voor PAK's deel 1.

| Zone           | Station | Parameter                | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002  | 2003 | 2004  | 2005 | 2006 | 2007  | 2008  | 2009  | 2010  | 2011 | 2012  | 2013 | 2014 | 2015 |      |
|----------------|---------|--------------------------|------|------|------|------|------|------|------|-------|------|-------|------|------|-------|-------|-------|-------|------|-------|------|------|------|------|
| 10 (gradient)  | 180000  | Acenafteen               | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.17  | NA   | NA    | NA   | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA   | NA    | NA   | NA   | NA   |      |
| 10 (gradient)  | 180000  | Anthraaceen              | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0     | NA   | NA    | NA   | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA   | NA    | NA   | NA   | NA   |      |
| 10 (gradient)  | 180000  | Benzolalpyreen           | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.6   | NA   | NA    | NA   | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA   | NA    | NA   | NA   | NA   |      |
| 10 (gradient)  | 180000  | Chryseen                 | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.05  | NA   | NA    | NA   | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA   | NA    | NA   | NA   | NA   |      |
| 10 (gradient)  | 180000  | Dibenzol(s,h)anthraaceen | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 9.34  | NA   | NA    | NA   | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA   | NA    | NA   | NA   | NA   |      |
| 10 (gradient)  | 180000  | Fenanthreen              | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 1.9   | NA   | NA    | NA   | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA   | NA    | NA   | NA   | NA   |      |
| 10 (gradient)  | 180000  | Fluoranthreen            | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.01  | NA   | NA    | NA   | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA   | NA    | NA   | NA   | NA   |      |
| 10 (gradient)  | 180000  | Naitaleen                | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 2.33  | NA   | NA    | NA   | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA   | NA    | NA   | NA   | NA   |      |
| 10 (gradient)  | 180000  | Sum_Benzo-fluoranthreen  | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 32.5  | NA   | NA    | NA   | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA   | NA    | NA   | NA   | NA   |      |
| 10 (gradient)  | 180000  | Sum_Benzoperyleen_Indenc | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 4.79  | NA   | NA    | NA   | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA   | NA    | NA   | NA   | NA   |      |
| 10 (gradient)  | 180000  | TUL_PAKs                 | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 4.79  | 0.33 | 0.33  | 0.17 | 0.17 | 0.17  | 0.17  | 0.17  | 0.33  | 0.17 | 0.17  | 0.17 | 0.17 | 0    |      |
| 13 (oligo)     | 162000  | Acenafteen               | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.2   | 0.1  | 0.2   | 0.2  | 0.2  | 0.2   | 0.1   | 0.2   | 0.2   | 0.2  | 0     | 0    | 0.1  | 0.1  | 0.2  |
| 13 (oligo)     | 162000  | Anthraaceen              | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.6   | 0.8  | 1.2   | 0.8  | 0.8  | 0.8   | 0.6   | 0.8   | 0.8   | 0.8  | 1     | 0.4  | 0.6  | 0.6  | 0.6  |
| 13 (oligo)     | 162000  | Benzolalpyreen           | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.04  | 0.03 | 0.05  | 0.08 | 0.05 | 0.04  | 0.05  | 0.03  | 0.04  | 0.04 | 0.02  | 0.03 | 0.02 | 0.03 | 0.03 |
| 13 (oligo)     | 162000  | Chryseen                 | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 16.9  | 9.34 | 11.54 | 16.3 | 12   | 10.92 | 11.08 | 8.76  | 7.66  | 0.02 | 0.02  | 0    | 0.02 | 0.02 | 0.02 |
| 13 (oligo)     | 162000  | Dibenzol(s,h)anthraaceen | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 1.1   | 0.5  | 1.2   | 0.6  | 0.8  | 0.6   | 0.6   | 0.5   | 0.4   | 0.4  | 0.2   | 0.4  | 0.2  | 0.3  | 0.3  |
| 13 (oligo)     | 162000  | Fenanthreen              | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 1.1   | 1.2  | 1.7   | 1.2  | 1    | 1     | 0.9   | 0.5   | 0.8   | 0.7  | 0.4   | 0.7  | 0.4  | 0.5  | 0.5  |
| 13 (oligo)     | 162000  | Fluoranthreen            | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.03  | 0.01 | 0.02  | 0.02 | 0.05 | 0.02  | 0.06  | 0.04  | 0.03  | 0.04 | 0.02  | 0.03 | 0.02 | 0.03 | 0.03 |
| 13 (oligo)     | 162000  | Naitaleen                | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 2.67  | 2    | 3.33  | 2.33 | 2    | 2.33  | 2     | 1.33  | 2.33  | 3    | 1.33  | 2    | 2    | 2.33 | 2.33 |
| 13 (oligo)     | 162000  | Sum_Benzo-fluoranthreen  | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 30.5  | 26   | 26.5  | 51.5 | 39   | 31.5  | 29.5  | 30.5  | 21    | 30.5 | 40    | 17   | 26.5 | 22   | 23.5 |
| 13 (oligo)     | 162000  | Sum_Benzoperyleen_Indenc | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.17  | 0.33 | 0.67  | 0.33 | 0.33 | 0.17  | 0.33  | 0.17  | 0.33  | 0.17 | 0.33  | 0.17 | 0.33 | 0.17 | 0.33 |
| 16 (zoet lang) | 164000  | TUL_PAKs                 | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 5.35  | 4.05 | 4.3   | 7.59 | 5.64 | 4.75  | 4.4   | 3.19  | 3.54  | 4.56 | 1.95  | 3.06 | 2.56 | 2.78 | 2.78 |
| 16 (zoet lang) | 164000  | Acenafteen               | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.1   | 0.2  | 0.2   | 0.2  | 0.3  | 0.2   | 0.2   | 0.2   | 0.2   | 0.2  | 0.2   | 0.1  | 0.1  | 0.2  | 0.4  |
| 16 (zoet lang) | 164000  | Anthraaceen              | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.6   | 0.6  | 1     | 1.2  | 0.8  | 1.2   | 0.8   | 1     | 0.8   | 1.2  | 0.8   | 1    | 0.4  | 0.6  | 1.2  |
| 16 (zoet lang) | 164000  | Benzolalpyreen           | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.04  | 0.05 | 0.07  | 0.08 | 0.05 | 0.07  | 0.05  | 0.05  | 0.04  | 0.04 | 0.05  | 0.02 | 0.03 | 0.03 | 0.08 |
| 16 (zoet lang) | 164000  | Chryseen                 | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 16.76 | 18.3 | 22.34 | 16   | 16   | 10.76 | 11.54 | 9.08  | 14.34 | 0.02 | 0.02  | 0.02 | 0    | 0.02 | 0.02 |
| 16 (zoet lang) | 164000  | Dibenzol(s,h)anthraaceen | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.4   | 0.9  | 1.5   | 1.3  | 0.6  | 1.4   | 0.9   | 0.8   | 0.6   | 0.8  | 0.7   | 0.5  | 0.3  | 0.3  | 1    |
| 16 (zoet lang) | 164000  | Fenanthreen              | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.7   | 1.3  | 1.9   | 1.3  | 1.8  | 1.1   | 1.3   | 1     | 0.9   | 1.1  | 0.8   | 1.1  | 0.5  | 0.7  | 1.1  |
| 16 (zoet lang) | 164000  | Fluoranthreen            | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.03  | 0.02 | 0.01  | 0    | 0.01 | 0.02  | 0.01  | 0.06  | 0.02  | 0.03 | 0.03  | 0.03 | 0.01 | 0.02 | 0.02 |
| 16 (zoet lang) | 164000  | Naitaleen                | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 1.67  | 2.33 | 3.33  | 2    | 3    | 3.33  | 3.33  | 2     | 3.33  | 3.33 | 3     | 1.33 | 2.33 | 4.33 |      |
| 16 (zoet lang) | 164000  | Sum_Benzo-fluoranthreen  | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 30.5  | 43   | 41    | 29.5 | 23.5 | 43.5  | 56.5  | 26    | 43    | 33.5 | 42    | 35.5 | 17   | 26   | 49.5 |
| 16 (zoet lang) | 164000  | Sum_Benzoperyleen_Indenc | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 5.09  | 6.71 | 7.16  | 4.55 | 4.07 | 6.4   | 8.1   | 4.36  | 7.12  | 4.03 | 6.36  | 3.93 | 4.85 | 4.16 | 198  |
| 19 (zoet kort) | 168900  | TUL_PAKs                 | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.33  | 0.33 | 0.33  | 0.33 | 0.17 | 0.17  | 0.17  | 0.33  | 0.33  | 0.33 | 0.67  | 0.17 | 0    | 0    | 0.5  |
| 19 (zoet kort) | 168900  | Acenafteen               | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.2   | 0.2  | 0.2   | 0.2  | 0.2  | 0.2   | 0.1   | 0.3   | 0.2   | 0.2  | 0.2   | 0.2  | 0.1  | 0.1  | 0.3  |
| 19 (zoet kort) | 168900  | Anthraaceen              | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.6   | 0.6  | 0.8   | 0.6  | 0.8  | 0.6   | 0.8   | 0.8   | 1     | 0.6  | 0.6   | 0.4  | 0.4  | 0.4  | 0.8  |
| 19 (zoet kort) | 168900  | Benzolalpyreen           | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.05  | 0.05 | 0.07  | 0.04 | 0.05 | 0.05  | 0.06  | 0.06  | 0.06  | 0.04 | 0.03  | 0.03 | 0.02 | 0.02 | 0.07 |
| 19 (zoet kort) | 168900  | Chryseen                 | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 14.62 | 14.3 | 12.76 | 8.16 | 10   | 11.38 | 10.66 | 10.62 | 9.24  | 9.08 | 19.34 | 0.02 | 0    | 0.02 | 0.02 |
| 19 (zoet kort) | 168900  | Dibenzol(s,h)anthraaceen | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.7   | 0.9  | 2.4   | 1.8  | 0.8  | 1.1   | 0.9   | 1     | 0.9   | 0.8  | 0.6   | 0.6  | 0.3  | 0.4  | 0.9  |
| 19 (zoet kort) | 168900  | Fenanthreen              | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 1.1   | 1.9  | 1.3   | 1.2  | 1.5  | 1.1   | 1.2   | 1.3   | 1.1   | 0.9  | 0.7   | 1    | 0.7  | 0.5  | 1.1  |
| 19 (zoet kort) | 168900  | Fluoranthreen            | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.01  | 0.03 | 0.02  | 0.01 | 0.02 | 0.01  | 0.01  | 0.06  | 0.05  | 0.01 | 0.03  | 0.03 | 0.02 | 0.02 | 0.02 |
| 19 (zoet kort) | 168900  | Naitaleen                | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 2     | 2.33 | 2     | 2.33 | 2    | 2.33  | 2     | 2.33  | 3     | 2.33 | 2     | 1.33 | 2    | 1.33 | 3.33 |
| 19 (zoet kort) | 168900  | Sum_Benzo-fluoranthreen  | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 30.5  | 34.5 | 38.5  | 28   | 26   | 37.5  | 29.5  | 32.5  | 29    | 39   | 30    | 25   | 24.5 | 12.5 | 37.5 |
| 19 (zoet kort) | 168900  | Sum_Benzoperyleen_Indenc | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 5.01  | 5.38 | 6.09  | 4.25 | 4.11 | 5.52  | 4.99  | 3.68  | 4.41  | 6.5  | 3.56  | 2.95 | 2.96 | 2.05 | 15   |
| 19 (zoet kort) | 168900  | TUL_PAKs                 | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 5.01  | 5.38 | 6.09  | 4.25 | 4.11 | 5.52  | 4.99  | 3.68  | 4.41  | 6.5  | 3.56  | 2.95 | 2.96 | 2.05 | 15   |

Tabel D-8: Rekenparameter chemische waterkwaliteit oppervlaktewater voor PAK's deel 2.

| Zone  | Station | Parameter                | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
|-------|---------|--------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Rupel | Z10000  | Acenafiteen              | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.17 | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| Rupel | Z10000  | Anthraceen               | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.1  | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| Rupel | Z10000  | Benzo(a)pyreen           | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.6  | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| Rupel | Z10000  | Chryseen                 | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.03 | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| Rupel | Z10000  | Dibenz(a,h)anthraceen    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 8    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| Rupel | Z10000  | Fenanthreen              | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 1.3  | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| Rupel | Z10000  | Fluoranthreen            | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.7  | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| Rupel | Z10000  | Nafitaleen               | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| Rupel | Z10000  | Sum_Benzo-fluoranthreen  | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 2    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| Rupel | Z10000  | Sum_Benzoperyleen_Indenc | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 20   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| Rupel | Z10000  | TU_PAKs                  | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 3.29 | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |

Tabel D-9: Rekenparameter chemische waterkwaliteit oppervlaktewater voor PAK's deel 3.

| Zone       | Station              | Parameter                  | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010   | 2011   | 2012   | 2013   | 2014   | 2015   |
|------------|----------------------|----------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Sterk Poly | Terneuzen boei 20    | alachlor                   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |
| Sterk Poly | Terneuzen boei 20    | arazine                    | NA   | NA   | 0.1  | 0.08 | NA   | 0.12 | 0.07 | 0.08 | 0.05 | 0.03 | 0.03 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0    | 0      | 0      | 0.02   | 0.02   | 0      | 0      |
| Sterk Poly | Terneuzen boei 20    | chlorpyrifos               | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0    | 0    | 0    | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |
| Sterk Poly | Terneuzen boei 20    | dichloorvoos               | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 166.67 | 166.67 | 166.67 | 0      | 0      | 0      |
| Sterk Poly | Terneuzen boei 20    | dimethoat                  | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |
| Sterk Poly | Terneuzen boei 20    | diuron                     | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.3  | 0.8  | 0.65 | 0.6  | 0.5  | 0.35 | 0.3  | 0.25 | 0.15 | 0.1    | 0.1    | 0.1    | 0.05   | 0.05   | 0.05   |
| Sterk Poly | Terneuzen boei 20    | heptachlor                 | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA     | NA     | NA     | 0      | 0      | 0      |
| Sterk Poly | Terneuzen boei 20    | heptachloorepoxide         | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 20   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA     | NA     | NA     | 0      | 0      | 0      |
| Sterk Poly | Terneuzen boei 20    | isoprotruron               | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.27 | NA   | 0.1  | 0.1  | 0.1  | 0.07 | 0.07 | 0.07 | 0.07 | NA     | NA     | NA     | NA     | NA     | NA     |
| Sterk Poly | Terneuzen boei 20    | linuron                    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.04 | NA   | 0    | 0    | 0.04 | 0.04 | 0.04 | 0.04 | 0    | 0      | 0      | 0.04   | 0      | 0      | 0      |
| Sterk Poly | Terneuzen boei 20    | p,p-DDT                    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 1    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0    | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |
| Sterk Poly | Terneuzen boei 20    | pentachloorfenol           | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |
| Sterk Poly | Terneuzen boei 20    | simazine                   | NA   | NA   | 0.03 | 0.04 | NA   | 0.03 | 0.02 | 0.02 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0    | 0      | 0      | 0.25   | 0.25   | 0.25   | 0.25   |
| Sterk Poly | Terneuzen boei 20    | Sum_DDT-DDD-DDE            | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 1.6  | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.16 | 0.16   | 0.16   | 0.04   | 0      | 0      | 0      |
| Sterk Poly | Terneuzen boei 20    | Sum_difins                 | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 8    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0    | 0      | 0.2    | 0      | 0      | 0      | 0      |
| Sterk Poly | Terneuzen boei 20    | Sum_endosulfans            | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 40   | NA   | NA   | 2    | 2    | NA   | NA   | 0    | 0    | 0    | 0      | 4      | 0      | 0      | 0      | 0      |
| Sterk Poly | Terneuzen boei 20    | Sum_hevachloorcyclohexaans | 4.5  | 4    | 3    | 3.5  | 2    | 7.5  | 1    | 1    | 0.5  | 0.5  | 0.5  | 0.5  | 0    | 0    | 0    | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |
| Sterk Poly | Terneuzen boei 20    | trifluralin                | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.33   | 0.33   | 0.33   | 0.33   | 0.33   | 0.33   |
| Sterk Poly | Terneuzen boei 20    | TU_pesticiden              | 4.5  | 4    | 1.04 | 1.21 | 2    | 3.78 | 0.38 | 0.48 | 0.47 | 0.46 | 0.2  | 0.16 | 0.06 | 0.05 | 0.03 | 11.95  | 11.44  | 9.85   | 0.04   | 0.04   | 0.04   |
| Sterk Poly | Vlissingen boei SSVH | alachlor                   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |
| Sterk Poly | Vlissingen boei SSVH | arazine                    | NA   | NA   | 0.03 | 0.03 | NA   | 0.05 | 0.03 | 0.03 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0    | 0    | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |
| Sterk Poly | Vlissingen boei SSVH | bertazon                   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0    | 0    | 0    | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |
| Sterk Poly | Vlissingen boei SSVH | chlorpyrifos               | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |
| Sterk Poly | Vlissingen boei SSVH | cumalofos                  | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |
| Sterk Poly | Vlissingen boei SSVH | dichloorvoos               | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 14.23  | 14.23  | 14.23  | 14.23  | 14.23  | 14.23  |
| Sterk Poly | Vlissingen boei SSVH | dimethoat                  | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 166.67 | 166.67 | 166.67 | 0      | 0      | 0      |
| Sterk Poly | Vlissingen boei SSVH | diuron                     | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.35 | 0.4  | 0.3  | 0.25 | 0.2  | 0.15 | 0.15 | 0.15 | 0.05 | 0.05   | 0.05   | 0.05   | 0      | 0      | 0      |
| Sterk Poly | Vlissingen boei SSVH | fentitrothion              | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 2.22   | 2.22   | 2.22   | 2.22   | 2.22   | 2.22   |
| Sterk Poly | Vlissingen boei SSVH | fenthion                   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 3.33   | 3.33   | 3.33   | 3.33   | 3.33   | 3.33   |
| Sterk Poly | Vlissingen boei SSVH | heptachlor                 | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |
| Sterk Poly | Vlissingen boei SSVH | heptachloorepoxide         | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.1  | NA   | 0.07 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |
| Sterk Poly | Vlissingen boei SSVH | isoprotruron               | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0    | 0.08 | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |
| Sterk Poly | Vlissingen boei SSVH | linuron                    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 1.54 | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.77 | 0.77 | 0.77 | 0.77   | 0.77   | 1.54   | 0.77   | 0.77   | 0.77   |
| Sterk Poly | Vlissingen boei SSVH | malathion                  | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.36   | 0.36   | 0.36   | 0.36   | 0.36   | 0.36   |
| Sterk Poly | Vlissingen boei SSVH | MCPA                       | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 588.24 | 588.24 | 588.24 | 588.24 | 588.24 | 588.24 |
| Sterk Poly | Vlissingen boei SSVH | mevifos                    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |
| Sterk Poly | Vlissingen boei SSVH | p,p-DDT                    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |
| Sterk Poly | Vlissingen boei SSVH | parathion-ethyl            | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 2      | 2      | 2      | 2      | 2      | 2      |
| Sterk Poly | Vlissingen boei SSVH | parathion-methyl           | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.91   | 0.91   | 0.91   | 0.91   | 0.91   | 0.91   |
| Sterk Poly | Vlissingen boei SSVH | pentachloorfenol           | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.05 | 0.05   | 0.05   | 0.05   | 0.25   | 0.25   | 0.25   |
| Sterk Poly | Vlissingen boei SSVH | simazine                   | NA   | NA   | 0.01 | 0.01 | NA   | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0    | 0    | 0    | 0    | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |
| Sterk Poly | Vlissingen boei SSVH | Sum_DDT-DDD-DDE            | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.16 | 0.16 | 0.16 | 0.16   | 0.04   | 0      | 0      | 0      | 0      |
| Sterk Poly | Vlissingen boei SSVH | Sum_difins                 | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.8  | 0.8  | 0.8  | 0.2    | 0      | 0      | 0      | 0      | 0.2    |
| Sterk Poly | Vlissingen boei SSVH | Sum_endosulfans            | 3    | 2    | 1.5  | 2    | 1    | 1    | 1    | 0.5  | 0.5  | 0    | 0    | 0    | 1    | 0.5  | 0    | 0      | 4      | 0      | 0      | 0      | 0      |
| Sterk Poly | Vlissingen boei SSVH | Sum_hevachloorcyclohexaans | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 30     | 30     | 30     | 30     | 30     | 30     |
| Sterk Poly | Vlissingen boei SSVH | triazofos                  | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.33   | 0.33   | 0.33   | 0.33   | 0.33   | 0.33   |
| Sterk Poly | Vlissingen boei SSVH | trifluralin                | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.28   | 29.98  | 30.14  | 30.01  | 23.8   | 23.81  |
| Sterk Poly | Vlissingen boei SSVH | TU_pesticiden              | 3    | 2    | 0.51 | 0.68 | 1    | 0.35 | 0.25 | 6.08 | 0.41 | 0.33 | 0.04 | 0.03 | 0.21 | 0.18 | 0.28 | 29.98  | 30.14  | 30.01  | 23.8   | 23.81  | 23.81  |
| Meso       | Hansweert geul       | alachlor                   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |
| Meso       | Hansweert geul       | arazine                    | NA   | NA   | 0.17 | NA   | NA   | 0.18 | 0.1  | 0.12 | 0.1  | 0.07 | 0.05 | 0.03 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0      | 0      | 0      | 0.02   | 0      | 0      |
| Meso       | Hansweert geul       | chlorpyrifos               | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0    | 0    | 0    | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |
| Meso       | Hansweert geul       | dichloorvoos               | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 166.67 | 166.67 | 166.67 | 0      | 0      | 0      |
| Meso       | Hansweert geul       | dimethoat                  | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |

Tabel D-10: Rekenparameter chemische waterkwaliteit oppervlaktewater voor pesticiden deel 1.

| Zone        | Station        | Parameter                  | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006  | 2007  | 2008  | 2009  | 2010  | 2011  | 2012  | 2013  | 2014  | 2015  |
|-------------|----------------|----------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Meso        | Hansweert geul | diuron                     | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 1,35 | 1,45 | 1,1  | 1    | 0,7  | 0,55  | 0,4   | 0,4   | 0,2   | 0,15  | 0,1   | 0,1   | 0,05  | 0,1   | 0,05  |
| Meso        | Hansweert geul | heptachloor                | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | 0     | 0     | 0     |
| Meso        | Hansweert geul | heptachloorepoxide         | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 40   | NA   | NA   | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | 0     | 0     | 0     | 0     |
| Meso        | Hansweert geul | isoproturon                | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0,47 | NA   | 0,17 | 0,17 | 0,13 | 0,13  | 0,07  | 0,13  | 0,1   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    |
| Meso        | Hansweert geul | linuron                    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0,04 | 0,08 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04  | 0,04  | 0,04  | 0,04  | 0     | 0     | 0,04  | 0     | 0,04  | 0     |
| Meso        | Hansweert geul | malathion                  | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 1,54 | NA   | NA   | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    |
| Meso        | Hansweert geul | p,p'-DDT                   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA    | NA    | NA    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| Meso        | Hansweert geul | pentachloorfenol           | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | 0,25  | 0,25  | 0,25  | 0,25  | 0,25  |
| Meso        | Hansweert geul | simazine                   | NA   | NA   | 0,05 | NA   | NA   | 0,05 | 0,03 | 0,03 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,01  | 0,01  | 0,01  | 0,01  | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| Meso        | Hansweert geul | Sum_DDT-DDD-ODE            | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA    | NA    | NA    | 0,16  | 0,16  | 0,04  | 0     | 0     | 0     | 0     |
| Meso        | Hansweert geul | Sum_dlns                   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA    | NA    | NA    | 0,2   | 0     | 0,2   | 0     | 0     | 0     | 0     |
| Meso        | Hansweert geul | Sum_endosulfans            | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 2    | 2    | 2    | NA   | NA    | 0     | 0     | 0     | 0     | 4     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| Meso        | Hansweert geul | Sum_hexachloorcyclohexaans | 6,5  | 5    | 3    | 4    | 2,5  | 2    | 1,5  | 1    | 1    | 0,5  | 0,5  | 0,5   | 0,5   | 0,5   | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0,5   | 0     |
| Meso        | Hansweert geul | trifluralin                | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | 0,33  | 0,33  | 0,33  | 0,33  |
| Meso        | Hansweert geul | TU_pesticiden              | 6,5  | 5    | 10,7 | 14,1 | 2,5  | 0,74 | 0,58 | 6,32 | 0,63 | 0,54 | 0,24 | 0,21  | 0,13  | 0,14  | 0,07  | 11,95 | 11,44 | 9,85  | 0,04  | 0,07  | 0,04  |
| 9(gradient) | 154100         | alachlor                   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    |
| 9(gradient) | 154100         | atrazine                   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0,1   | 0,05  | 0,02  | 0,03  | 0,02  | 0,02  | 0,02  | 0,03  | 0,03  | 0,03  |
| 9(gradient) | 154100         | azinfos-ethyl              | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 1     | NA    | NA    | 1     | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | 1     |
| 9(gradient) | 154100         | azinfos-methyl             | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 5    | 5     | 5     | 5     | 10    | NA    | NA    | NA    | 10    | 10    | 10    |
| 9(gradient) | 154100         | bentazon                   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | 0     | NA    | 0     |
| 9(gradient) | 154100         | chlorfenvinphos            | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0,2  | 0,2   | 0,1   | 0,1   | NA    | NA    | NA    | 0,1   | 0,1   | 0     | 0     |
| 9(gradient) | 154100         | cumafos                    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 20    | 10    | NA    | 10    | NA    | NA    | NA    | 10    | 10    | 10    |
| 9(gradient) | 154100         | demeton                    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0,4  | NA   | 0,4   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    |
| 9(gradient) | 154100         | dichloorvos                | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0    | 14,29 | 14,29 | 14,29 | 14,29 | 14,29 | 14,29 | 14,29 | 14,29 | 14,29 | 14,29 |
| 9(gradient) | 154100         | dichlorprop                | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0    | 0     | 0     | 0,5   | 1     | 1     | NA    | NA    | 1     | 1     | 1     |
| 9(gradient) | 154100         | dimethoaat                 | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 1    | NA    | NA    | 1     | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    |
| 9(gradient) | 154100         | disulfoton                 | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0,7  | 0,35  | 0,5   | 0,5   | 0,2   | 0,15  | 0,2   | 0,15  | 0,15  | 0,2   | 0,1   |
| 9(gradient) | 154100         | diuron                     | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0    | 0     | 0     | 0     | 11,11 | NA    | NA    | NA    | 11,11 | 11,11 | 11,11 |
| 9(gradient) | 154100         | fenthothion                | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0    | NA    | NA    | 50    | 50    | NA    | NA    | NA    | 50    | 50    | 50    |
| 9(gradient) | 154100         | isoproturon                | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0,17 | 0,17  | 0,13  | 0,13  | 0,17  | 0,1   | 0,1   | 0,1   | 0,1   | 0,1   | 0,07  |
| 9(gradient) | 154100         | linuron                    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0,03 | 0,03  | 0,03  | 0,03  | 0,03  | NA    | NA    | 0,13  | 0,07  | 0,07  | 0,03  |
| 9(gradient) | 154100         | malathion                  | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0    | 0     | 12,5  | 12,5  | 12,5  | 12,5  | NA    | 12,5  | 12,5  | 12,5  | 12,5  |
| 9(gradient) | 154100         | MCPA                       | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0,07 | 0,07  | 0,03  | 0,01  | 0,01  | NA    | NA    | NA    | 0,01  | NA    | 0,01  |
| 9(gradient) | 154100         | mevinfos                   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0    | 0     | 5     | 5     | 5     | NA    | NA    | NA    | 5     | 5     | 5     |
| 9(gradient) | 154100         | monolinuron                | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0,2  | 0,2   | 0,03  | 0,03  | 0,03  | NA    | NA    | 0,03  | 0     | 0     | 0     |
| 9(gradient) | 154100         | p,p'-DDT                   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0    | NA   | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0     | 0     | 0     | 0     | NA    | NA    | NA    | 0     | NA    | NA    |
| 9(gradient) | 154100         | parathion-ethyl            | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 50   | 50    | 50    | 50    | 100   | NA    | NA    | NA    | 100   | 100   | 100   |
| 9(gradient) | 154100         | parathion-methyl           | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    |
| 9(gradient) | 154100         | pentachloorfenol           | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0,02 | 0,02  | 0,27  | 0,08  | 0,08  | 0,08  | 0,08  | 0,08  | 0,08  | 0,08  | NA    |
| 9(gradient) | 154100         | propanil                   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0,05 | 0,05  | 0,05  | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    |
| 9(gradient) | 154100         | simazine                   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0,04 | 0,05  | 0,04  | 0,02  | 0,01  | 0,01  | 0,01  | 0,01  | 0,01  | 0,01  | 0     |
| 9(gradient) | 154100         | Sum_DDT-DDD-ODE            | NA   | NA   | NA   | NA   | 0,96 | NA   | 0,28 | 0,28 | 0,28 | 0,28 | 0,28 | 0,28  | 0,28  | 0,28  | 0,28  | NA    | NA    | NA    | 0,36  | NA    | NA    |
| 9(gradient) | 154100         | Sum_dlns                   | NA   | NA   | NA   | NA   | 4,6  | NA   | 1,4  | 1,4  | 1,4  | 1,4  | 1,4  | 1,6   | 1,6   | 1,6   | 1,6   | NA    | NA    | NA    | 1,6   | 8     | 22    |
| 9(gradient) | 154100         | Sum_endosulfans            | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | 12    | 8     | 8     |
| 9(gradient) | 154100         | Sum_heptachloors           | NA   | NA   | NA   | NA   | 0,89 | NA   | 0,33 | 0,44 | 0,44 | 0,44 | 0,44 | 0,44  | 0,44  | 0,44  | 0,44  | 0,22  | 0,22  | 0,22  | 0,22  | NA    | NA    |
| 9(gradient) | 154100         | Sum_hexachloorcyclohexaans | NA   | NA   | NA   | NA   | 12,5 | NA   | 3,5  | 3    | 3    | 2    | 3    | 2     | 2     | 2     | 2     | 2     | NA    | NA    | 2     | NA    | NA    |
| 9(gradient) | 154100         | tetrabutyltin              | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0,83 | 0     | 0     | 0     | 0     | NA    | NA    | 0     | 0     | NA    | NA    |
| 9(gradient) | 154100         | triazofos                  | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0    | NA    | NA    | 0,67  | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    |
| 9(gradient) | 154100         | tributyltin                | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 9(gradient) | 154100         | trifluralin                | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0     | 0     | 0     | 0     | NA    | NA    | 0     | 0     | 0     | 0     |

Tabel D-11: Rekenparameter chemische waterkwaliteit oppervlaktewater voor pesticiden deel 2.



| Zone          | Station             | Parameter                  | 1995 | 1996 | 1997 | 1998  | 1999  | 2000  | 2001  | 2002  | 2003  | 2004  | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
|---------------|---------------------|----------------------------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 9 (gradient)  | Schaar van Ouden Do | alachlor                   | NA   | NA   | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| 9 (gradient)  | Schaar van Ouden Do | atrazine                   | 0.53 | 0.42 | 0.43 | 0.47  | 0.43  | 0.43  | 0.18  | 0.22  | 0.15  | 0.08  | 0.1  | 0.05 | 0.03 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0    |
| 9 (gradient)  | Schaar van Ouden Do | bentazon                   | NA   | NA   | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| 9 (gradient)  | Schaar van Ouden Do | chlorpyrifos               | NA   | NA   | NA   | 3.33  | 3.33  | 2.87  | 0.33  | NA    | NA    | NA    | NA   | NA   | 0.33 | 0.33 | 0.33 | 0.33 | 0.33 | 0.33 | 0.33 | 0.33 | 0    |
| 9 (gradient)  | Schaar van Ouden Do | cumafos                    | NA   | NA   | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| 9 (gradient)  | Schaar van Ouden Do | dichloorvos                | NA   | NA   | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| 9 (gradient)  | Schaar van Ouden Do | dimethoaat                 | NA   | NA   | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| 9 (gradient)  | Schaar van Ouden Do | diuron                     | 3.5  | 3.05 | 3.05 | 2.75  | 3.6   | 3.6   | 2.4   | 1.85  | 2.3   | 1.65  | 1.15 | 0.9  | 0.7  | 0.6  | 0.35 | 0.25 | 0.2  | 0.15 | 0.15 | 0.15 | 0.1  |
| 9 (gradient)  | Schaar van Ouden Do | fenthoion                  | NA   | NA   | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| 9 (gradient)  | Schaar van Ouden Do | fenitrothion               | NA   | NA   | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| 9 (gradient)  | Schaar van Ouden Do | isoprotonon                | 0.3  | 0.33 | 0.33 | 0.4   | 0.47  | 0.47  | 0.7   | 0.43  | 0.3   | 0.23  | 0.27 | 0.23 | 0.2  | 0.2  | 0.2  | 0.2  | 0.2  | 0.2  | 0.2  | 0.2  | 0    |
| 9 (gradient)  | Schaar van Ouden Do | linuron                    | 0.03 | 0.13 | 0.17 | 0.17  | 0.17  | 0.17  | 0.17  | 0.1   | 0.07  | 0.03  | 0.07 | 0.07 | 0.07 | 0.07 | 0.07 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.07 | 0.07 | 0.03 |
| 9 (gradient)  | Schaar van Ouden Do | malathion                  | NA   | NA   | NA   | 62.5  | 12.5  | 12.5  | 12.5  | 25    | 12.5  | 12.5  | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 |
| 9 (gradient)  | Schaar van Ouden Do | MCPA                       | NA   | NA   | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| 9 (gradient)  | Schaar van Ouden Do | mevinfos                   | NA   | NA   | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| 9 (gradient)  | Schaar van Ouden Do | monolinuron                | NA   | NA   | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| 9 (gradient)  | Schaar van Ouden Do | p,p-DDT                    | 0    | 0    | 0    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| 9 (gradient)  | Schaar van Ouden Do | p,p-DDT                    | NA   | NA   | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| 9 (gradient)  | Schaar van Ouden Do | Sum_endosulfans            | NA   | NA   | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| 9 (gradient)  | Schaar van Ouden Do | Sum_heptachloors           | 0.11 | 0.11 | 0.11 | 0.11  | 0.11  | 0.11  | 0.11  | 0.11  | 0.11  | 0.11  | 0.11 | 0.11 | 0.11 | 0.11 | 0.11 | 0.11 | 0.11 | 0.11 | 0.11 | 0.11 | 0    |
| 9 (gradient)  | Schaar van Ouden Do | Sum_hexachloorcyclohexaans | 6    | 5.5  | 5    | 5     | 4     | 3.5   | 3.5   | 2.5   | 2     | 2     | 2    | 1.5  | 2    | 0.5  | 0.5  | 0.5  | 0.5  | 0.5  | 0.5  | 0.5  | 0    |
| 9 (gradient)  | Schaar van Ouden Do | triazofos                  | NA   | NA   | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| 9 (gradient)  | Schaar van Ouden Do | trifluralin                | NA   | NA   | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| 9 (gradient)  | Schaar van Ouden Do | TLL_pesticiden             | 1.14 | 1.06 | 1.91 | 5.56  | 2.12  | 1.9   | 1.64  | 2.59  | 1.58  | 1.43  | 1.4  | 1.52 | 1.87 | 1.07 | 1.05 | 0.8  | 1.46 | 0.76 | 0.76 | 0.78 | 0.07 |
| 10 (gradient) | 180000              | alachlor                   | NA   | NA   | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| 10 (gradient) | 180000              | atrazine                   | NA   | NA   | 0.7  | 0.95  | 0.62  | 0.37  | 1.2   | 1.95  | 1.13  | 0.3   | 0.4  | 0.35 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| 10 (gradient) | 180000              | azifos-ethyl               | NA   | NA   | 0    | 0     | 8     | 2     | 2     | 2     | 2     | 2     | 1    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| 10 (gradient) | 180000              | azifos-methyl              | NA   | NA   | 0    | 0     | 25    | 10    | 10    | 10    | 10    | 10    | 5    | 5    | 5    | 5    | 5    | 5    | 5    | 5    | 5    | 5    | 5    |
| 10 (gradient) | 180000              | chlorfenvinphos            | NA   | NA   | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA   | NA   | 0.2  | 0.1  | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| 10 (gradient) | 180000              | cumafos                    | NA   | NA   | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| 10 (gradient) | 180000              | demeton                    | NA   | NA   | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| 10 (gradient) | 180000              | dichloorvos                | NA   | NA   | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| 10 (gradient) | 180000              | dichlorprop                | NA   | NA   | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| 10 (gradient) | 180000              | dimethoaat                 | NA   | NA   | 0.5  | 2.5   | 2     | 1.5   | 0.5   | 0.5   | 0.5   | 0.5   | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0.5  | 0.5  | 1    | 1    | 1    |
| 10 (gradient) | 180000              | disulfoton                 | NA   | NA   | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| 10 (gradient) | 180000              | diuron                     | NA   | NA   | 4.5  | 11.25 | 6.3   | 4.1   | 4.1   | 7.15  | 4.2   | 1.3   | 0.85 | 0.6  | 0.6  | 0.55 | 0.5  | 0.45 | 0.25 | NA   | NA   | NA   | NA   |
| 10 (gradient) | 180000              | fenitrothion               | NA   | NA   | 0    | 0     | 33.33 | 11.11 | 11.11 | 11.11 | 11.11 | 11.11 | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | NA   | NA   | NA   | NA   |
| 10 (gradient) | 180000              | fenthoion                  | NA   | NA   | 0    | 0     | 200   | 50    | 50    | 50    | 50    | 50    | 0    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| 10 (gradient) | 180000              | isoprotonon                | NA   | NA   | 0.17 | 0.17  | 0.17  | 0.1   | 0.1   | 0.13  | 0.1   | 0.1   | 0.03 | 0.03 | 0.2  | 0.07 | 0.03 | 0.03 | 0.07 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.03 |
| 10 (gradient) | 180000              | linuron                    | NA   | NA   | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| 10 (gradient) | 180000              | malathion                  | NA   | NA   | 0    | 0     | 37.5  | 50    | 12.5  | 12.5  | 12.5  | 12.5  | 0    | 0    | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 |
| 10 (gradient) | 180000              | MCPA                       | NA   | NA   | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| 10 (gradient) | 180000              | mevinfos                   | NA   | NA   | 0    | 0     | 25    | 10    | 5     | 5     | 5     | 5     | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0.5  | 0.5  | 0.5  | 0.5  |
| 10 (gradient) | 180000              | monolinuron                | NA   | NA   | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| 10 (gradient) | 180000              | p,p-DDT                    | NA   | NA   | 0    | 1     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| 10 (gradient) | 180000              | parathion-ethyl            | NA   | NA   | 50   | 0     | 100   | 50    | 50    | 50    | 50    | 50    | 50   | 50   | 50   | 50   | 50   | 50   | 50   | 50   | 50   | 50   | 50   |
| 10 (gradient) | 180000              | parathion-methyl           | NA   | NA   | 0    | 0     | 6     | 2     | 1     | 1     | 1     | 1     | 0    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| 10 (gradient) | 180000              | propanil                   | NA   | NA   | NA   | NA    | NA    | NA    | 0.15  | 0.15  | 0.15  | 0.15  | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 |

Tabel D-12: Rekenparameter chemische waterkwaliteit oppervlaktewater voor pesticiden deel 3.

| Zone          | Station | Parameter                  | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999  | 2000  | 2001  | 2002  | 2003  | 2004  | 2005  | 2006  | 2007  | 2008  | 2009  | 2010  | 2011  | 2012  | 2013  | 2014  | 2015  |
|---------------|---------|----------------------------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 10 (gradient) | 180000  | simazine                   | NA   | NA   | 0.45 | 0.23 | 0.17  | 0.09  | 0.12  | 0.09  | 0.04  | 0.04  | 0.03  | 0.03  | 0.04  | 0.01  | 0.01  | 0.02  | 0.02  | NA    | NA    | NA    | NA    |
| 10 (gradient) | 180000  | Sum_DDT-000-00E            | NA   | NA   | 1    | 1.04 | 1.08  | 0.2   | 0.28  | 0.28  | 0.28  | 0.28  | 0.28  | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    |
| 10 (gradient) | 180000  | Sum_dfrs                   | NA   | NA   | 4    | 6    | 7.4   | 1.2   | 1.4   | 1.4   | 1.4   | 1.4   | 1.4   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    |
| 10 (gradient) | 180000  | Sum_heptachloors           | NA   | NA   | 1.11 | 1.22 | 1.11  | 0.22  | 0.44  | 0.44  | 0.44  | 0.44  | 0.44  | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    |
| 10 (gradient) | 180000  | Sum_hexachloorcyclohexaans | NA   | NA   | 15.5 | 16   | 15.5  | 4.5   | 6.5   | 2.5   | 3.5   | 2     | 3     | 1     | 1     | 1     | 1.5   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    |
| 10 (gradient) | 180000  | triazofos                  | NA   | NA   | NA   | NA   | 2     | 0.67  | 0.67  | 0.67  | 0.67  | 0.67  | 0     | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    |
| 10 (gradient) | 180000  | trifluralin                | NA   | NA   | 0    | 0.33 | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    |
| 10 (gradient) | 180000  | TU_pesticiden              | NA   | NA   | 4.61 | 2.63 | 22.53 | 11.69 | 6.31  | 7.79  | 7.24  | 6.41  | 3.69  | 4.55  | 4.72  | 5.66  | 2.51  | 2.59  | 6.22  | NA    | NA    | NA    | NA    |
| 11 (gradient) | 159000  | pentachloorfenol           | NA   | NA   | NA   | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    |
| 11 (gradient) | 159000  | TU_pesticiden              | NA   | NA   | NA   | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    |
| 13 (oligo)    | 162000  | alachlor                   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    |
| 13 (oligo)    | 162000  | atrazine                   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA    | NA    | 0.32  | 0.4   | 0.23  | 0.18  | 0.12  | 0.05  | 0.03  | 0.05  | 0.03  | 0.02  | 0.03  | 0.03  | 0.02  | 0.02  | 0.02  |
| 13 (oligo)    | 162000  | azinfos-ethyl              | NA   | NA   | NA   | NA   | NA    | NA    | 2     | 2     | 2     | 2     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | 1     |
| 13 (oligo)    | 162000  | benazon                    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA    | NA    | 10    | 10    | 10    | 10    | 5     | 5     | 5     | 5     | 5     | 10    | 10    | 10    | 10    | 10    | 10    |
| 13 (oligo)    | 162000  | chlorfeniphos              | NA   | NA   | NA   | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    |
| 13 (oligo)    | 162000  | cumafos                    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA    | NA    | 10    | 10    | 10    | 10    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    |
| 13 (oligo)    | 162000  | demeton                    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA    | NA    | 0.4   | 0.6   | 0.6   | 0.6   | 0.2   | NA    | NA    | 20    | 10    | 10    | 10    | 10    | 10    | 10    | 10    |
| 13 (oligo)    | 162000  | dichloorvos                | NA   | NA   | NA   | NA   | NA    | NA    | 14.23 | 14.23 | 14.23 | 14.23 | 14.23 | 14.23 | 14.23 | 14.23 | 14.23 | 14.23 | 14.23 | 14.23 | 14.23 | 14.23 | 14.23 |
| 13 (oligo)    | 162000  | dichlorprop                | NA   | NA   | NA   | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 13 (oligo)    | 162000  | dimethoaat                 | NA   | NA   | NA   | NA   | NA    | NA    | 1     | 1     | 1     | 1.5   | 1.5   | 1     | 0.5   | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     |
| 13 (oligo)    | 162000  | disulfoton                 | NA   | NA   | NA   | NA   | NA    | NA    | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     |
| 13 (oligo)    | 162000  | diuron                     | NA   | NA   | NA   | NA   | NA    | NA    | 2.55  | 2.85  | 1.9   | 1.55  | 0.55  | 0.3   | 0.55  | 0.5   | 0.2   | 0.25  | 0.2   | 0.25  | 0.2   | 0.15  | 0.15  |
| 13 (oligo)    | 162000  | fenitrothion               | NA   | NA   | NA   | NA   | NA    | NA    | 11.11 | 11.11 | 11.11 | 11.11 | 0     | 0     | 0     | 0     | 11.11 | 11.11 | 11.11 | 11.11 | 11.11 | 11.11 | 11.11 |
| 13 (oligo)    | 162000  | fenthion                   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA    | NA    | 50    | 50    | 50    | 50    | 50    | NA    | NA    | 50    | 50    | 50    | 50    | 50    | 50    | 50    | 50    |
| 13 (oligo)    | 162000  | foxim                      | NA   | NA   | NA   | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | 0     | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    |
| 13 (oligo)    | 162000  | isoproturon                | NA   | NA   | NA   | NA   | NA    | NA    | 0.93  | 0.67  | 0.63  | 0.47  | 0.3   | 0.33  | 0.27  | 0.27  | 0.23  | 0.2   | 0.2   | 0.2   | 0.17  | 0.17  | 0.13  |
| 13 (oligo)    | 162000  | linuron                    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA    | NA    | 0.1   | 0.17  | 0.3   | 0.53  | 0.03  | 0.03  | 0.03  | 0.03  | 0.03  | 0.03  | 0.07  | 0.2   | 0.1   | 0.1   | 0.07  |
| 13 (oligo)    | 162000  | malathion                  | NA   | NA   | NA   | NA   | NA    | NA    | 12.5  | 12.5  | 12.5  | 12.5  | 0     | 0     | 12.5  | 12.5  | 12.5  | 12.5  | 12.5  | 12.5  | 12.5  | 12.5  | 12.5  |
| 13 (oligo)    | 162000  | MCPA                       | NA   | NA   | NA   | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | 0.13  | 0.13  | 0.11  | 0.11  | 0.07  | 0.07  | 0.04  | 0.03  | 0.03  | 0.09  | 0.04  | 0.04  | 0.03  |
| 13 (oligo)    | 162000  | methamidofos               | NA   | NA   | NA   | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | 0     | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    |
| 13 (oligo)    | 162000  | mevinfos                   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA    | NA    | 5     | 5     | 5     | 5     | 0     | 0     | 5     | 5     | 5     | 5     | 5     | 5     | 5     | 5     | 5     |
| 13 (oligo)    | 162000  | monolinuron                | NA   | NA   | NA   | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | 0.1   | 0.1   | 0.17  | 0.2   | 0.07  | 0.03  | 0.03  | 0.03  | 0.03  | 0.07  | 0     | 0     | 0     |
| 13 (oligo)    | 162000  | omethoaat                  | NA   | NA   | NA   | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | 0     | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    |
| 13 (oligo)    | 162000  | oxydemeton-methyl          | NA   | NA   | NA   | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | 0.08  | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    |
| 13 (oligo)    | 162000  | p,p'-DDT                   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA    | NA    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 13 (oligo)    | 162000  | parathion-ethyl            | NA   | NA   | NA   | NA   | NA    | NA    | 50    | 50    | 50    | 50    | 50    | 50    | 50    | 50    | 50    | 100   | 100   | 100   | 100   | 100   | 100   |
| 13 (oligo)    | 162000  | parathion-methyl           | NA   | NA   | NA   | NA   | NA    | NA    | 1     | 1     | 1     | 1     | 0     | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    |
| 13 (oligo)    | 162000  | pentachloorfenol           | NA   | NA   | NA   | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | 0.06  | 0.05  | 0.05  | 0.05  | 0.06  | 0.06  | 0.06  | 0.06  | 0.06  | 0.08  | 0.08  | 0.08  | 0.06  |
| 13 (oligo)    | 162000  | propamil                   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA    | NA    | 0.15  | 0.15  | 0.2   | 0.15  | 0.05  | 0.05  | 0.05  | 0.05  | 0.05  | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    |
| 13 (oligo)    | 162000  | simazine                   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA    | NA    | 0.09  | 0.12  | 0.06  | 0.06  | 0.05  | 0.04  | 0.04  | 0.02  | 0.02  | 0.02  | 0.02  | 0.02  | 0.01  | 0.01  | 0.01  |
| 13 (oligo)    | 162000  | Sum_DDT-000-00E            | NA   | NA   | NA   | NA   | NA    | NA    | 0.28  | 0.28  | 0.28  | 0.28  | 0.28  | 0.28  | 0.28  | 0.28  | 0.28  | 0.28  | 0.36  | 0.4   | 0.36  | 0.36  | 0.84  |
| 13 (oligo)    | 162000  | Sum_dfrs                   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA    | NA    | 1.4   | 1.4   | 1.4   | 1.4   | 1.4   | 1.6   | 1.6   | 1.6   | 1.6   | 1.6   | 1.6   | 2     | 1.6   | 1.6   | 3.2   |
| 13 (oligo)    | 162000  | Sum_endosulfans            | NA   | NA   | NA   | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | 8     | 8     | 8     | 20    |
| 13 (oligo)    | 162000  | Sum_heptachloors           | NA   | NA   | NA   | NA   | NA    | NA    | 0.33  | 0.44  | 0.44  | 0.44  | 0.44  | 0.44  | 0.44  | 0.44  | 0.44  | 0.22  | 0.22  | 0.22  | 0.22  | 0.22  | 0.44  |
| 13 (oligo)    | 162000  | Sum_hexachloorcyclohexaans | NA   | NA   | NA   | NA   | NA    | NA    | 5.5   | 5     | 4     | 3     | 4     | 2.5   | 2.5   | 2.5   | 2     | 2     | 2     | 2     | 2     | 2     | 4.5   |
| 13 (oligo)    | 162000  | tetrabutyltin              | NA   | NA   | NA   | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0.833 | 0     | 0     | 0     | 0     | NA    |
| 13 (oligo)    | 162000  | triazofos                  | NA   | NA   | NA   | NA   | NA    | NA    | 0.67  | 0.67  | 0.67  | 0.67  | 0.33  | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    |
| 13 (oligo)    | 162000  | tributyltin                | NA   | NA   | NA   | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | 50    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | NA    |
| 13 (oligo)    | 162000  | trichloofon                | NA   | NA   | NA   | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | 0     | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    |
| 13 (oligo)    | 162000  | trifluralin                | NA   | NA   | NA   | NA   | NA    | NA    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 13 (oligo)    | 162000  | TU_pesticiden              | NA   | NA   | NA   | NA   | NA    | NA    | 6.69  | 6.69  | 5.11  | 5.79  | 4.37  | 4.87  | 3.59  | 5.21  | 6.3   | 7.59  | 7.82  | 7.98  | 7.56  | 7.82  | 8.73  |

Tabel D-13: Rekenparameter chemische waterkwaliteit oppervlaktewater voor pesticiden deel 4.



| Zone                  | Station | Parameter                  | 1995 | 1996  | 1997  | 1998  | 1999  | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
|-----------------------|---------|----------------------------|------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 16 (zoet lang) 164000 |         | alachlor                   | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| 16 (zoet lang) 164000 |         | atrazine                   | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| 16 (zoet lang) 164000 |         | azinfos-ethyl              | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| 16 (zoet lang) 164000 |         | azinfos-methyl             | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| 16 (zoet lang) 164000 |         | bentazon                   | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| 16 (zoet lang) 164000 |         | chlorfenvinphos            | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| 16 (zoet lang) 164000 |         | cumafos                    | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| 16 (zoet lang) 164000 |         | demeton                    | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| 16 (zoet lang) 164000 |         | dichloorvos                | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| 16 (zoet lang) 164000 |         | dichlorprop                | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| 16 (zoet lang) 164000 |         | dimethoaat                 | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| 16 (zoet lang) 164000 |         | disulfoton                 | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| 16 (zoet lang) 164000 |         | diuron                     | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| 16 (zoet lang) 164000 |         | fentitrothion              | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| 16 (zoet lang) 164000 |         | fenthion                   | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| 16 (zoet lang) 164000 |         | isoproturon                | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| 16 (zoet lang) 164000 |         | linuron                    | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| 16 (zoet lang) 164000 |         | malathion                  | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| 16 (zoet lang) 164000 |         | MCPA                       | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| 16 (zoet lang) 164000 |         | mevinfos                   | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| 16 (zoet lang) 164000 |         | monolinuron                | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| 16 (zoet lang) 164000 |         | p,p'-DDT                   | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| 16 (zoet lang) 164000 |         | parathion-ethyl            | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| 16 (zoet lang) 164000 |         | parathion-methyl           | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| 16 (zoet lang) 164000 |         | pentachloorfenol           | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| 16 (zoet lang) 164000 |         | propaflil                  | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| 16 (zoet lang) 164000 |         | simazine                   | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| 16 (zoet lang) 164000 |         | Sum_DDT-000-00E            | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| 16 (zoet lang) 164000 |         | Sum_difns                  | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| 16 (zoet lang) 164000 |         | Sum_endosulfans            | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| 16 (zoet lang) 164000 |         | Sum_heptachloors           | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| 16 (zoet lang) 164000 |         | Sum_hexachloorcyclohexaans | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| 16 (zoet lang) 164000 |         | tetrabutylin               | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| 16 (zoet lang) 164000 |         | triazofos                  | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| 16 (zoet lang) 164000 |         | tributylin                 | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| 16 (zoet lang) 164000 |         | trifluralin                | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| 16 (zoet lang) 164000 |         | TU_pesticiden              | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| 18 (zoet kort) 167000 |         | atrazine                   | NA   | 0,87  | 0,9   | 0,7   | 0,47  | 7,21 | 8,31 | 6,48 | 5,83 | 5,69 | 2,11 | 4,24 | 3,49 | 5,11 | 6,21 | 7,24 | 7,5  | 7,51 | 7,25 | 7,49 | 7,91 |
| 18 (zoet kort) 167000 |         | azinfos-ethyl              | NA   | 0     | 0     | 0     | 7     | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| 18 (zoet kort) 167000 |         | azinfos-methyl             | NA   | 0     | 0     | 0     | 25    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| 18 (zoet kort) 167000 |         | cumafos                    | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| 18 (zoet kort) 167000 |         | demeton                    | NA   | NA    | NA    | NA    | 0,8   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| 18 (zoet kort) 167000 |         | dichloorvos                | NA   | 28,57 | 14,29 | 14,29 | 42,86 | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| 18 (zoet kort) 167000 |         | dimethoaat                 | NA   | 1     | 1,5   | 0,5   | 1,5   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| 18 (zoet kort) 167000 |         | disulfoton                 | NA   | NA    | NA    | NA    | 4     | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| 18 (zoet kort) 167000 |         | diuron                     | NA   | NA    | NA    | NA    | 5,75  | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| 18 (zoet kort) 167000 |         | fentitrothion              | NA   | 0     | 0     | 0     | 33,33 | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| 18 (zoet kort) 167000 |         | fenthion                   | NA   | 0     | 0     | 0     | 150   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| 18 (zoet kort) 167000 |         | isoproturon                | NA   | NA    | NA    | NA    | 1,17  | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| 18 (zoet kort) 167000 |         | linuron                    | NA   | NA    | NA    | NA    | 0,2   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| 18 (zoet kort) 167000 |         | malathion                  | NA   | 0     | 0     | 0     | 25    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| 18 (zoet kort) 167000 |         | mevinfos                   | NA   | 0     | 0     | 0     | 25    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |

Tabel D-14: Rekenparameter chemische waterkwaliteit oppervlaktewater voor pesticiden deel 5.

| Zone           | Station | Parameter                  | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001  | 2002  | 2003  | 2004  | 2005  | 2006  | 2007  | 2008  | 2009  | 2010  | 2011  | 2012  | 2013  | 2014  | 2015  |
|----------------|---------|----------------------------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 18 (zoet/kort) | 167000  | p,p'-DDT                   | NA   | 0    | 0    | 0    | 0    | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    |
| 18 (zoet/kort) | 167000  | parathion-ethyl            | NA   | 0    | 0    | 0    | 100  | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    |
| 18 (zoet/kort) | 167000  | parathion-methyl           | NA   | 0    | 0    | 0    | 5    | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    |
| 18 (zoet/kort) | 167000  | simazine                   | NA   | 0.54 | 0.37 | 0.21 | 0.23 | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    |
| 18 (zoet/kort) | 167000  | Sum_DDT-DDD-ODE            | NA   | 0.68 | 0.8  | 1    | 1.04 | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    |
| 18 (zoet/kort) | 167000  | Sum_djms                   | NA   | 1.7  | 3.2  | 3    | 2.6  | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    |
| 18 (zoet/kort) | 167000  | Sum_heptachloors           | NA   | 0.44 | 0.69 | 1.11 | 1.11 | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    |
| 18 (zoet/kort) | 167000  | Sum_hexachloorcyclohexaans | NA   | 1.25 | 1.9  | 1.45 | 1.6  | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    |
| 18 (zoet/kort) | 167000  | triazofos                  | NA   | 0    | 0    | 0    | 0    | 0.33 | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    |
| 18 (zoet/kort) | 167000  | trifluralin                | NA   | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 18 (zoet/kort) | 167000  | TU_pesticiden              | NA   | 1.95 | 1.66 | 1.35 | 1.63 | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    |
| 18 (zoet/kort) | 167200  | atrazine                   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.72  | 0.32  | 0.73  | 0.22  | 0.27  | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    |
| 18 (zoet/kort) | 167200  | azinfos-ethyl              | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 2     | 2     | 2     | 2     | 2     | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    |
| 18 (zoet/kort) | 167200  | azinfos-methyl             | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 10    | 10    | 10    | 10    | 10    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    |
| 18 (zoet/kort) | 167200  | cumafos                    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 10    | 10    | 10    | 10    | 10    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    |
| 18 (zoet/kort) | 167200  | demeton                    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.4   | 0.6   | 0.6   | 0.6   | 0.6   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    |
| 18 (zoet/kort) | 167200  | dichloovos                 | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 28.57 | 14.29 | 14.29 | 14.29 | 14.29 | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    |
| 18 (zoet/kort) | 167200  | dichloroprop               | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0     | 0.01  | 0     | 0.01  | 0     | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    |
| 18 (zoet/kort) | 167200  | dimethoat                  | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 2     | 1     | 0.5   | 1     | 3     | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    |
| 18 (zoet/kort) | 167200  | disulfoton                 | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    |
| 18 (zoet/kort) | 167200  | diuron                     | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 4.2   | 1.05  | 3.4   | 1.6   | 2.2   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    |
| 18 (zoet/kort) | 167200  | fentitrothion              | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 11.11 | 11.11 | 11.11 | 11.11 | 11.11 | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    |
| 18 (zoet/kort) | 167200  | fenthion                   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 50    | 50    | 50    | 50    | 50    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    |
| 18 (zoet/kort) | 167200  | isoproturon                | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 1.3   | 2.27  | 1.27  | 1.17  | 0.93  | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    |
| 18 (zoet/kort) | 167200  | linuron                    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.1   | 0.13  | 0.27  | 0.1   | 1.4   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    |
| 18 (zoet/kort) | 167200  | malathion                  | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0     | 12.5  | 12.5  | 12.5  | 12.5  | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    |
| 18 (zoet/kort) | 167200  | MCPA                       | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA    | 0.14  | 0.36  | 0.17  | 0.26  | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    |
| 18 (zoet/kort) | 167200  | mevinfos                   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 10    | 5     | 5     | 5     | 5     | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    |
| 18 (zoet/kort) | 167200  | monolinuron                | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA    | 0.1   | 0.1   | 0.1   | 0.1   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    |
| 18 (zoet/kort) | 167200  | p,p'-DDT                   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    |
| 18 (zoet/kort) | 167200  | parathion-ethyl            | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 50    | 50    | 50    | 50    | 50    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    |
| 18 (zoet/kort) | 167200  | parathion-methyl           | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 2     | 1     | 1     | 1     | 1     | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    |
| 18 (zoet/kort) | 167200  | propanil                   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA    | 0.15  | 0.15  | 0.15  | 0.15  | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    |
| 18 (zoet/kort) | 167200  | simazine                   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.09  | 0.04  | 0.11  | 0.05  | 0.05  | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    |
| 18 (zoet/kort) | 167200  | Sum_DDT-DDD-ODE            | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.2   | 0.28  | 0.28  | 0.28  | 0.28  | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    |
| 18 (zoet/kort) | 167200  | Sum_djms                   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.7   | 0.7   | 0.7   | 0.7   | 0.7   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    |
| 18 (zoet/kort) | 167200  | Sum_heptachloors           | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.33  | 0.44  | 0.44  | 0.44  | 0.44  | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    |
| 18 (zoet/kort) | 167200  | Sum_hexachloorcyclohexaans | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.9   | 0.5   | 0.7   | 0.45  | 0.5   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    |
| 18 (zoet/kort) | 167200  | triazofos                  | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.67  | 0.67  | 0.67  | 0.67  | 0.67  | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    |
| 18 (zoet/kort) | 167200  | trifluralin                | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    |
| 18 (zoet/kort) | 167200  | TU_pesticiden              | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 7.75  | 6.04  | 6.11  | 6.02  | 6.53  | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    |
| 19 (zoet/kort) | 168900  | alachlor                   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    |
| 19 (zoet/kort) | 168900  | atrazine                   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.45  | 0.53  | 0.32  | 0.28  | 0.2   | 0.07  | 0.05  | 0.05  | 0.03  | 0.03  | 0.03  | 0.03  | 0.03  | 0.03  | 0.03  |
| 19 (zoet/kort) | 168900  | azinfos-ethyl              | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 2     | 2     | 2     | 2     | 2     | 1     | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | 1     |
| 19 (zoet/kort) | 168900  | azinfos-methyl             | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 25    | 10    | 10    | 10    | 10    | 5     | 5     | 5     | 5     | 10    | 10    | 10    | 10    | 10    | 10    |
| 19 (zoet/kort) | 168900  | benazon                    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | 0     | 0     | 0     | NA    |
| 19 (zoet/kort) | 168900  | chlorfenvinphos            | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | 0     | 0     |
| 19 (zoet/kort) | 168900  | cumafos                    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 30    | 10    | 10    | 10    | 10    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | 10    | 10    |
| 19 (zoet/kort) | 168900  | demeton                    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.4   | 0.6   | 0.6   | 0.6   | 0.2   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | 10    | 10    |
| 19 (zoet/kort) | 168900  | dichloovos                 | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 42.86 | 28.57 | 14.29 | 14.29 | 14.29 | 14.29 | 14.29 | 14.29 | 14.29 | 14.29 | 14.29 | 14.29 | 14.29 | 14.29 | 14.29 |
| 19 (zoet/kort) | 168900  | dichloroprop               | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | NA    |
| 19 (zoet/kort) | 168900  | dimethoat                  | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 2     | 1.5   | 1     | 0.5   | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 2.5   |

Tabel D-15: Rekenparameter chemische waterkwaliteit oppervlaktewater voor pesticiden deel 6.

| Zone            | Station | Parameter                  | 1995 | 1996  | 1997  | 1998 | 1999  | 2000  | 2001  | 2002  | 2003  | 2004  | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010  | 2011  | 2012  | 2013  | 2014  | 2015  |
|-----------------|---------|----------------------------|------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 19 (zoeet kort) | 166900  | disulfoton                 | NA   | NA    | NA    | NA   | NA    | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1    | 1    | NA   | NA   | 1    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    |
| 19 (zoeet kort) | 166900  | diuron                     | NA   | NA    | NA    | NA   | 4.15  | 5.25  | 1.55  | 2.1   | 1.85  | 1.5   | 0.85 | 0.25 | 0.95 | 0.9  | 0.2  | 0.2   | 0.15  | 0.2   | 0.15  | 0.15  | 0.1   |
| 19 (zoeet kort) | 166900  | fentitrothion              | NA   | NA    | NA    | NA   | 33.33 | 11.11 | 11.11 | 11.11 | 11.11 | 11.11 | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 11.11 | 11.11 | 11.11 | 11.11 | 11.11 | 11.11 |
| 19 (zoeet kort) | 166900  | fentiothion                | NA   | NA    | NA    | NA   | 150   | NA    | 50    | 50    | 50    | 50    | 0    | NA   | NA   | 50   | 50   | 50    | 50    | 50    | 50    | 50    | 50    |
| 19 (zoeet kort) | 166900  | foxim                      | NA   | NA    | NA    | NA   | NA    | NA    | 0     | NA    | 0     | NA    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    |
| 19 (zoeet kort) | 166900  | isoprotrouon               | NA   | NA    | NA    | NA   | 1.27  | 0.47  | 1.17  | 0.83  | 0.73  | 0.57  | 0.43 | 0.43 | 0.43 | 0.43 | 0.33 | 0.23  | 0.23  | 0.13  | 0.17  | 0.43  | 0.33  |
| 19 (zoeet kort) | 166900  | linuron                    | NA   | NA    | NA    | NA   | 0.17  | 0.17  | 0.1   | 0.17  | 0.1   | 0.63  | 0.07 | 0.03 | 0.07 | 0.07 | 0.03 | 0.1   | 0.07  | 0.17  | 0.13  | 0.13  | 0.13  |
| 19 (zoeet kort) | 166900  | malathion                  | NA   | NA    | NA    | NA   | 25    | 0     | 12.5  | 12.5  | 12.5  | 12.5  | 0    | 0    | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5  | 12.5  | 12.5  | 25    | 25    | 12.5  |
| 19 (zoeet kort) | 166900  | MICPA                      | NA   | NA    | NA    | NA   | NA    | NA    | 0.04  | 0.19  | 0.17  | 0.17  | 0.24 | 0.16 | 0.21 | 0.16 | 0.1  | 0.1   | 0.11  | 0.19  | 0.11  | 0.13  | NA    |
| 19 (zoeet kort) | 166900  | methamidofos               | NA   | NA    | NA    | NA   | NA    | NA    | 0     | NA    | 0     | NA    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    |
| 19 (zoeet kort) | 166900  | mevinfos                   | NA   | NA    | NA    | NA   | 25    | 10    | 5     | 5     | 5     | 5     | 0    | 0    | 5    | 5    | 5    | 5     | 5     | 5     | 5     | 5     | 5     |
| 19 (zoeet kort) | 166900  | monolinuron                | NA   | NA    | NA    | NA   | NA    | NA    | 0.1   | 0.1   | 0.1   | 0.17  | 0.2  | 0.1  | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.03  | 0.03  | 0.03  | 0.03  | 0     | 0     |
| 19 (zoeet kort) | 166900  | omethoaat                  | NA   | NA    | NA    | NA   | NA    | NA    | 0     | NA    | 0     | NA    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    |
| 19 (zoeet kort) | 166900  | oxydemeton-methyl          | NA   | NA    | NA    | NA   | NA    | NA    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 19 (zoeet kort) | 166900  | p,p'-DDT                   | NA   | NA    | NA    | NA   | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 19 (zoeet kort) | 166900  | parathion-ethyl            | NA   | NA    | NA    | NA   | 100   | 50    | 50    | 50    | 50    | 50    | 50   | 50   | 50   | 50   | 50   | 100   | 100   | 100   | 100   | 100   | 100   |
| 19 (zoeet kort) | 166900  | parathion-methyl           | NA   | NA    | NA    | NA   | 5     | 2     | 1     | 1     | 1     | 1     | 0    | NA   | NA   | NA   | NA   | 100   | 100   | 100   | 100   | 100   | 100   |
| 19 (zoeet kort) | 166900  | pentachloorfenol           | NA   | NA    | NA    | NA   | NA    | NA    | 0.12  | 0.12  | 0.08  | 0.05  | 0.08 | 0.02 | 0.08 | 0.08 | 0.08 | 0.08  | 0.08  | 0.08  | 0.08  | 0.08  | 0.08  |
| 19 (zoeet kort) | 166900  | propanil                   | NA   | NA    | NA    | NA   | NA    | NA    | 0.15  | 0.15  | 0.15  | 0.2   | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05  | 0.05  | 0.05  | 0.05  | 0.05  | 0.05  |
| 19 (zoeet kort) | 166900  | simazine                   | NA   | NA    | NA    | NA   | 0.12  | 0.08  | 0.04  | 0.04  | 0.06  | 0.06  | 0.02 | 0.02 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01  | 0.01  | 0.01  | 0.01  | 0.01  | 0.01  |
| 19 (zoeet kort) | 166900  | Sum_DDT-DDD-DDE            | NA   | NA    | NA    | NA   | 1.12  | 0.2   | 0.28  | 0.28  | 0.28  | 0.28  | 0.28 | 0.28 | 0.28 | 0.28 | 0.28 | 0.36  | 0.36  | 0.4   | 0.36  | 0.44  | 0.72  |
| 19 (zoeet kort) | 166900  | Sum_difins                 | NA   | NA    | NA    | NA   | 2.6   | 0.7   | 0.7   | 0.7   | 0.7   | 0.7   | 0.7  | 0.8  | 0.8  | 0.8  | 0.8  | 0.8   | 0.8   | 1     | 0.8   | 0.8   | 1.5   |
| 19 (zoeet kort) | 166900  | Sum_endosulfans            | NA   | NA    | NA    | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.8   | 0.8   | 1.2   | 0.8   | 0.8   | 2     |
| 19 (zoeet kort) | 166900  | Sum_heptachloors           | NA   | NA    | NA    | NA   | 1.11  | 0.22  | 0.33  | 0.44  | 0.44  | 0.44  | 0.44 | 0.44 | 0.44 | 0.44 | 0.44 | 0.22  | 0.22  | 0.22  | 0.22  | 0.22  | 0.33  |
| 19 (zoeet kort) | 166900  | Sum_hexachloorcyclohexaans | NA   | NA    | NA    | NA   | 1.75  | 0.75  | 0.5   | 0.45  | 0.5   | 0.35  | 0.4  | 0.4  | 0.25 | 0.4  | 0.25 | 0.2   | 0.2   | 0.2   | 0.2   | 0.2   | 0.45  |
| 19 (zoeet kort) | 166900  | tetrabutyltin              | NA   | NA    | NA    | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA   | 0.83 | 0    | 0.83 | 0    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 19 (zoeet kort) | 166900  | triazofos                  | NA   | NA    | NA    | NA   | 2     | 0.67  | 0.67  | 0.67  | 0.67  | 0.67  | 0    | NA   | 0    | 0.67 | 0    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 19 (zoeet kort) | 166900  | tributyltin                | NA   | NA    | NA    | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA   | 50   | 0    | 0    | 0    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 19 (zoeet kort) | 166900  | trichloofenol              | NA   | NA    | NA    | NA   | NA    | NA    | 0     | NA    | 0     | NA    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    |
| 19 (zoeet kort) | 166900  | trifluralin                | NA   | NA    | NA    | NA   | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 19 (zoeet kort) | 166900  | TU_pesticiden              | NA   | NA    | NA    | NA   | 18.59 | 7.72  | 5.13  | 5.82  | 4.99  | 5.67  | 2.56 | 4.77 | 3.52 | 5.17 | 6.46 | 7.76  | 8.04  | 7.78  | 8.21  | 7.49  | 8.88  |
| Rupel           | 210000  | arazine                    | NA   | 0.6   | 0.65  | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    |
| Rupel           | 210000  | azinfos-ethyl              | NA   | 0     | 0     | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    |
| Rupel           | 210000  | azinfos-methyl             | NA   | 0     | 0     | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    |
| Rupel           | 210000  | dichloovos                 | NA   | 14.23 | 14.23 | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    |
| Rupel           | 210000  | dimethoaat                 | NA   | 1     | 1     | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    |
| Rupel           | 210000  | diuron                     | NA   | 0     | 4.2   | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    |
| Rupel           | 210000  | fentitrothion              | NA   | 0     | 0     | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    |
| Rupel           | 210000  | fention                    | NA   | 0     | 0     | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    |
| Rupel           | 210000  | isoprotrouon               | NA   | 0     | 0.77  | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    |
| Rupel           | 210000  | malathion                  | NA   | 0     | 0     | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    |
| Rupel           | 210000  | mevinfos                   | NA   | 0     | 0     | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    |
| Rupel           | 210000  | p,p'-DDT                   | NA   | 0     | 0     | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    |
| Rupel           | 210000  | parathion-ethyl            | NA   | 0     | 0     | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    |
| Rupel           | 210000  | parathion-methyl           | NA   | 0     | 0     | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    |
| Rupel           | 210000  | simazine                   | NA   | 0.43  | 0.36  | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    |
| Rupel           | 210000  | Sum_DDT-DDD-DDE            | NA   | 0.68  | 1     | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    |
| Rupel           | 210000  | Sum_difins                 | NA   | 1.6   | 1.5   | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    |
| Rupel           | 210000  | Sum_heptachloors           | NA   | 0.69  | 1     | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    |
| Rupel           | 210000  | Sum_hexachloorcyclohexaans | NA   | 1.3   | 1.25  | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    |
| Rupel           | 210000  | trifluralin                | NA   | 0.33  | 0.33  | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    |
| Rupel           | 210000  | TU_pesticiden              | NA   | 1.18  | 1.32  | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    |

Tabel D-16: Rekenparameter chemische waterkwaliteit oppervlaktewater voor pesticiden deel 7.

| Zone     | Station | Parameter                  | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999  | 2000  | 2001  | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
|----------|---------|----------------------------|------|------|------|------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Durme    | 492000  | atrazine                   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.7   | 0.9   | 0.33  | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| Durme    | 492000  | azinfos-ethyl              | NA   | NA   | NA   | NA   | 7     | 2     | 2     | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| Durme    | 492000  | azinfos-methyl             | NA   | NA   | NA   | NA   | 25    | 10    | 10    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| Durme    | 492000  | cumafos                    | NA   | NA   | NA   | NA   | 30    | 10    | 10    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| Durme    | 492000  | demeton                    | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.8   | NA    | 0.4   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| Durme    | 492000  | dichloorvos                | NA   | NA   | NA   | NA   | 42.86 | 14.23 | 14.23 | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| Durme    | 492000  | dichlorprop                | NA   | NA   | NA   | NA   | NA    | NA    | 0     | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| Durme    | 492000  | dimethoat                  | NA   | NA   | NA   | NA   | 2     | 1.5   | 1     | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| Durme    | 492000  | disulfoton                 | NA   | NA   | NA   | NA   | 4     | 1     | 1     | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| Durme    | 492000  | diuron                     | NA   | NA   | NA   | NA   | 6.2   | 7.2   | 1.45  | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| Durme    | 492000  | fenitrothion               | NA   | NA   | NA   | NA   | 33.33 | 11.11 | 11.11 | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| Durme    | 492000  | fenitrothion               | NA   | NA   | NA   | NA   | 150   | 50    | 50    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| Durme    | 492000  | isoprotruron               | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.17  | 1.07  | 1.6   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| Durme    | 492000  | linuron                    | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.17  | 0.1   | 0.13  | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| Durme    | 492000  | malathion                  | NA   | NA   | NA   | NA   | 25    | 0     | 12.5  | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| Durme    | 492000  | MCPA                       | NA   | NA   | NA   | NA   | NA    | NA    | 0.11  | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| Durme    | 492000  | mevinfos                   | NA   | NA   | NA   | NA   | 25    | 10    | 5     | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| Durme    | 492000  | monolinuron                | NA   | NA   | NA   | NA   | NA    | NA    | 0.1   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| Durme    | 492000  | p,p'-DDT                   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0     | 0     | 0     | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| Durme    | 492000  | parathion-ethyl            | NA   | NA   | NA   | NA   | 100   | 50    | 50    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| Durme    | 492000  | parathion-methyl           | NA   | NA   | NA   | NA   | 6     | 2     | 1     | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| Durme    | 492000  | propril                    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA    | NA    | 0.15  | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| Durme    | 492000  | simazine                   | NA   | NA   | NA   | NA   | 0.2   | 0.13  | 0.03  | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| Durme    | 492000  | Sum_DDT-000-00E            | NA   | NA   | NA   | NA   | 1.12  | 0.2   | 0.28  | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| Durme    | 492000  | Sum_djins                  | NA   | NA   | NA   | NA   | 2.7   | 0.8   | 0.7   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| Durme    | 492000  | Sum_heptachloors           | NA   | NA   | NA   | NA   | 1.11  | 0.22  | 0.44  | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| Durme    | 492000  | Sum_hexachloorcyclohexaans | NA   | NA   | NA   | NA   | 1.8   | 0.75  | 0.6   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| Durme    | 492000  | triazofos                  | NA   | NA   | NA   | NA   | 2     | 0.67  | 0.67  | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| Durme    | 492000  | trifluralin                | NA   | NA   | NA   | NA   | 0     | 0     | 0     | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| Durme    | 492000  | TU_pesticiden              | NA   | NA   | NA   | NA   | 18.69 | 7.25  | 6.03  | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| Boundary | 172100  | TU_pesticiden              | NA   | NA   | NA   | NA   | NA    | NA    | NA    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| Boundary | 253000  | TU_pesticiden              | NA   | NA   | NA   | NA   | NA    | NA    | NA    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| Boundary | 270400  | TU_pesticiden              | NA   | NA   | NA   | NA   | NA    | NA    | NA    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| Boundary | 272000  | TU_pesticiden              | NA   | NA   | NA   | NA   | NA    | NA    | NA    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| Boundary | 341560  | TU_pesticiden              | NA   | NA   | NA   | NA   | NA    | NA    | NA    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| Boundary | 499500  | TU_pesticiden              | NA   | NA   | NA   | NA   | NA    | NA    | NA    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| Boundary | 804000  | TU_pesticiden              | NA   | NA   | NA   | NA   | NA    | NA    | NA    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| /        | 211700  | TU_pesticiden              | NA   | NA   | NA   | NA   | NA    | NA    | NA    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| /        | 212400  | TU_pesticiden              | NA   | NA   | NA   | NA   | NA    | NA    | NA    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| /        | 250000  | TU_pesticiden              | NA   | NA   | NA   | NA   | NA    | NA    | NA    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| /        | 341000  | TU_pesticiden              | NA   | NA   | NA   | NA   | NA    | NA    | NA    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| /        | 850000  | TU_pesticiden              | NA   | NA   | NA   | NA   | NA    | NA    | NA    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |

Tabel D-17: Rekenparameter chemische waterkwaliteit oppervlaktewater voor pesticiden deel 8.

## Bijlage D.2.2 Rekenparameter milieuverontreinigende stoffen in het voedselweb in het Schelde estuarium

| Station               | Zone       | Parameter             | 1995  | 1996   | 1997  | 1998  | 1999  | 2000   | 2001  | 2002 | 2003 | 2004  | 2005 | 2006 | 2007  | 2008 | 2009 | 2010  | 2011  | 2012  | 2013  | 2014  | 2015   |       |
|-----------------------|------------|-----------------------|-------|--------|-------|-------|-------|--------|-------|------|------|-------|------|------|-------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|
| Hoedekenskerke boei 4 | Poly       | benzo(a)pyreen        | 0.82  | 0.94   | 0.63  | 0.93  | 0.73  | 1      | 0.28  | 1.05 | 1.05 | 0.65  | 0.63 | 0.6  | 0.79  | 0.97 | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA     | NA    |
| Hoedekenskerke boei 4 | Poly       | fluorantheen          | 0.43  | 0.54   | 0.3   | 0.38  | 0.24  | 0.33   | 0.24  | 0.36 | 0.43 | 0.44  | 0.33 | 0.4  | 0.4   | 0.4  | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA     | NA    |
| Hoedekenskerke boei 4 | Poly       | HBCDD                 | NA    | NA     | NA    | NA    | NA    | 0.03   | NA    | NA   | NA   | NA    | NA   | NA   | NA    | NA   | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA     | NA    |
| Hoedekenskerke boei 4 | Poly       | HCBz                  | 0.02  | 0.01   | 0.02  | 0.01  | 0.01  | 0.03   | 0.01  | 0    | 0.01 | 0     | 0    | 0    | 0.01  | 0    | 0    | 0.02  | 0.01  | 0     | 0.02  | NA    | NA     | NA    |
| Hoedekenskerke boei 4 | Poly       | heptachloorepoxide    | 14.93 | 183.58 | 14.93 | 22.39 | 14.93 | 14.93  | 14.93 | 5.97 | 8.96 | 22.39 | 8.96 | 2.99 | 10.45 | 5.97 | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA     | NA    |
| Hoedekenskerke boei 4 | Poly       | Hg                    | 3.12  | 1.56   | 1.11  | 1.49  | 1.5   | 1.77   | 1.91  | 1.57 | 1.51 | 1.7   | 1.56 | 1.59 | 1.57  | 1.27 | 1.4  | 1.3   | 2.35  | 1.05  | 2     | NA    | NA     | NA    |
| Hoedekenskerke boei 4 | Poly       | som PBB153 en PBDE154 | NA    | NA     | NA    | NA    | NA    | 7.06   | NA    | NA   | NA   | NA    | NA   | NA   | NA    | NA   | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA     | NA    |
| Hoedekenskerke boei 4 | Poly       | sum_dioxines          | 0     | 0      | 0     | 0     | 0     | 0      | 0     | 0    | 0    | 0     | 0    | 0    | 0     | 0    | 0    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | NA     | NA    |
| Hoedekenskerke boei 4 | Poly       | TU_mean               | 3.22  | 31.11  | 2.83  | 4.2   | 2.9   | 3.14   | 2.9   | 1.49 | 1.99 | 4.2   | 1.91 | 0.93 | 2.2   | 1.44 | 0.7  | 0.66  | 1.18  | 0.52  | 1.01  | NA    | NA     | NA    |
| Knuitershoek          | Poly       | benzo(a)pyreen        | NA    | NA     | NA    | NA    | NA    | NA     | NA    | NA   | NA   | NA    | NA   | NA   | NA    | NA   | NA   | NA    | NA    | 0.72  | 0.53  | 0.6   | 0.64   | 0.84  |
| Knuitershoek          | Poly       | fluorantheen          | NA    | NA     | NA    | NA    | NA    | NA     | NA    | NA   | NA   | NA    | NA   | NA   | NA    | NA   | NA   | NA    | NA    | 0.32  | 0.18  | 0.29  | 0.26   | 0.39  |
| Knuitershoek          | Poly       | HBCDD                 | NA    | NA     | NA    | NA    | NA    | NA     | NA    | NA   | NA   | NA    | NA   | NA   | NA    | NA   | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | 0      | 0     |
| Knuitershoek          | Poly       | HCBd                  | NA    | NA     | NA    | NA    | NA    | NA     | NA    | NA   | NA   | NA    | NA   | NA   | NA    | NA   | NA   | NA    | NA    | 0     | 0     | 0     | 0      | 0     |
| Knuitershoek          | Poly       | HCBz                  | NA    | NA     | NA    | NA    | NA    | NA     | NA    | NA   | NA   | NA    | NA   | NA   | NA    | NA   | NA   | NA    | NA    | 0     | 0.01  | 0.02  | 0.01   | 0.01  |
| Knuitershoek          | Poly       | heptachloor           | NA    | NA     | NA    | NA    | NA    | NA     | NA    | NA   | NA   | NA    | NA   | NA   | NA    | NA   | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | 8.96   | 2.99  |
| Knuitershoek          | Poly       | heptachloorepoxide    | NA    | NA     | NA    | NA    | NA    | NA     | NA    | NA   | NA   | NA    | NA   | NA   | NA    | NA   | NA   | NA    | NA    | 7.46  | 5.97  | 32.84 | 2.99   | 10.45 |
| Knuitershoek          | Poly       | Hg                    | NA    | NA     | NA    | NA    | NA    | NA     | NA    | NA   | NA   | NA    | NA   | NA   | NA    | NA   | NA   | NA    | NA    | 0.64  | 0.97  | 1.72  | 1.95   | 1.51  |
| Knuitershoek          | Poly       | PFOS                  | NA    | NA     | NA    | NA    | NA    | NA     | NA    | NA   | NA   | NA    | NA   | NA   | NA    | NA   | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | 0.17   | 0.2   |
| Knuitershoek          | Poly       | som PBB153 en PBDE154 | NA    | NA     | NA    | NA    | NA    | NA     | NA    | NA   | NA   | NA    | NA   | NA   | NA    | NA   | NA   | NA    | NA    | 11.76 | 5.88  | 7.06  | 4.71   | 5.88  |
| Knuitershoek          | Poly       | sum_dioxines          | NA    | NA     | NA    | NA    | NA    | NA     | NA    | NA   | NA   | NA    | NA   | NA   | NA    | NA   | NA   | NA    | NA    | 0     | 0     | 0     | 0      | 0     |
| Knuitershoek          | Poly       | TU_mean               | NA    | NA     | NA    | NA    | NA    | NA     | NA    | NA   | NA   | NA    | NA   | NA   | NA    | NA   | NA   | NA    | NA    | 2.61  | 1.69  | 5.32  | 1.79   | 2.02  |
| Middelgat...          | Poly       | HBCDD                 | NA    | NA     | NA    | NA    | NA    | NA     | NA    | NA   | NA   | NA    | NA   | NA   | NA    | NA   | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | 0      | 0     |
| Middelgat...          | Poly       | HCBd                  | NA    | NA     | NA    | NA    | NA    | NA     | NA    | NA   | NA   | NA    | NA   | NA   | NA    | NA   | NA   | 0     | 0.02  | 0     | 0.01  | 0     | 0.02   | 0.01  |
| Middelgat...          | Poly       | HCBz                  | 1.19  | 0.28   | 0.41  | 0.13  | 0.31  | 0.29   | 0.38  | 0.11 | 0.2  | 0.64  | 0.33 | 0.32 | 0.27  | 0.18 | 0.32 | 0.19  | 0.63  | 0.32  | 0.19  | 0.13  | 0.19   | 0.13  |
| Middelgat...          | Poly       | heptachloor           | NA    | NA     | NA    | NA    | NA    | NA     | NA    | NA   | NA   | NA    | NA   | NA   | NA    | NA   | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | 197.01 | 44.78 |
| Middelgat...          | Poly       | Hg                    | 2.54  | 3.61   | 3.9   | 4.74  | 5.86  | 4.74   | 3.52  | 2.85 | 3.09 | 3.04  | 3.21 | 4.3  | 5.09  | 4.29 | 4.69 | 3.15  | 6.27  | 8.83  | 8.29  | 8.56  | 7.42   | 7.42  |
| Middelgat...          | Poly       | PFOS                  | NA    | NA     | NA    | NA    | NA    | NA     | NA    | NA   | NA   | NA    | NA   | NA   | NA    | NA   | NA   | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    | 20.88  | 21.1  |
| Middelgat...          | Poly       | som PBB153 en PBDE154 | NA    | NA     | NA    | NA    | NA    | 235.29 | NA    | NA   | NA   | NA    | NA   | NA   | NA    | NA   | NA   | NA    | NA    | 81.18 | 64.71 | 58.82 | 14.12  | 41.18 |
| Middelgat...          | Poly       | sum_dioxines          | 0.31  | 0.15   | 0.31  | 0.15  | 0.62  | 0.31   | 0.46  | 0.15 | 0.31 | 1.08  | 0.31 | 0.77 | 0.92  | 0.62 | 0.15 | 0.62  | 0.15  | 0.15  | 0.15  | 0.15  | 0.15   | 0.15  |
| Middelgat...          | Poly       | TU_mean               | 1.35  | 1.35   | 1.54  | 1.67  | 2.26  | 60.16  | 1.45  | 1.04 | 1.2  | 1.59  | 1.76 | 1.8  | 2.11  | 1.73 | 1.26 | 17.06 | 14.26 | 13.69 | 4.58  | 33.5  | 13.61  | 13.61 |
| Hooge Platen          | Sterk Poly | HCBz                  | NA    | NA     | NA    | NA    | NA    | NA     | NA    | NA   | NA   | NA    | NA   | NA   | NA    | NA   | 0    | 0.01  | 0     | 0.01  | 0     | 0.02  | NA     | NA    |
| Hooge Platen          | Sterk Poly | Hg                    | NA    | NA     | NA    | NA    | NA    | NA     | NA    | NA   | NA   | NA    | NA   | NA   | NA    | NA   | 0.75 | 1.3   | 2.3   | 0.9   | 1.3   | NA    | NA     | NA    |
| Hooge Platen          | Sterk Poly | TU_mean               | NA    | NA     | NA    | NA    | NA    | NA     | NA    | NA   | NA   | NA    | NA   | NA   | NA    | 0.38 | 0.66 | 0.65  | 1.15  | 0.45  | 0.66  | NA    | NA     | NA    |

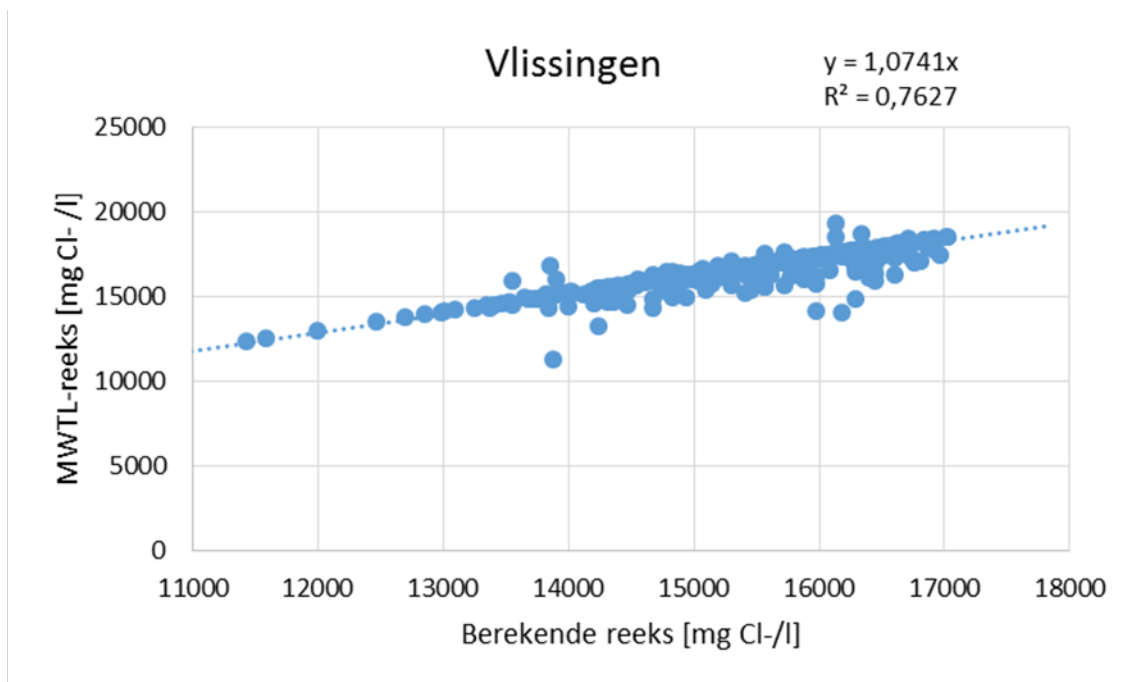
Tabel D-18: Rekenparameter milieuverontreinigende stoffen in het voedselweb, berekend op het natgewicht van de stof in het lichaam van het organisme.

## Bijlage D.3 Verklarende Parameters

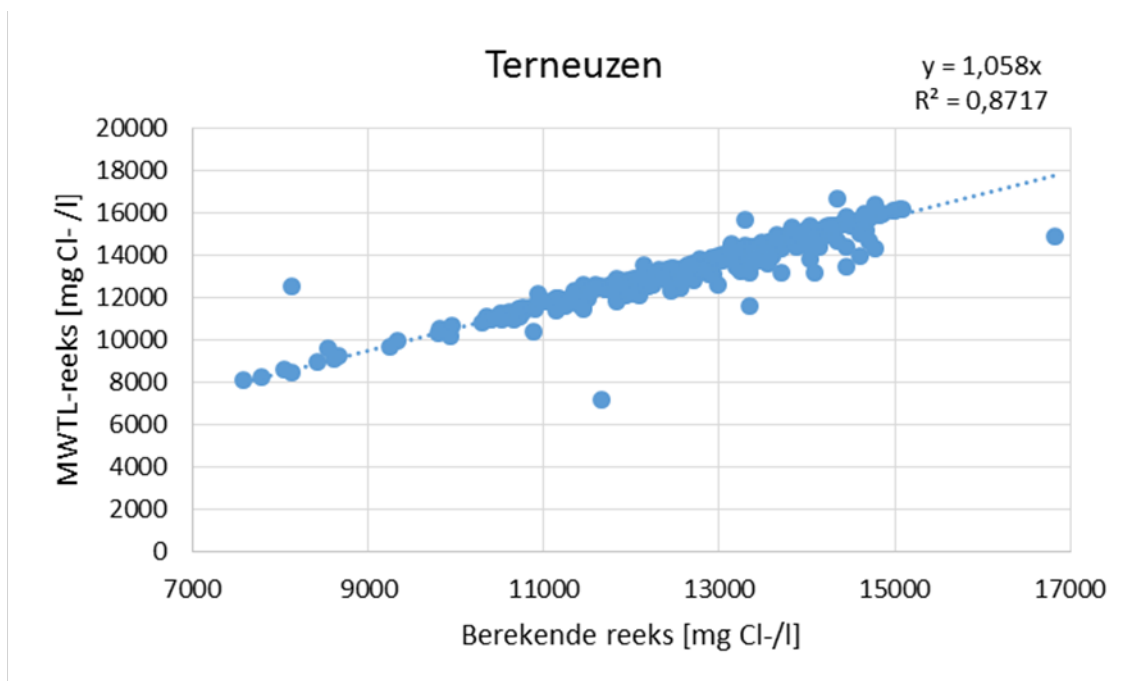
### Bijlage D.3.1 Zout – Meetlocaties

| Zone                                | Station                | Type              | Afstand |
|-------------------------------------|------------------------|-------------------|---------|
| Sterk polyhaliene zone              | Vlissingen boei SSVH   | Periodiek         | 0       |
| Sterk polyhaline zone               | Terneuzen boei 20      | Periodiek         | 24,05   |
| Polyhaliene zone                    | Hoedekenskerke boei 4  | Periodiek         | 38,07   |
| Polyhaliene zone                    | Overloop van Hansweert | Continue Meetpost | 38,31   |
| Mesohaliene zone                    | Hansweert geul         | Periodiek         | 42,78   |
| Mesohaliene zone                    | Baalhoek               | Periodiek         | 52,29   |
| Mesohaliene zone                    | Baalhoek               | Continue Meetpost | 52,29   |
| Mesohaliene zone                    | Bath boei 71           | Periodiek         | 58,73   |
| Mesohaliene zone                    | Bath boei 68           | Periodiek         | 62,64   |
| Zone met sterke saliniteitsgradiënt | 154100                 | Periodiek         | 67,79   |
| Zone met sterke saliniteitsgradiënt | Schaar van Ouden Doel  | Periodiek         | 68,64   |
| Zone met sterke saliniteitsgradiënt | Grens                  | Periodiek         | 69,39   |
| Zone met sterke saliniteitsgradiënt | 157000                 | Periodiek         | 75,36   |
| Zone met sterke saliniteitsgradiënt | Liefkenshoek           | Periodiek         | 75,99   |
| Boundary                            | 804000                 | Periodiek         | 76,9    |
| Boundary                            | Haven                  | Periodiek         | 76,9    |
| Zone met sterke saliniteitsgradiënt | 180000                 | Periodiek         | 77,85   |
| Zone met sterke saliniteitsgradiënt | 159000                 | Periodiek         | 81,45   |
| Zone met sterke saliniteitsgradiënt | Punt van Melsele       | Periodiek         | 83,43   |
| Zone met sterke saliniteitsgradiënt | 160000                 | Periodiek         | 87,45   |
| Zone met sterke saliniteitsgradiënt | 160200                 | Periodiek         | 90,76   |
| Zone met sterke saliniteitsgradiënt | Antwerpen              | Periodiek         | 90,76   |
| Oligohaliene zone                   | Kruikeke               | Periodiek         | 98,28   |
| Oligohaliene zone                   | 160800                 | Periodiek         | 98,31   |
| Oligohaliene zone                   | 162000                 | Periodiek         | 101,92  |
| Oligohaliene zone                   | Bazel                  | Periodiek         | 101,98  |
| Oligohaliene zone                   | 162300                 | Periodiek         | 106,28  |
| Oligohaliene zone                   | Steendorp              | Periodiek         | 107,14  |
| Rupel                               | Niel                   | Periodiek         | 107,66  |
| Rupel                               | 210000                 | Periodiek         | 107,7   |
| Rupel                               | Boom                   | Periodiek         | 110,61  |
| Oligohaliene zone                   | Temse                  | Periodiek         | 111,32  |
| Oligohaliene zone                   | 162800                 | Periodiek         | 111,37  |
| Rupel                               | 210900                 | Periodiek         | 111,61  |
| Rupel                               | Terhagen               | Periodiek         | 113,78  |
| Zoet lange verblijftijd             | Temse-Durmemonding     | Periodiek         | 115,35  |
| Rupel                               | Rumst                  | Periodiek         | 115,56  |
| Rupel                               | 210950                 | Periodiek         | 115,78  |
| Durme                               | 492000                 | Periodiek         | 116,37  |
| Durme                               | Durme                  | Periodiek         | 116,44  |
| /                                   | 211700                 | Periodiek         | 116,64  |

| <b>Zone</b>             | <b>Station</b>     | <b>Type</b> | <b>Afstand</b> |
|-------------------------|--------------------|-------------|----------------|
| Zoet lange verblijftijd | 162900             | Periodiek   | 116,66         |
| /                       | Dijle estuarien    | Periodiek   | 116,67         |
| Zoet lange verblijftijd | Lippenbroek        | Periodiek   | 116,71         |
| /                       | 211900             | Periodiek   | 117,51         |
| /                       | Beneden-Nete       | Periodiek   | 118,7          |
| /                       | 250000             | Periodiek   | 118,96         |
| /                       | 341000             | Periodiek   | 119,81         |
| Zoet lange verblijftijd | Mariekerke         | Periodiek   | 120,55         |
| Boundary                | 341550             | Periodiek   | 124,16         |
| /                       | Dijle              | Periodiek   | 124,74         |
| /                       | 212400             | Periodiek   | 124,84         |
| Zoet lange verblijftijd | 163500             | Periodiek   | 126,45         |
| Zoet lange verblijftijd | Baasrode           | Periodiek   | 126,55         |
| Boundary                | Zenne              | Periodiek   | 127,47         |
| Boundary                | 341560             | Periodiek   | 127,57         |
| /                       | 850000             | Periodiek   | 128,94         |
| Zoet lange verblijftijd | Vlassenbroek-kapel | Periodiek   | 131,51         |
| Zoet lange verblijftijd | 164000             | Periodiek   | 133,23         |
| Boundary                | 270400             | Periodiek   | 134,05         |
| Zoet lange verblijftijd | Dendermonde        | Periodiek   | 134,64         |
| Boundary                | Dender             | Periodiek   | 137,6          |
| Boundary                | 499500             | Periodiek   | 137,65         |
| Zoet korte verblijftijd | Sint Onolfs        | Periodiek   | 138,96         |
| Zoet korte verblijftijd | 165000             | Periodiek   | 139,09         |
| Zoet korte verblijftijd | 166200             | Periodiek   | 141,63         |
| Zoet korte verblijftijd | Appels             | Periodiek   | 141,63         |
| Boundary                | 499900             | Periodiek   | 144,38         |
| Zoet korte verblijftijd | Schoonaarde        | Periodiek   | 146            |
| Boundary                | Kleine Nete        | Periodiek   | 147,6          |
| Boundary                | 272000             | Periodiek   | 147,62         |
| Boundary                | Grote Nete         | Periodiek   | 149,37         |
| Boundary                | 253000             | Periodiek   | 149,39         |
| Zoet korte verblijftijd | 167000             | Periodiek   | 150,07         |
| Zoet korte verblijftijd | 167200             | Periodiek   | 151,23         |
| Zoet korte verblijftijd | Uitbergen          | Periodiek   | 151,23         |
| Zoet korte verblijftijd | Schellebelle       | Periodiek   | 154,18         |
| /                       | 550800             | Periodiek   | 157,38         |
| Zoet korte verblijftijd | Wetteren           | Periodiek   | 158,31         |
| Zoet korte verblijftijd | 167500             | Periodiek   | 158,32         |
| Zoet korte verblijftijd | Melle              | Periodiek   | 164,44         |
| Zoet korte verblijftijd | 168900             | Periodiek   | 164,47         |
| Boundary                | 172100             | Periodiek   | 179,26         |
| Boundary                | Bovenshelde        | Periodiek   | 179,26         |

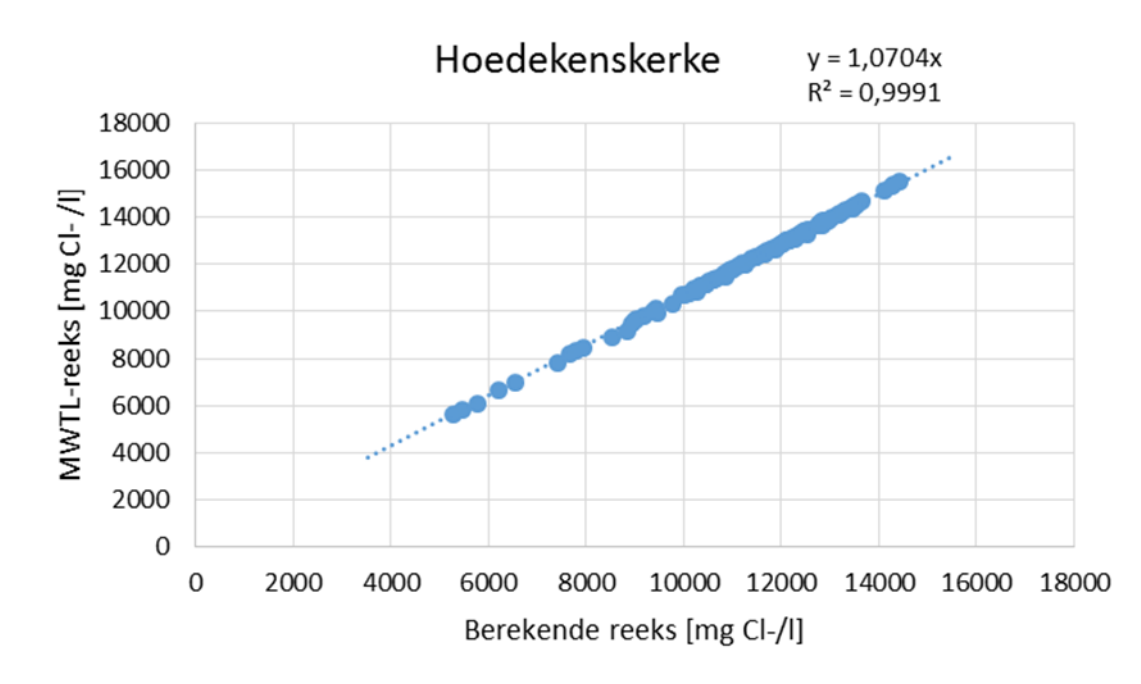
**Bijlage D.3.2 Zout – Regressieanalyse chlorositeit MWTL**

Figuur D-1: Regressieanalyse Vlissingen.

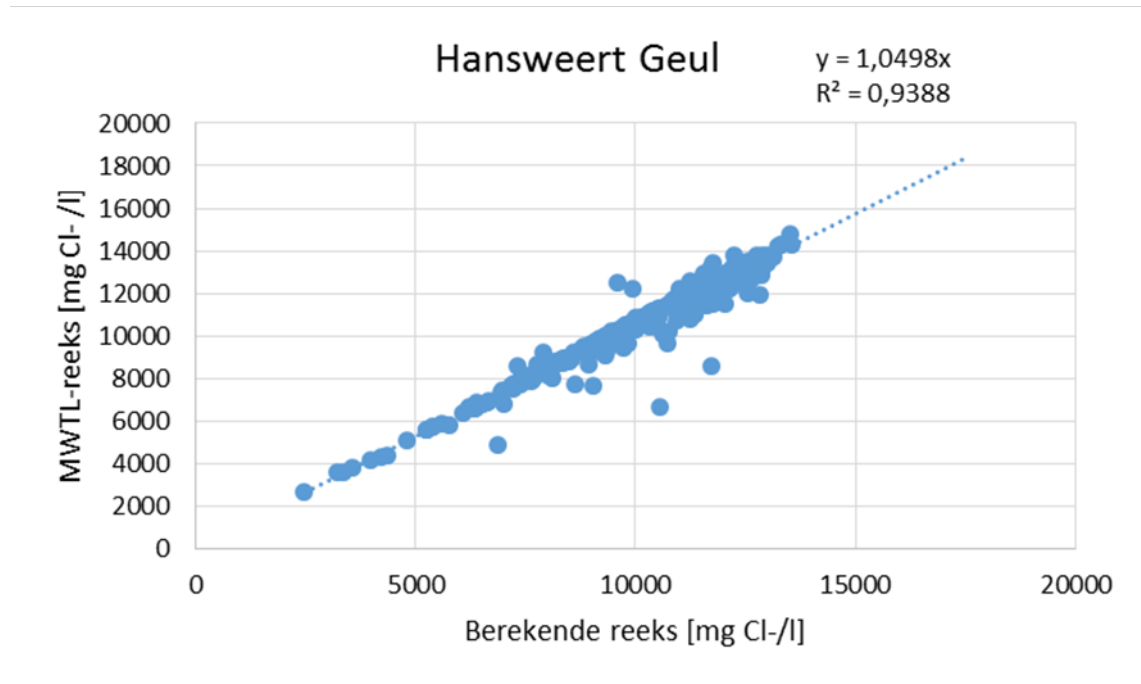


Figuur D-2: Regressieanalyse Terneuzen.





Figuur D-3: Regressieanalyse Hoedekenskerke.



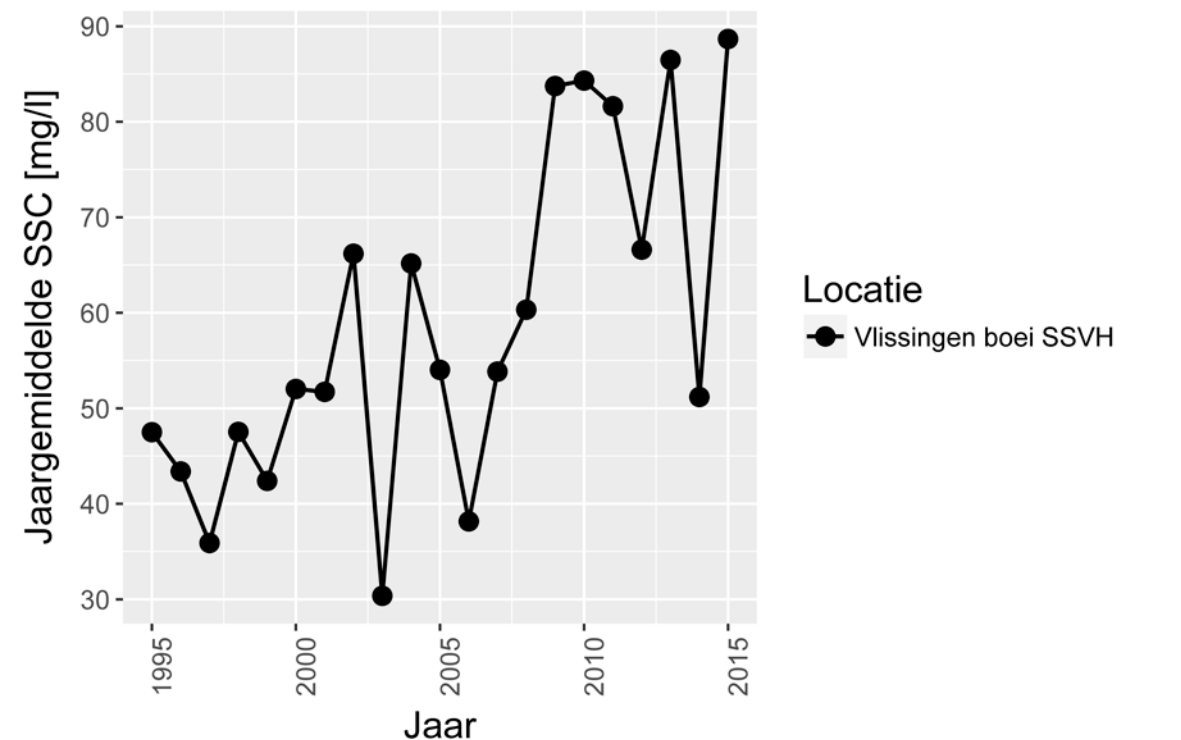
Figuur D-4: Regressieanalyse Hansweert Geul.

### Bijlage D.3.3 Zout - Schommelingen

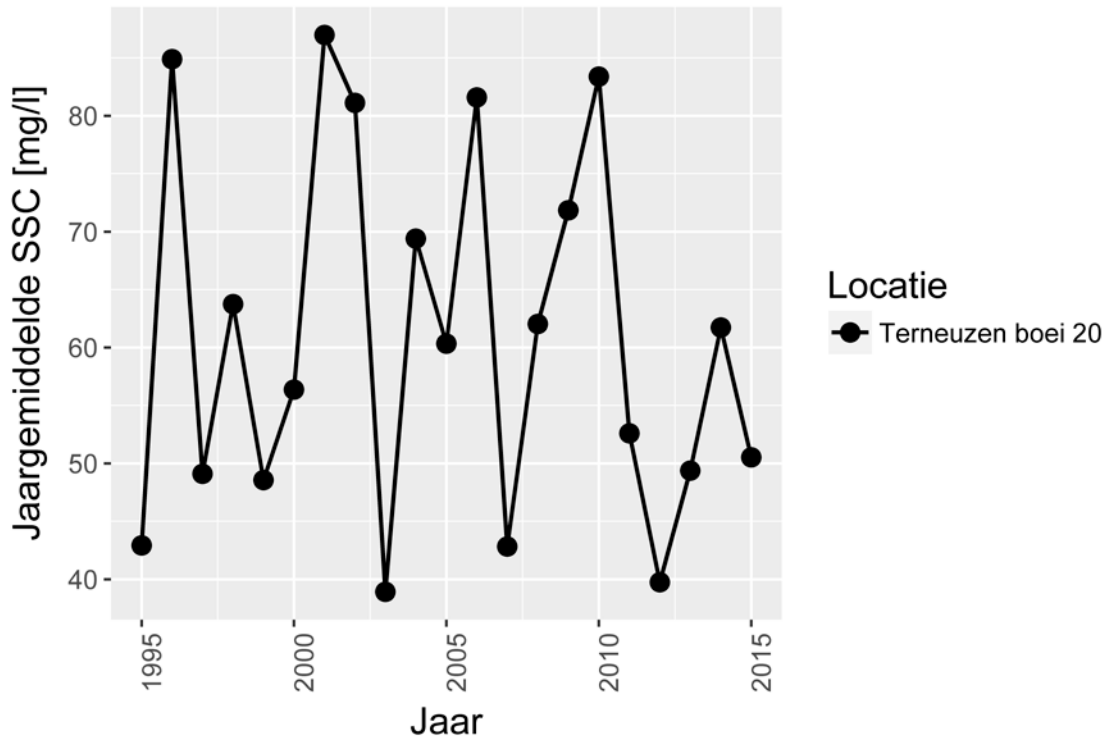
| Station              | Zone           | Afstand tot Vlissingen [km] | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |     |
|----------------------|----------------|-----------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| Vlissingen boei SSVH | Stek. Poly     | 0                           | 31   | 9    |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 24   | 18   | 29   | 23   | 22   | 33   | 20   |     |
| Terneuzen boei 20    | Stek. Poly     | 24.05                       | 68   | 15   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 69   | 18   | 51   | 42   | 48   | 36   | 28   |     |
| Hoedekenskerke boei  | Poly           | 30.07                       | 92   | 22   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |
| Baasloek             | Meso           | 82.29                       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |
| Bath boei 71         | Meso           | 58.73                       | 208  | 45   |      |      |      |      |      |      |      | 80   | 85   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |
| 14100                | 9 (gradient)   | 67.79                       |      | 175  | 133  | 200  | 283  | 219  | 242  | 216  | 232  | 141  | 127  | 129  | 167  | 167  | 136  | 151  | 144  | 145  | 168  | 119  | 228  |     |
| Schaar van Ouden Do  | 9 (gradient)   | 68.84                       | 285  | 89   | 93   | 214  | 252  | 208  | 279  | 276  | 231  | 148  | 137  | 140  | 166  | 151  | 143  | 145  | 174  | 141  | 169  | 141  | 176  |     |
| Grens                | 9 (gradient)   | 69.39                       |      | 98   | 93   | 210  | 236  | 202  | 303  | 229  | 234  | 132  | 120  | 116  | 146  | 147  | 153  | 147  | 142  | 180  | 173  | 125  | 205  |     |
| 157000               | 10 (gradient)  | 75.36                       | 223  | 193  | 179  | 295  | 398  | 273  | 314  | 250  | 286  | 169  | 173  | 155  | 232  | 221  | 167  | 162  | 173  | 167  | 220  | 130  | 245  |     |
| Lieftinckhoek        | 10 (gradient)  | 75.39                       |      | 198  | 189  | 242  | 295  | 243  | 345  | 275  | 281  | 167  | 175  | 153  | 165  | 182  | 167  | 175  | 210  | 201  | 121  | 224  |      |     |
| 180000               | 10 (gradient)  | 77.85                       | 211  | 328  | 111  | 126  | 175  | 112  | 493  | 364  | 137  | 194  | 161  | 256  | 121  | 228  | 538  | 135  | 193  | 169  | 196  |      |      |     |
| 159000               | 11 (gradient)  | 81.45                       | 251  | 250  | 211  | 301  | 325  | 346  | 385  | 357  | 297  | 233  | 248  | 291  | 288  | 347  | 251  | 217  | 234  | 284  | 293  | 189  | 317  |     |
| Punt van Melsele     | 11 (gradient)  | 83.43                       |      | 219  | 193  | 316  | 326  | 376  | 354  | 347  | 313  | 230  | 240  | 290  | 227  | 304  | 284  | 236  | 253  | 310  | 254  | 166  | 283  |     |
| 160000               | 12 (gradient)  | 87.45                       | 316  | 316  | 358  | 328  | 337  | 272  | 284  | 447  | 382  | 291  | 284  | 387  | 319  | 397  | 362  | 268  | 401  |      |      |      |      |     |
| 160200               | 12 (gradient)  | 80.76                       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 425  | 349  | 404  | 454  | 403  | 326  | 434  |     |
| Antwerpen            | 12 (gradient)  | 90.76                       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 425  | 349  | 404  | 454  | 403  | 326  | 434  |     |
| Krubeke              | 13 (oligo)     | 98.28                       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 474  | 311  | 511  | 468  | 209  | 249  | 352  | 381 |
| 160800               | 13 (oligo)     | 98.31                       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 181  | 354  | 289  | 213  | 324  | 276  | 311  |     |
| 162000               | 13 (oligo)     | 101.92                      | 228  | 488  | 465  | 211  | 404  | 342  | 307  | 318  | 412  | 222  | 243  | 263  | 248  | 195  | 357  | 284  | 364  | 533  | 367  | 286  | 443  |     |
| Bazel                | 13 (oligo)     | 101.98                      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |
| 162300               | 14 (oligo)     | 106.28                      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 326  | 268  | 307  | 344  | 312  | 330  | 451  |     |
| Steedorp             | 14 (oligo)     | 107.14                      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 326  | 268  | 307  | 344  | 312  | 330  | 451  |     |
| Niel                 | Pupel          | 107.66                      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 326  | 268  | 307  | 344  | 312  | 330  | 451  |     |
| 210000               | Pupel          | 107.7                       | 197  | 169  | 198  | 495  | 228  | 167  | 180  | 143  | 265  | 247  | 179  | 126  | 168  | 238  | 376  | 228  | 263  | 316  | 226  | 263  | 437  |     |
| Boom                 | Pupel          | 110.61                      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 268  | 155  | 133  | 169  | 128  | 278  | 101  |     |
| Temse                | 14 (oligo)     | 111.32                      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 328  | 320  | 455  | 301  | 112  | 115  | 231  |     |
| 162800               | 14 (oligo)     | 111.37                      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 285  |      |      |      |      |      |      |     |
| 210900               | Pupel          | 111.61                      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 196  | 153  | 169  | 165  | 423  | 262  | 157  |     |
| Terhagen             | Pupel          | 113.78                      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 306  | 185  | 252  | 152  | 213  | 217  | 453  |     |
| Temse-Durmemondin    | 15 (zoet lang) | 115.35                      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |
| Flumst               | Pupel          | 115.66                      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |
| 210950               | Pupel          | 115.78                      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |
| 452000               | Durme          | 116.27                      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |
| Durme                | Durme          | 116.44                      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |
| 162300               | 15 (zoet lang) | 116.66                      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |
| Lippenbroek          | 15 (zoet lang) | 116.71                      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |
| Maniekerke           | 15 (zoet lang) | 120.55                      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |
| 163500               | 16 (zoet lang) | 126.45                      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |
| Baasrode             | 16 (zoet lang) | 126.95                      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |
| Vlaassebroek-kapel   | 16 (zoet lang) | 125.51                      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |
| 164000               | 16 (zoet lang) | 133.23                      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |
| Dendermonde          | 16 (zoet lang) | 134.64                      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |
| Sint Onofis          | 17 (zoet kort) | 138.96                      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |
| 165000               | 17 (zoet kort) | 139.09                      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |
| 165200               | 17 (zoet kort) | 141.83                      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |
| Appels               | 17 (zoet kort) | 141.83                      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |
| Schoonaarde          | 17 (zoet kort) | 146                         |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |
| 167000               | 18 (zoet kort) | 150.07                      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |
| 167200               | 18 (zoet kort) | 151.23                      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |
| Uibergen             | 18 (zoet kort) | 151.23                      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |
| Schellebelle         | 18 (zoet kort) | 154.18                      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |
| Vetveren             | 18 (zoet kort) | 159.31                      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |
| 167500               | 19 (zoet kort) | 158.32                      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |
| Melle                | 19 (zoet kort) | 164.44                      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |
| 168900               | 19 (zoet kort) | 164.47                      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |

Tabel D-19: Schommelingen in het zoutgehalte voor ieder meetstation, de boundary meetstations uitgesloten.

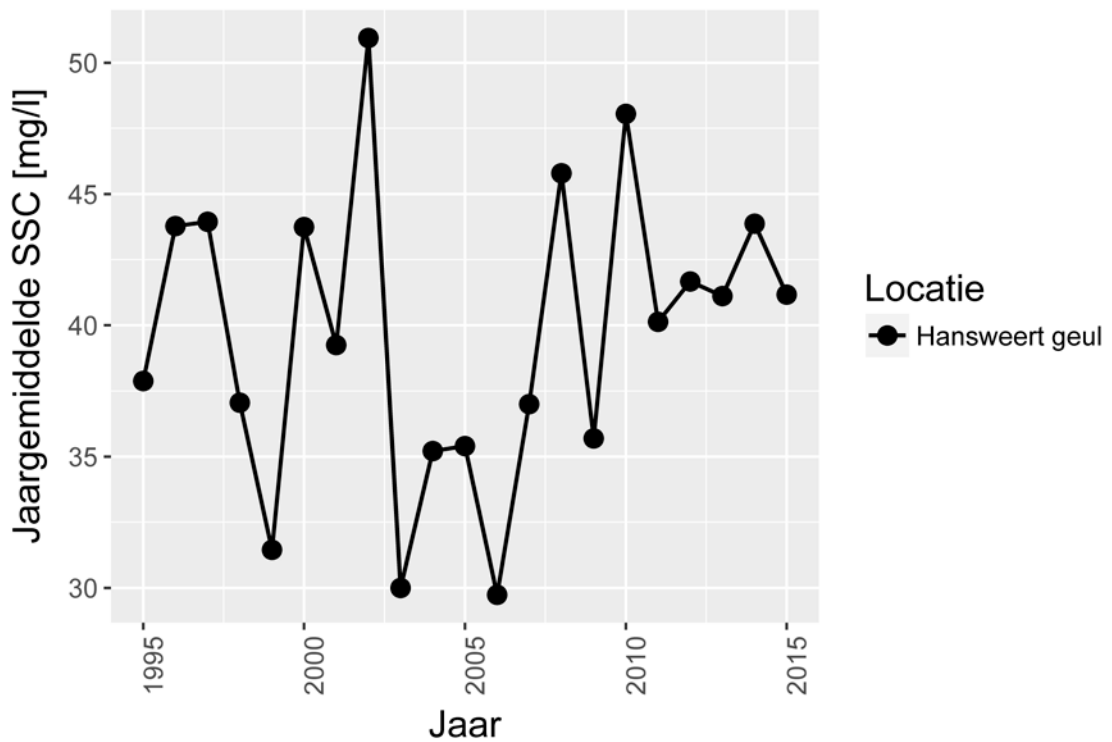
### Bijlage D.3.4 Lichtlimitatie – Jaargemiddelde zwevende stof



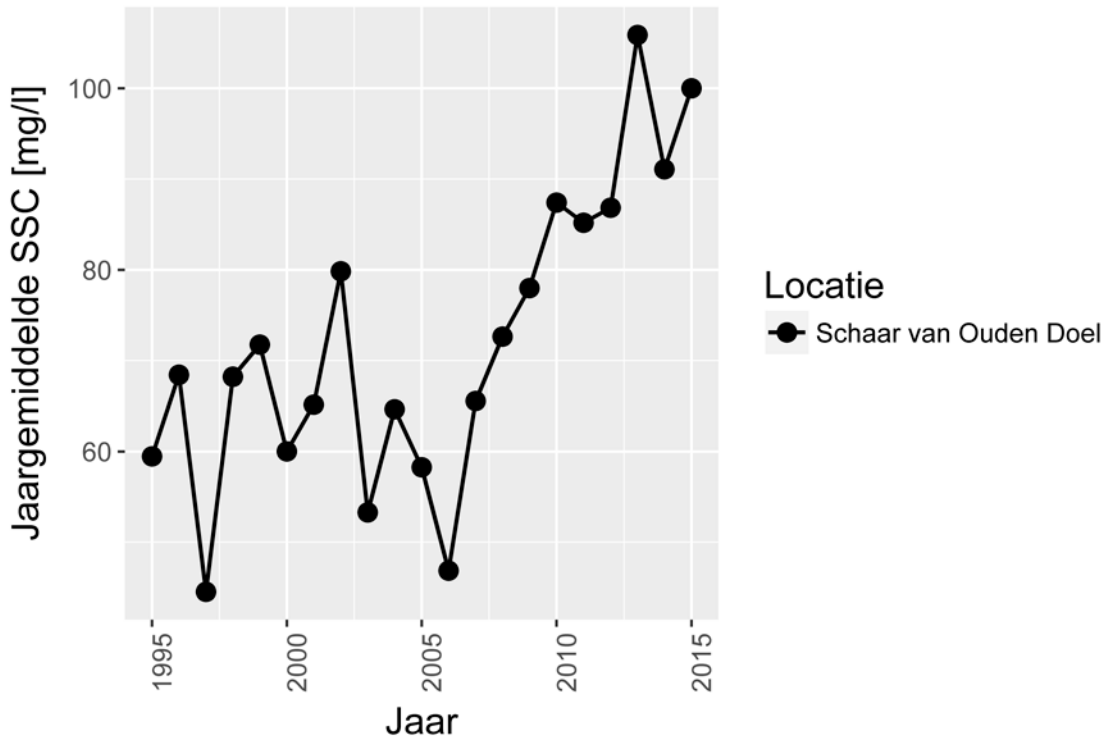
Figuur D-5: Jaargemiddelde zwevende stof in het oppervlaktewater [mg/l] in Vlissingen.



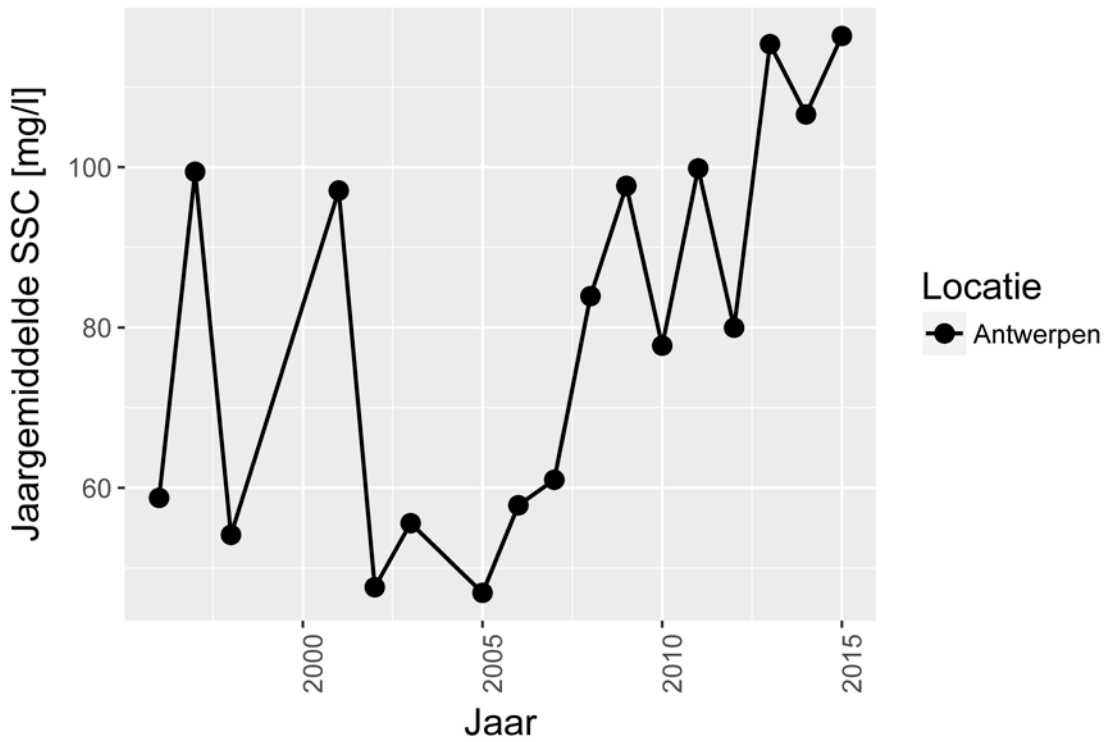
Figuur D-6: Jaargemiddelde Zwevende stof in het oppervlaktewater [mg/l] in Terneuzen.



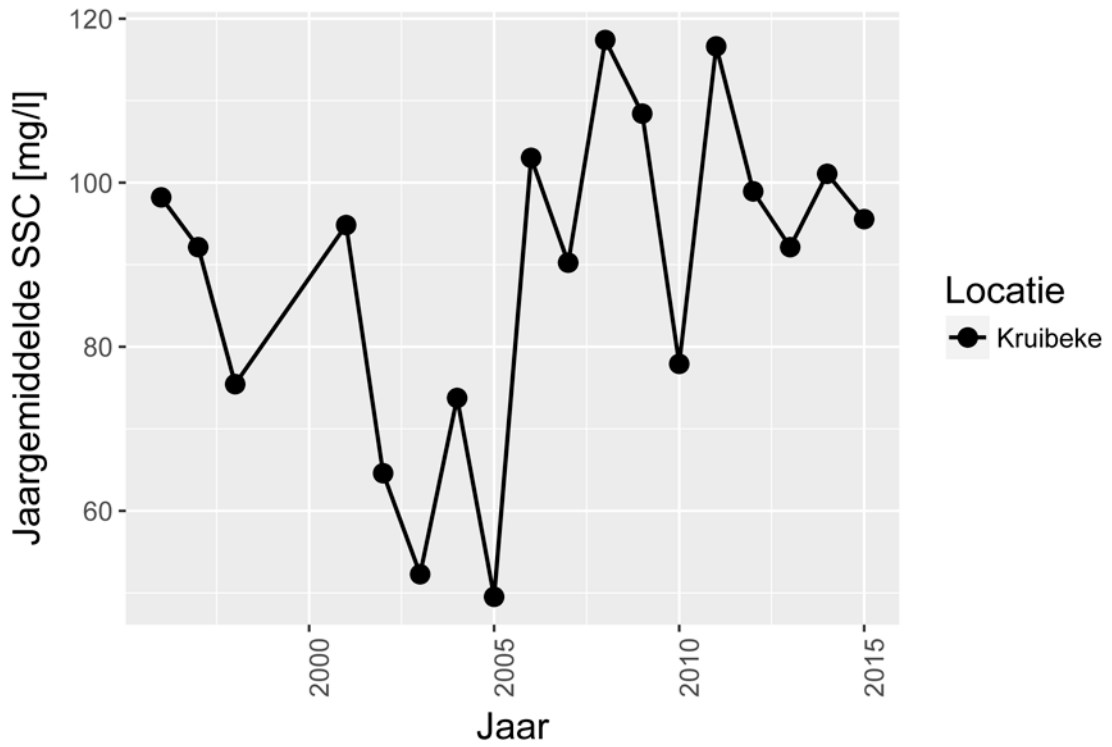
Figuur D-7: Jaargemiddelde Zwevende stof in het oppervlaktewater [mg/l] in Hansweert.



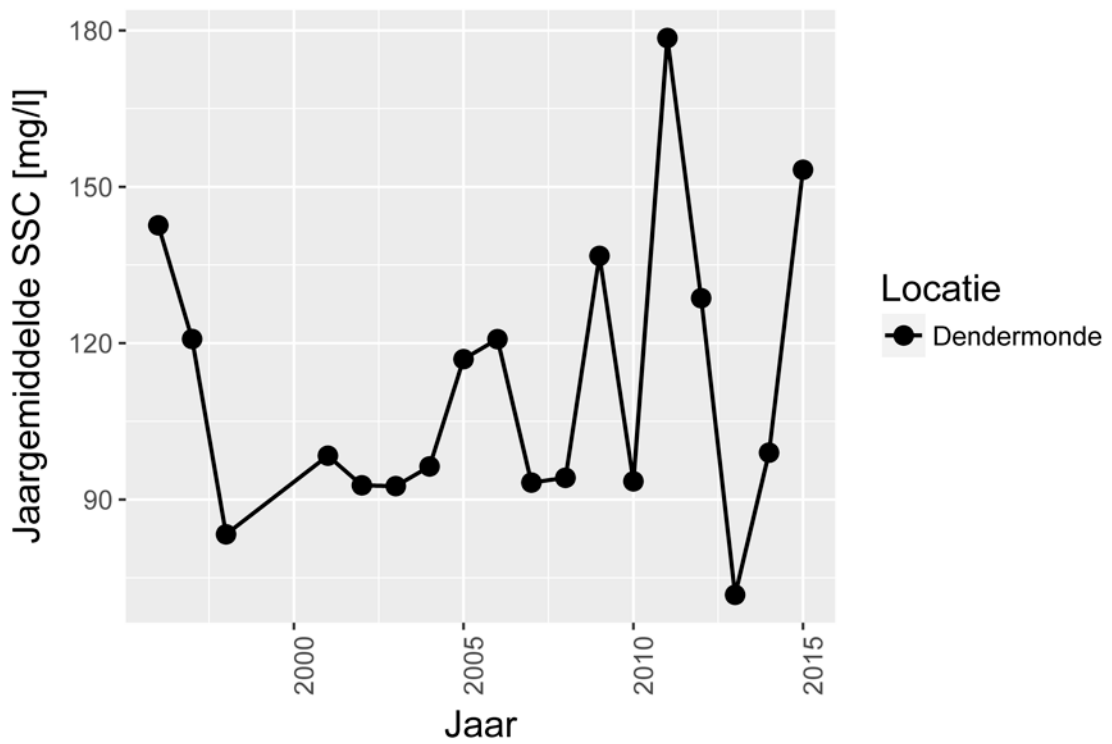
Figuur D-8: Jaargemiddelde Zwevende stof in het oppervlaktewater [mg/l] in Schaar van den Ouden Doel.



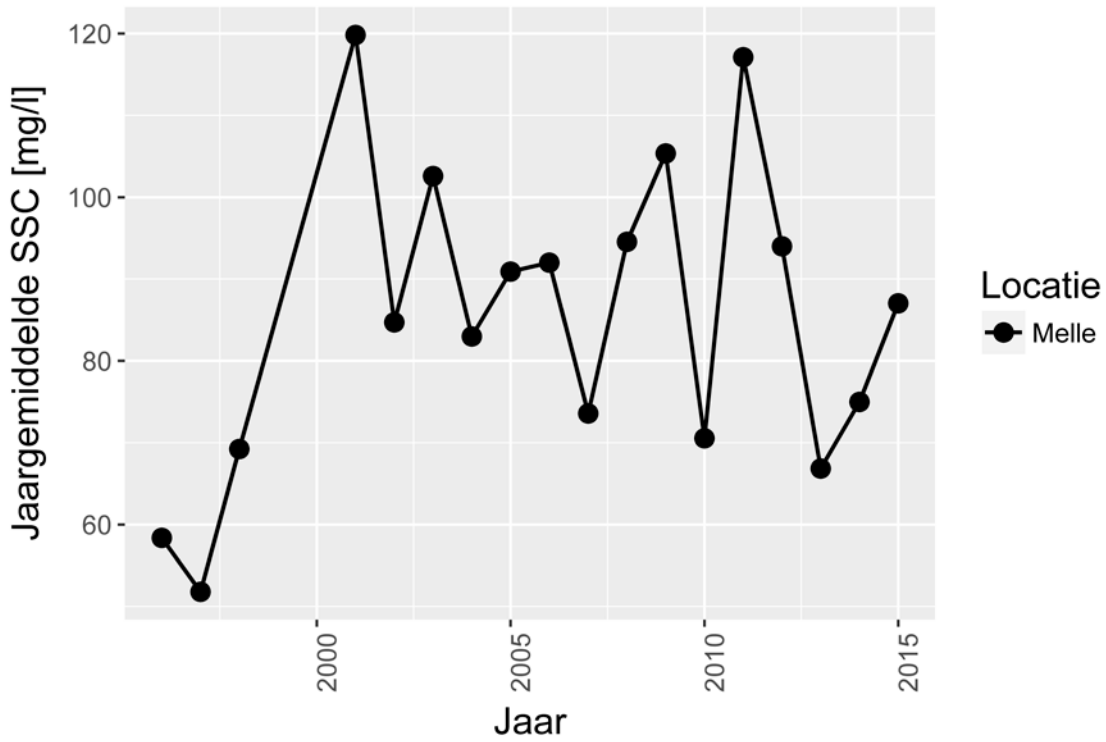
Figuur D-9: Jaargemiddelde Zwevende stof in het oppervlaktewater [mg/l] in Antwerpen.



Figuur D-10: Jaargemiddelde Zwevende stof in het oppervlaktewater [mg/l] in Kruikeke.

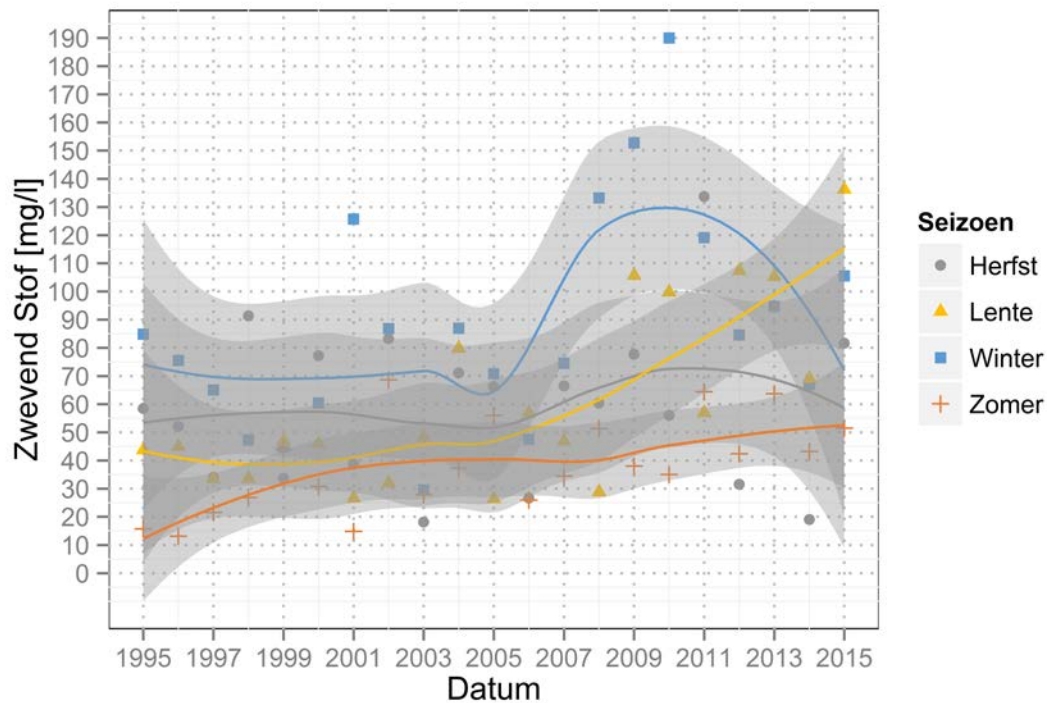


Figuur D-11: Jaargemiddelde Zwevende stof in het oppervlaktewater [mg/l] in Dendermonde.

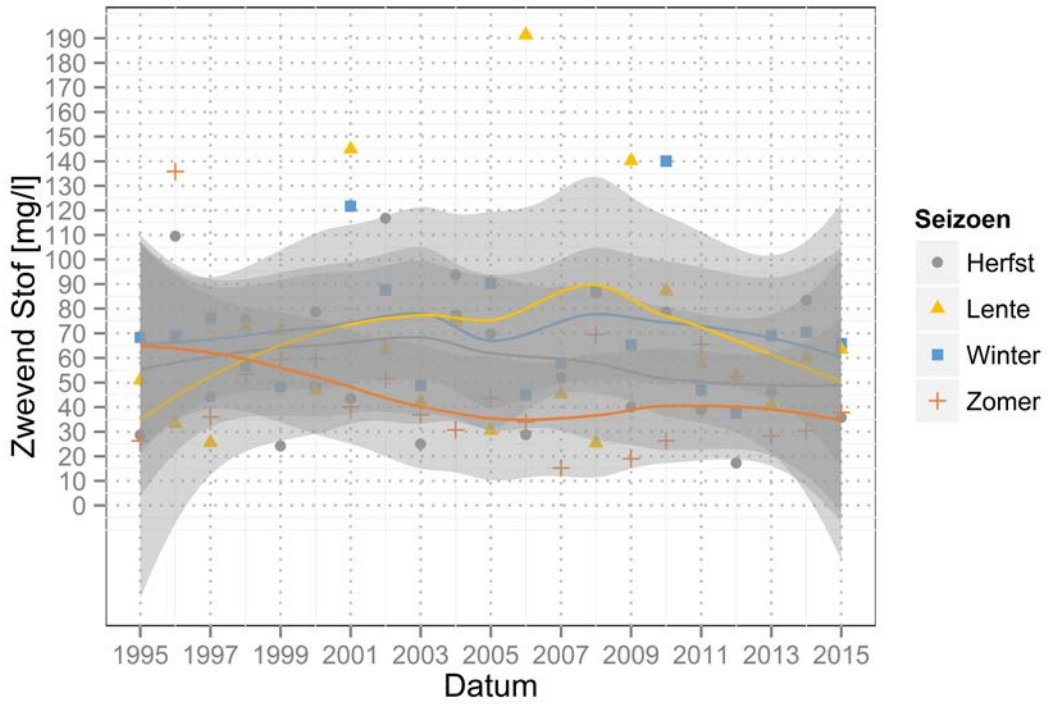


Figuur D-12: Jaargemiddelde Zwevende stof in het oppervlaktewater [mg/l] in Melle.

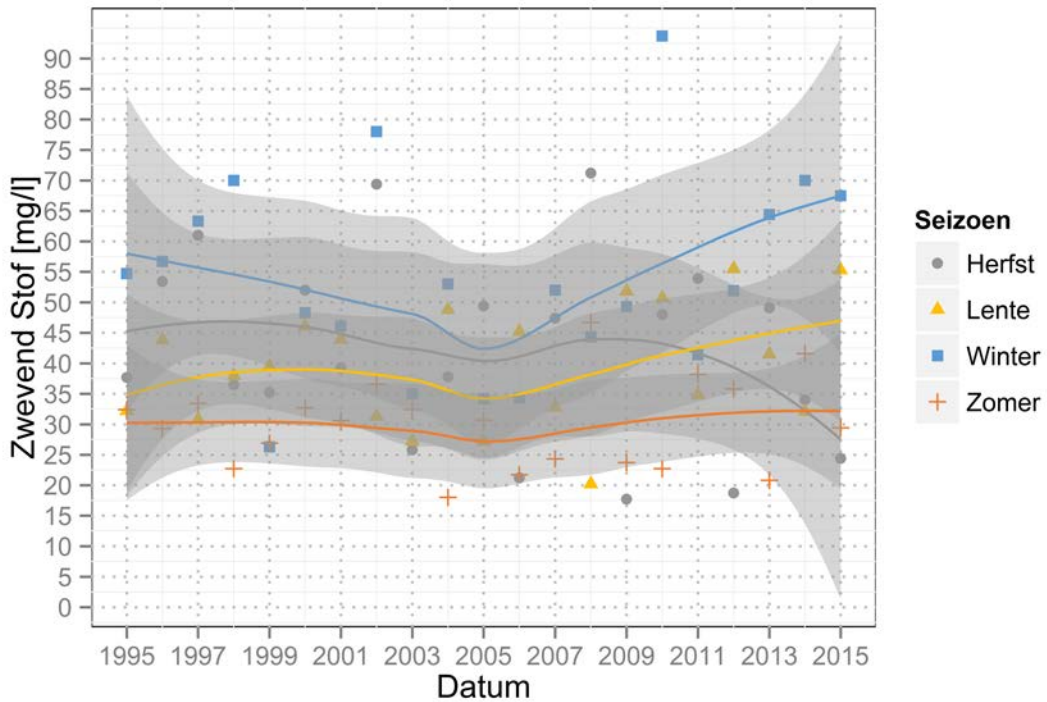
### Bijlage D.3.5 Lichtlimitatie – Jaargemiddelde zwevende stof



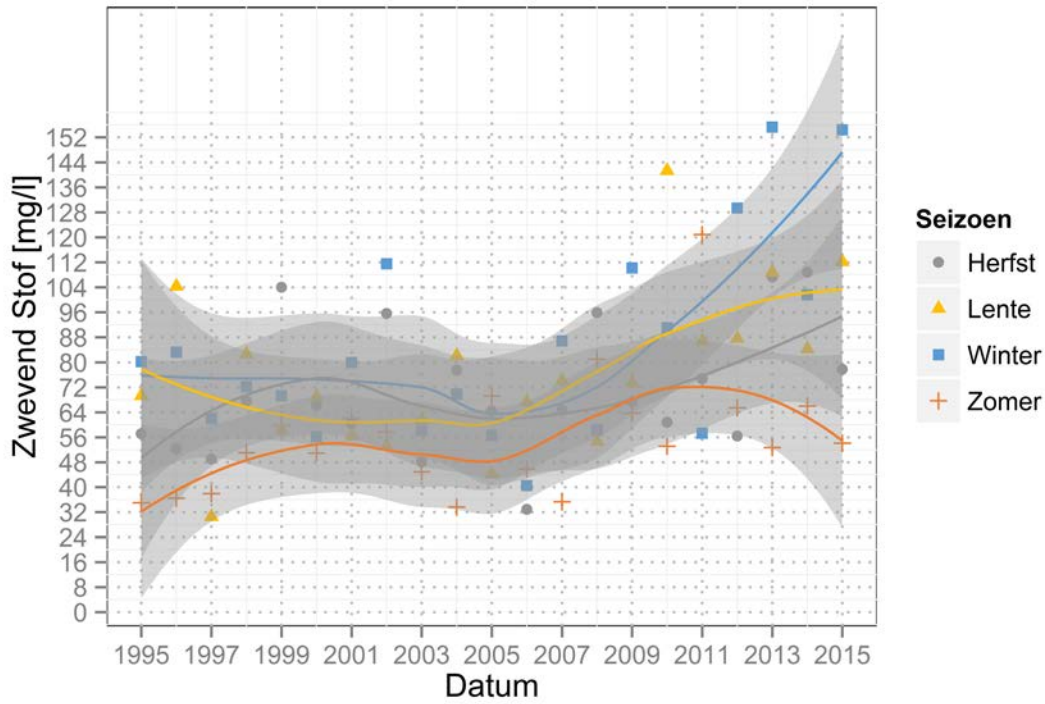
Figuur D-13: Seizoensgemiddelde Zwevende stof in het oppervlaktewater [mg/l] in Vlissingen inclusief het 95% betrouwbaarheidsinterval voor de trend.



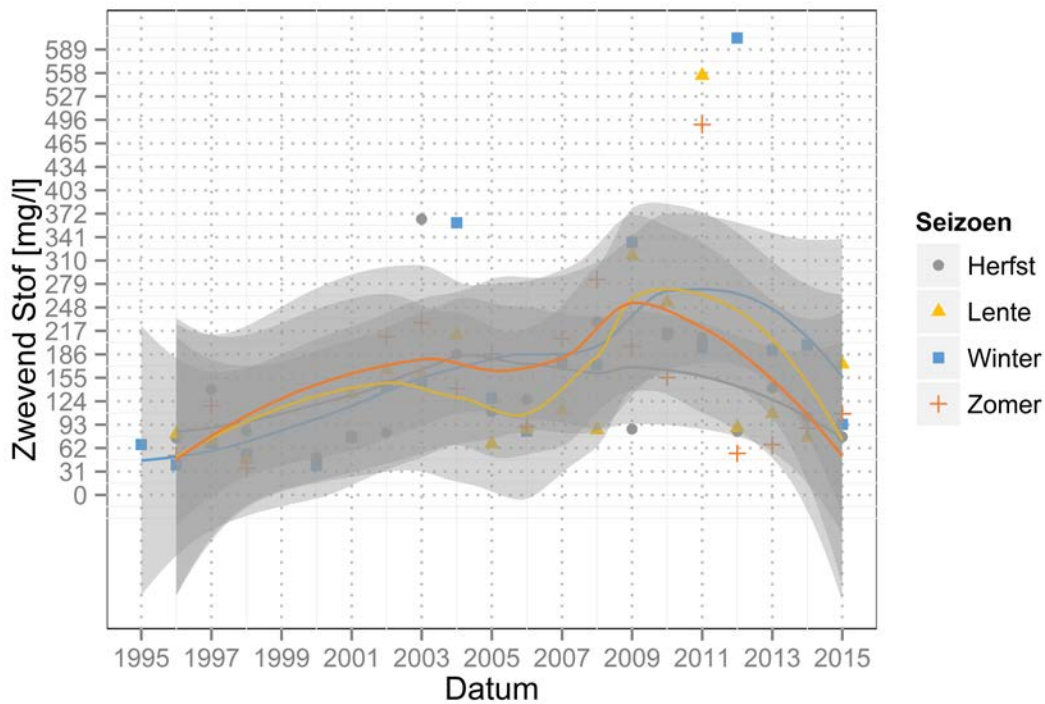
Figuur D-14: Seizoensgemiddelde Zwevende stof in het oppervlaktewater [mg/l] in Terneuzen inclusief het 95% betrouwbaarheidsinterval voor de trend.



Figuur D-15: Seizoensgemiddelde Zwevende stof in het oppervlaktewater [mg/l] in Hansweert inclusief het 95% betrouwbaarheidsinterval voor de trend.

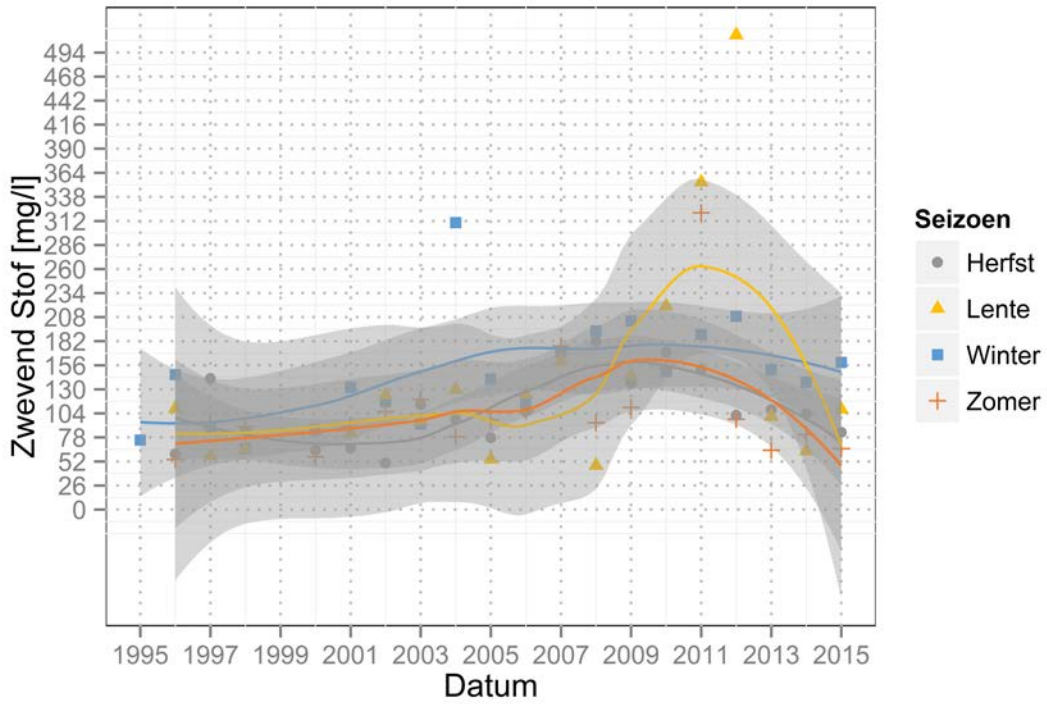


Figuur D-16: Seizoensgemiddelde Zwevende stof in het oppervlaktewater [mg/l] in Schaar van den Ouden Doel inclusief het 95% betrouwbaarheidsinterval voor de trend.

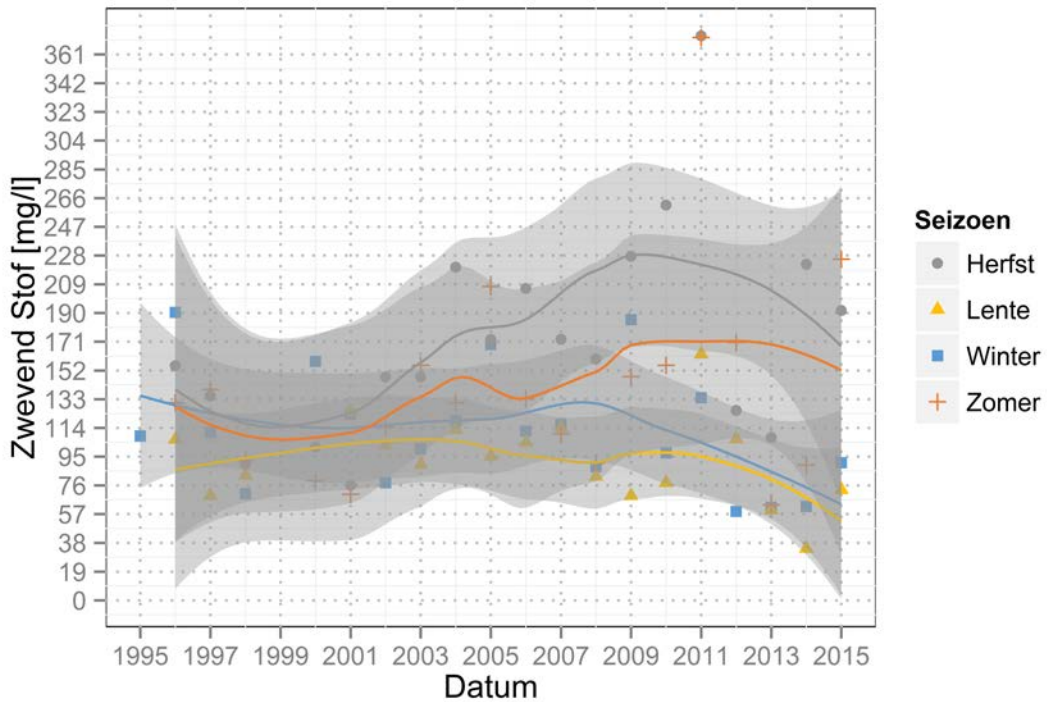


Figuur D-17: Seizoensgemiddelde Zwevende stof in het oppervlaktewater [mg/l] in Antwerpen inclusief het 95% betrouwbaarheidsinterval voor de trend.

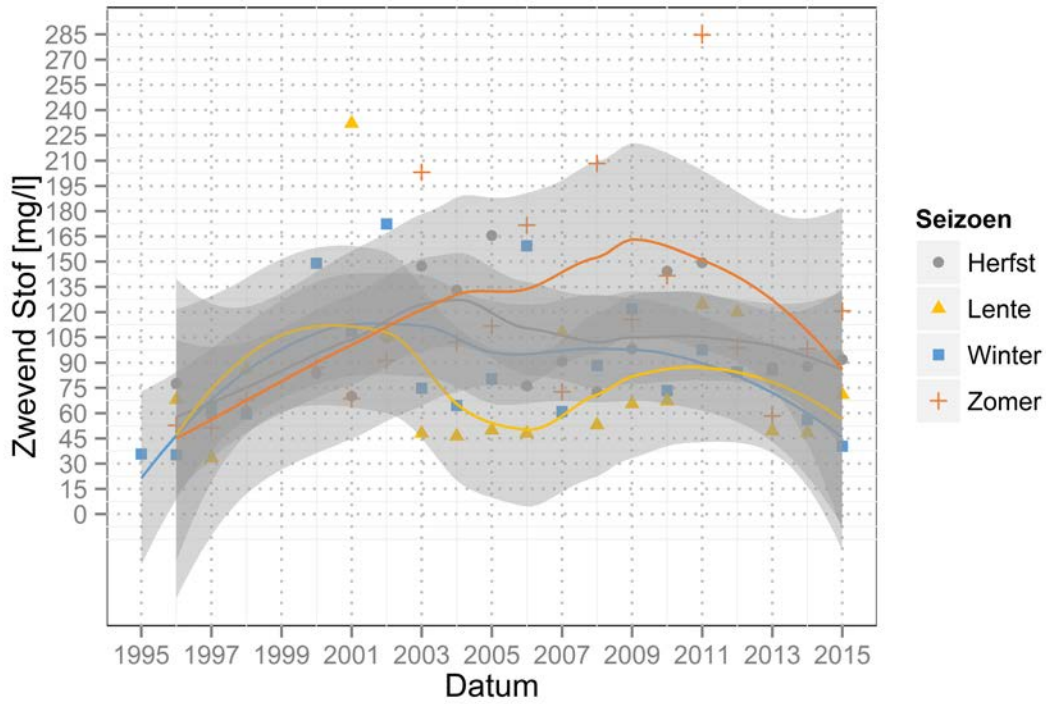




Figuur D-18: Seizoensgemiddelde Zwevende stof in het oppervlaktewater [mg/l] in Kruikebe inclusief het 95% betrouwbaarheidsinterval voor de trend.



Figuur D-19: Seizoensgemiddelde Zwevende stof in het oppervlaktewater [mg/l] in Dendermonde inclusief het 95% betrouwbaarheidsinterval voor de trend.



Figuur D-20: Seizoensgemiddelde Zwevende stof in het oppervlaktewater [mg/l] in Melle inclusief het 95% betrouwbaarheidsinterval voor de trend.

### Bijlage D.3.6 Temperatuur

| Saliniteits Zone | Station               | Afstand | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
|------------------|-----------------------|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Sterk polyhalien | Vlissingen boei SSVH  | 0.00    | 15.3 | 12.3 | 16.7 | 14.1 | 15.4 | 14.6 | 13.9 | 14.4 | 14.3 | 14   | 16   | 16.3 | 15.1 | 14.4 | 14.5 | 15.6 | 15.1 | 13.5 | 14.4 | 16   | 14.4 |
| Sterk polyhalien | Hooge Platen          | 1.63    | NA   | NA   | NA   | 18   | 20   | 18   | 17.1 | 18   | 17.4 | 12   | 18.8 | 9.2  | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| Sterk polyhalien | Terneuzen boei 20     | 24.05   | 14.4 | 14.8 | 15.7 | 14.1 | 10.1 | 12.3 | 12.7 | 12.7 | 12.1 | 12.4 | 14.6 | 15.7 | 14.2 | 13.9 | 14.6 | 14.8 | 15.4 | 14.5 | 15.5 | 16.8 | 15.3 |
| Polyhalien       | Hoedekenskerke boei 4 | 38.07   | 14.3 | 13.2 | 15.9 | 14.4 | 16   | 14.8 | 13.8 | 14.5 | 14.2 | 12.5 | 16.4 | 13.8 | NA   | NA   | 14.3 | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| Polyhalien       | Hansweert boei OHMG   | 41.21   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 18.2 | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 12.4 | 13.6 | 15   | 12.8 |
| Mesohalien       | Hansweert geul        | 42.78   | 14.9 | 14.6 | 15.3 | 14.1 | 15.5 | 14.7 | 13.8 | 15.1 | 14.8 | 14.7 | 17   | 16.7 | 15.2 | 15.3 | 14.4 | 15.6 | 15.4 | 14.4 | 15.4 | 16.8 | 15.7 |
| Mesohalien       | Baalhoek              | 52.23   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 18.7 | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| Mesohalien       | Bath boei 71          | 58.73   | 15   | 17.5 | 13.3 | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| Gradiënt         | 154100                | 67.73   | NA   | 15.9 | 15   | 14.7 | 16.3 | 17.3 | 15.7 | 15.5 | 15.3 | 15.5 | 18.4 | 16.2 | 13.6 | 15.9 | 16.5 | 15.3 | 15.9 | 15.9 | 16   | 17.3 | 15.7 |
| Gradiënt         | Schaar van Ouden Doo  | 68.64   | 16   | 15.5 | 16.9 | 13.6 | 16.1 | 16.3 | 15.7 | 15.6 | 15.5 | 16.1 | 16.4 | 17.2 | 15.2 | 15   | 16.2 | 14.8 | 15.8 | 15.3 | 15.8 | 16.6 | 15.3 |
| Gradiënt         | Grens                 | 69.39   | NA   | 16   | 15.8 | 13.2 | 17   | 15.4 | 15.4 | 20.1 | 15   | 15.1 | 17.1 | 16.6 | 14.6 | 15   | 16.3 | 16.2 | 16.8 | 16   | 16.9 | 17.9 | 15   |
| Gradiënt         | 157000                | 75.36   | 15   | 15.2 | 15   | 14   | 15.8 | 17.3 | 15   | 15   | 14.3 | 14.7 | 18.4 | 16.4 | 13.5 | 16.5 | 16.9 | 15.6 | 16   | 16.1 | 16.2 | 17.4 | 16.6 |
| Gradiënt         | Liefkenshoek          | 75.99   | NA   | 16.2 | 16   | 13.8 | 17.1 | 14.9 | 15.5 | 16.3 | 15.5 | 15.2 | 17.4 | 16.5 | 15.1 | 15.3 | 16.8 | 16.2 | 16.8 | 16.3 | 16.9 | 17.9 | 16   |
| Gradiënt         | 180000                | 77.85   | 13.8 | 11.8 | 10   | 10.7 | 11.2 | 13.5 | 12.7 | 14   | 12.9 | 12.3 | 13.2 | 14.1 | 13.6 | 13.5 | 14.7 | 11.4 | 13.3 | 14   | 17   | NA   | NA   |
| Gradiënt         | 193000                | 81.41   | 14.7 | 14.8 | 14.7 | 13.8 | 15.8 | 16.7 | 14.3 | 14   | 14.3 | 14.5 | 18.2 | 16.1 | 13   | 16.2 | 16.7 | 15.1 | 16.4 | 15.8 | 16   | 17.1 | 16.7 |
| Gradiënt         | Punt van Melsele      | 83.43   | NA   | 15.8 | 15.7 | 13.4 | 16.5 | 14.5 | 15.1 | 15.7 | 15.1 | 14.9 | 17.1 | 15.6 | 14.6 | 15   | 16.6 | 16.1 | 16.5 | 16   | 16.8 | 17.6 | 15.6 |
| Gradiënt         | 180000                | 87.45   | 14.1 | 14   | 14.3 | 13.1 | 15.2 | 17.2 | 14.3 | 14   | 12.8 | 14.8 | 17.4 | 15.5 | 12.3 | 13.2 | 15.7 | 15.3 | 14.3 | 13.1 | NA   | NA   | NA   |
| Gradiënt         | 160200                | 90.76   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 16.4 | 14.9 | 16   | 15.7 | 15.6 | 17.2 | 16.7 |
| Gradiënt         | Antwerpen             | 90.76   | NA   | 15.2 | 15.4 | 13   | 16   | 14   | 14.6 | 15.3 | 14.3 | 14.7 | 16.6 | 15.6 | 14.1 | 14.7 | 16.3 | 15.7 | 16.2 | 15.9 | 16.1 | 17.4 | 15.8 |
| Oligohalien      | Kralbeke              | 98.28   | NA   | 14.8 | 14.2 | 14.3 | 15.3 | 12.9 | 14.2 | 11.3 | 13.9 | 14.1 | 16.3 | 15.5 | 13.8 | 14.8 | 16.2 | 15.7 | 16   | 15.5 | 15.9 | 17.4 | 15.9 |
| Oligohalien      | 160800                | 98.31   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 13.5 | 13   | 13.5 | 17.1 | 15.6 | 11.9 | 15.7 | 16.3 | 14.8 | 15.7 | 15.5 | 15.6 | 17.3 | 16.2 |
| Oligohalien      | 162000                | 101.92  | 15.5 | 14.6 | 13.8 | 11.7 | 15   | 17.2 | 13.3 | 12.9 | 11.8 | 14.2 | 14.9 | 13.3 | 12.4 | 13.3 | 15.4 | 14.9 | 15.2 | 14.8 | 15.9 | 17.3 | 16.1 |
| Oligohalien      | Bazel                 | 101.98  | NA   | 14.6 | 15.1 | 12   | 15.7 | 13.4 | 13.9 | 15   | 13.8 | 13.9 | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 15.8 |
| Oligohalien      | 162300                | 106.28  | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 15.7 | 11.9 | 15.7 | 16.3 | 15   | 15.4 | 15.8 | 17.7 | 16.6 |
| Oligohalien      | Steedorp              | 107.14  | NA   | 14.5 | 14.9 | 11.7 | 15.7 | 13.7 | 13.7 | 14.9 | 14   | 14   | 16   | 15.6 | 14   | 14.8 | 16.4 | 15.8 | 15.7 | 15.6 | 15.8 | 17.4 | 15.7 |
| Oligohalien      | Temse                 | 111.32  | NA   | 14.3 | 15   | 11.6 | 15.7 | 14.1 | 13.9 | 15   | 13.9 | 14.1 | 16   | 15.5 | 13.9 | 14.7 | 16.1 | 15.8 | 15.9 | 15.5 | 15.8 | 17.4 | 15.6 |
| Oligohalien      | 162800                | 111.37  | 13.6 | NA   | NA   | 14.2 | 14.5 | 17.7 | 13.3 | 14.6 | 12.1 | 15.1 | 15   | 13.8 | 14   | 12   | 16.4 | 15.1 | 15.6 | 15.6 | 15.6 | 17.5 | 15.9 |
| Zoet lang        | 162900                | 116.66  | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 16.2 | 14.6 | 15.7 | 15.4 | 16   | 16.8 | 15   |
| Zoet lang        | Lippenbroek           | 116.71  | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 15   | 15.5 | 14.3 | 15   | 16.2 | 15.4 | 16   | 15.3 | 16.1 | 17.5 | 15.3 |
| Zoet lang        | Maniekerke            | 120.55  | 13   | 15.2 | 12.1 | 15.9 | 14.1 | 14   | 15.1 | 14.3 | 14.4 | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| Zoet lang        | 163500                | 126.45  | NA   | NA   | NA   | 12.2 | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 16.4 | 14.8 | 16.1 | 15.3 | 15.5 | 16.7 | 15   |
| Zoet lang        | Baasrode              | 126.55  | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 18.8 | 15.3 | 13.3 | 14.2 | 16.6 | 15.8 | 16   | 15.5 | 16.1 | 17.3 |
| Zoet lang        | Vlassenbroek-kapel    | 131.51  | NA   | 14.4 | 14.6 | 11.9 | 15.8 | 13.6 | 13.4 | 14.7 | 13.7 | 14   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| Zoet lang        | 164000                | 133.23  | NA   | NA   | 15.8 | 12.8 | NA   | 15.6 | 13.4 | 13.3 | 12.1 | 14.7 | 15.3 | 14   | 13.7 | 12.5 | 14.7 | 13.5 | 14.1 | 14.6 | 15.4 | 15.5 | 14.4 |
| Zoet lang        | Dendermonde           | 134.64  | NA   | 14.4 | 14.7 | 12   | 15.8 | 13.7 | 13.5 | 14.7 | 13.8 | 14   | 16.3 | 15.5 | 13.6 | 14.5 | 15.7 | 15   | 15.4 | 14.8 | 15.5 | 16.8 | 14.8 |
| Zoet kort        | Sint Onolfs           | 138.96  | NA   | 14.5 | 14.7 | 12.2 | 15.9 | 13.7 | 13.5 | 14.9 | 14   | 13.9 | 16.5 | 15.6 | 13.8 | 14.7 | 15.7 | 15.1 | 15.2 | 14.7 | 15.5 | 16.6 | 14.6 |
| Zoet kort        | 165000                | 139.09  | 14.7 | 16.2 | 20.5 | NA   | 17.2 | NA   | 14.9 | NA   | 16.1 | 14.5 | 15.1 | 16.2 | 14.5 | 15.5 | 15.8 | 13.9 | 14.4 | 14.2 | 15.7 | 15.6 | 14.2 |
| Zoet kort        | 166200                | 141.63  | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 16.2 | 14.1 | 14.7 | 14.9 | 15.8 | 15.8 | 14.2 |
| Zoet kort        | Appels                | 141.63  | NA   | 14.6 | 14.8 | 12.2 | 15.9 | 13.8 | 13.6 | 14.9 | 14.4 | 14   | 16.6 | 15.6 | 13.9 | 14.6 | 15.8 | 15.1 | 15.3 | 14.8 | 15.5 | 16.6 | 14.5 |
| Zoet kort        | 167000                | 150.07  | 15.3 | NA   | NA   | 11.3 | 17.8 | 15   | 15.8 | 16.9 | 11.1 | 14.6 | 15.3 | NA   | 14.9 | 15.4 | 12.4 | 12   | 13.6 | 15.7 | 14.5 | 15.7 | 14   |
| Zoet kort        | Uitbergen             | 151.23  | NA   | 15   | 15   | 12.2 | 16.5 | 13.8 | 13.8 | 15.2 | 14.2 | 14   | 16.8 | 15.6 | 14.3 | 15.4 | 16   | 15.2 | 16.4 | 17.1 | 15.6 | 16.5 | 14.7 |
| Zoet kort        | 167200                | 151.23  | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 13.7 | 13.2 | 13.8 | 14.4 | 14.9 | 14.5 | 16.2 | 14.7 | 15.5 | 16.1 | 14.1 | 15.6 | 17.8 | 15.8 | 16.1 | 14.2 |
| Zoet kort        | Wetteren              | 158.31  | NA   | 14.9 | 15.4 | 12.1 | 16.7 | 13.7 | 14.1 | 15.3 | 14.4 | 14.2 | 17.1 | 15.9 | 14.4 | 15.5 | 16.2 | 15.6 | 16.5 | 16.8 | 15.7 | 16.8 | 14.6 |
| Zoet kort        | 167500                | 158.32  | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 14.2 | 14.2 | 14   | 14.6 | 14.1 | 16.1 | NA   | NA   | 16.2 | 14.3 | 15.5 | 17.9 | 16   | 16.3 | 14.4 |
| Zoet kort        | Melle                 | 164.44  | NA   | 15   | 15.1 | 12   | 16.9 | 13.7 | 13.9 | 15.3 | 15   | 14.5 | 17.1 | 16.2 | 15.1 | 15.4 | 16.1 | 15.8 | 16.8 | 17   | 16.1 | 16.8 | 14.7 |
| Zoet kort        | 168900                | 164.47  | 13   | 16   | 17   | 13.1 | NA   | 14.9 | 13.9 | 15.1 | 13.8 | 14.6 | 15.3 | 16.5 | 13.7 | 15.1 | 16.8 | 14.5 | 16.3 | 17.4 | 16.6 | 16.4 | 14.6 |
| Rupel            | Niel                  | 107.66  | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 16.1 | 14.4 | 14.9 | 15.1 | 15.1 | 16.5 | 15.1 |
| Rupel            | 210000                | 107.7   | 13.7 | 12.5 | 13.7 | 11   | 12.8 | 16   | 14.3 | 16.5 | 15   | 14.3 | 14.1 | 14.6 | 13.1 | 11.7 | 15.3 | 13.7 | 14.6 | 14.8 | 15.8 | 16.2 | 14.6 |
| Rupel            | Boom                  | 110.61  | NA   | NA   | NA   | 9.2  | 15.6 | 13.2 | 13.1 | 13.4 | 13.4 | 12.7 | 15.7 | 15.1 | 13.2 | 14.8 | 15.8 | 14   | 14.5 | 14.7 | 14.7 | 16.5 | 14.6 |
| Rupel            | Terhagen              | 113.78  | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 15.4 | 14   | 16.6 | 14.5 | 14.4 | 16.2 | 14.2 |
| Rupel            | Rumst                 | 115.56  | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 18.9 | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| Rupel            | 210950                | 115.78  | 11.5 | 11.5 | 12.8 | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 15.4 | 13.4 | 16.9 | 14.5 | 14.9 | 16   | 13.7 |
| Rupel            | 210900                | 117.51  | 11.6 | 11.8 | 13.2 | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 15.7 | 13.5 | 14.2 | 14.7 | 14.8 | 16.1 | 14.2 |
| Durme            | 492000                | 116.37  | 14.7 | 12.5 | 14.7 | NA   | 13   | 14.4 | 13.3 | 15.7 | 14.7 | 14.8 | 14   | 14.5 | 14.7 | 13.8 | 15.5 | 13.7 | 13   | 14.8 | 17.8 | 17   | 14.4 |
| Durme            | Durme                 | 116.44  | NA   | NA   | NA   | 9.6  | 15   | 14.5 | 13.8 | 14.3 | 13.8 | 13.3 | 16.4 | 15.4 | 13.2 | 14.5 | 20.8 | 15   | 15.6 | 15.3 | 15.7 | 16.9 | 15.4 |

Tabel D-20: Gemiddelde watertemperatuur per meetstation in de herfst voor de periode 1995 tot 2015.

| Saliniteits Zo Station                | Afstand | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
|---------------------------------------|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Sterk polyhalien Vlissingen boei SSVH | 0.00    | 5.8  | 4.2  | 4.2  | 5.6  | 6.1  | 6.7  | 5.7  | 5.7  | 4.9  | 6.3  | 6.2  | 5.6  | 7.6  | 5.8  | 4.8  | 3.4  | 5.1  | 5.7  | 5.6  | 7.1  | 6.7  |
| Sterk polyhalien Hooge Platen         | 1.63    | NA   | NA   | NA   | 5.5  | 7.3  | 9.2  | 8.7  | 7.3  | 5.6  | NA   | 5.8  | NA   | 6.9  | 7.8  | 9.3  | NA   | 7.3  | NA   | NA   | NA   | NA   |
| Sterk polyhalien Terneuzen boei 20    | 24.05   | 5.7  | 3    | 2.5  | 5.5  | 6.1  | 6.6  | 5.3  | 5.6  | 5    | 6.2  | 6.2  | 5.4  | 7.5  | 5.8  | 4.7  | 3.4  | 5    | 5.7  | 5.6  | 7    | 6.5  |
| Polyhalien Hoedekenskerke boei 4      | 38.07   | 5.6  | 4.7  | 3.9  | 5.3  | 6.3  | 6.9  | 6.1  | 6.4  | 5.1  | 6.2  | 5.9  | 5.2  | NA   | 7.4  | 5.8  | 15.2 | 7.2  | NA   | NA   | NA   | NA   |
| Polyhalien Hansweert boei OHMG        | 42.78   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| Mesohalien Hansweert geul             | 42.78   | 5.7  | 3    | 2.7  | 5.3  | 6.1  | 6.8  | 5.6  | 5.8  | 5.1  | 6.3  | 6.2  | 5.3  | 7.6  | 5.8  | 4.4  | 3.2  | 4.8  | 5.5  | 5.4  | 6.8  | 6.5  |
| Mesohalien Baalhoek                   | 52.29   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 4.5  | 5.6  | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| Mesohalien Bath boei 71               | 58.73   | 6.8  | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| Gradiënt 154100                       | 67.79   | NA   | 8    | 4.7  | 7.5  | 8    | 9.3  | 9    | 8.7  | 8.3  | 8.1  | 7.6  | 6.2  | 9.5  | 8    | 6.2  | 4.4  | 7.1  | 7.8  | 7.7  | 8.4  | 7.7  |
| Gradiënt Schaar van Ouden Doo         | 68.64   | 7.7  | 5.2  | 5.4  | 6.7  | 7.3  | 7.8  | 7.1  | 7.3  | 7.4  | 7.4  | 6.9  | 6.6  | 8.1  | 7.1  | 5.3  | 3.8  | 6.7  | 6.4  | 6.4  | 7.9  | 7.3  |
| Gradiënt Grens                        | 69.39   | 7    | 4.6  | 4.7  | 7.3  | 7.3  | 7.8  | 7    | 6.5  | 6.4  | 7.1  | 7.1  | 6.2  | 8.1  | 7.2  | 5.7  | 3.5  | 6.3  | 5.9  | 6.9  | 8.2  | 7.3  |
| Gradiënt 157000                       | 75.36   | 6.2  | 4.8  | 4.7  | 6.7  | 7.7  | 8.3  | 7.7  | 8    | 6.7  | 7.4  | 7.2  | 6.3  | 8.7  | 7.3  | 6.1  | 4.2  | 7.5  | 7.6  | 8    | 8.8  | 8.7  |
| Gradiënt Liefkenshoek                 | 75.99   | 7.1  | 4.4  | 4.6  | 7.3  | 7.9  | 7.6  | 7.1  | 6.4  | 6.3  | 7.5  | 6.8  | 6.5  | 8.4  | 7.4  | 5.5  | 3.7  | 6.5  | 6.2  | 7.1  | 8.1  | 7.1  |
| Gradiënt 180000                       | 77.85   | 6.3  | 4.6  | 7.3  | 5.7  | 6.5  | 7.7  | 6.2  | 7.7  | 6.3  | 7.5  | 5.7  | 6.7  | 8.7  | 6.9  | 5.2  | 5.5  | 7.2  | 9.6  | 5.4  | NA   | NA   |
| Gradiënt 159000                       | 81.41   | 6.4  | 4.5  | 4.7  | 6.5  | 7.5  | 8.7  | 6.7  | 8    | 6    | 6.9  | 6.8  | 5.8  | 8    | 6.6  | 5.5  | 4.1  | 7.2  | 8    | 7.6  | 8.3  | 8.1  |
| Gradiënt Punt van Melsele             | 83.43   | 6.5  | 4    | 4.3  | 7.2  | 7.6  | 7.2  | 6.9  | 5.7  | 5.7  | 7.1  | 6.4  | 5.9  | 8.1  | 6.9  | 5.1  | 3.5  | 6.2  | 5.7  | 7    | 7.9  | 7    |
| Gradiënt 160000                       | 87.45   | 5.4  | 4.1  | 4.3  | 6.5  | 7.7  | 9.3  | 6.3  | 7.7  | 5.3  | 6.7  | 6.5  | 5.6  | 7.9  | 6.3  | 5.2  | 3.8  | 5.4  | NA   | NA   | NA   | NA   |
| Gradiënt 160200                       | 90.76   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 5    | 3.1  | 7.1  | 7.6  | 8.3  | 8.4  | 7.9  |
| Gradiënt Antwerpen                    | 90.76   | 5.8  | 3.8  | 4.3  | 7.1  | 7.2  | 7.2  | 6.9  | 5.1  | 5.1  | 6.8  | 6.1  | 5.6  | 7.9  | 6.7  | 4.6  | 2.8  | 5.9  | 5.1  | 6.9  | 7.5  | 7.1  |
| Oligohalien Krubekke                  | 98.28   | 5.1  | 3.7  | 6.6  | 6    | 6    | 7.4  | 6.9  | 6.5  | 4.5  | 6.2  | 6.5  | 5.4  | 8.1  | 6.7  | 4.5  | 2.8  | 6.1  | 4.8  | 6.4  | 7.5  | 7    |
| Oligohalien 160800                    | 98.31   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 8    | 5.3  | 6.9  | 6.4  | 5.2  | 7.8  | 6.4  | 4.6  | 3    | 6.8  | 6.7  | 8.2  | 7.9  | 7.5  |
| Oligohalien 162000                    | 101.92  | 7.6  | 5.2  | 4.7  | 6.7  | 7    | 8.3  | 6.3  | 5.9  | 5.1  | 6.4  | 6.7  | 5.3  | 8.1  | 6.3  | 5.3  | 3.2  | 7.2  | 6.7  | 7.3  | 8.1  | 8.3  |
| Oligohalien Bazel                     | 101.98  | 4.8  | 3.5  | 4.7  | 7.3  | 6.3  | 7.5  | 6.8  | 5    | 5    | 6.1  | 6.2  | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 7.4  |
| Oligohalien 162300                    | 106.28  | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 5.3  | 8.1  | 6.5  | 4.4  | 3.3  | 7.2  | 6.9  | 6.8  | 7.8  | 8.2  |      |
| Oligohalien Steendorp                 | 107.14  | 4.4  | 3.3  | 4.7  | 7.5  | 6    | 7.7  | 6.8  | 5.2  | 5    | 6.1  | 6.1  | 5.4  | 8.4  | 7.2  | 4.7  | 2.9  | 6.3  | 4.7  | 6.4  | 7.4  | 7.1  |
| Oligohalien Temse                     | 111.32  | 4.4  | 3.3  | 7.2  | 7.3  | 6.2  | 7.8  | 6.8  | 5.2  | 4.9  | 6.3  | 6.1  | 5.7  | 8.5  | 7.1  | 4.5  | 2.6  | 6.2  | 4.5  | 6.4  | 7.5  | 7.2  |
| Oligohalien 162800                    | 111.37  | 5.8  | NA   | NA   | 6    | 7.2  | 8.3  | 5.3  | 8    | 5.7  | 6.8  | 5.2  | 5.4  | 7.8  | 5.9  | 4.9  | 3    | 7.2  | 7    | 6.9  | 8.1  | 8.4  |
| Zoet lang 162900                      | 116.66  | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 5.5  | 3.3  | 7.4  | 4    | 6.8  | 7.8  | 6.9  |
| Zoet lang Lippenbroek                 | 116.71  | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 5.8  | 6.9  | 8.7  | 7    | 5.2  | 2.4  | 6.6  | 4.1  | 6    | 7.1  | 7.5  |
| Zoet lang Mariekerke                  | 120.55  | 4.6  | 3.8  | 7.5  | 7.3  | 6.1  | 7.9  | 7.1  | 5.7  | 5    | 6.2  | 6.6  | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| Zoet lang 163500                      | 126.45  | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 5.5  | 3.5  | 7.2  | 4.4  | 6.6  | 7.7  | 7    |
| Zoet lang Baasrode                    | 126.55  | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 6.1  | 5.7  | 8.3  | 7    | 5.6  | 2.9  | 7.2  | 4.3  | 6    | 7.2  | 7.3  |
| Zoet lang Vlassenbroek-kapel          | 131.51  | NA   | 4.7  | 7.2  | 7.7  | 6.5  | 8.2  | 7.1  | 5.7  | 6.2  | 6    | 6.3  | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| Zoet lang 164000                      | 133.23  | NA   | NA   | 6.5  | 7.3  | NA   | 7.5  | 6.2  | 6.9  | 5.6  | 6.8  | 7.3  | 5.8  | 8.4  | 6.4  | 5.8  | 3.5  | 6.1  | 3.7  | 5.2  | 7.2  | 6.2  |
| Zoet lang Dendermonde                 | 134.64  | 4.2  | 4.1  | 7.2  | 7.8  | 5.8  | 8.3  | 7.1  | 5.9  | 5.5  | 6.1  | 6.4  | 6.2  | 8.6  | 6.4  | 5.7  | 3.2  | 6.4  | 3.9  | 5.4  | 7.4  | 6.3  |
| Zoet kort Sint-Onolfs                 | 138.96  | 4.2  | 4.4  | 7.3  | 7.8  | 6    | 8.4  | 7.2  | 5.9  | 6.5  | 6.1  | 6.7  | 5.7  | 9.1  | 7.4  | 5.6  | 3.3  | 6.4  | 3.8  | 5.3  | 7    | 6.8  |
| Zoet kort 165000                      | 139.09  | NA   | 2.8  | 8    | NA   | 6.7  | NA   | NA   | NA   | 6.2  | 7.1  | 7.2  | 7.7  | 8.4  | 8.4  | 6.6  | 3.8  | 6.2  | 3.8  | 4.6  | 7.6  | 6.6  |
| Zoet kort 166200                      | 141.63  | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 7.5  | 3.9  | 6.7  | 3.8  | 4.6  | 7.6  | 6.6  |      |
| Zoet kort Appels                      | 141.63  | 4.2  | 4.9  | 7.3  | 7.9  | 6.2  | 8.5  | 7.2  | 6    | 6.6  | 6.1  | 6.8  | 5.8  | 8.8  | 7.2  | 5.7  | 3.8  | 6.6  | 3.8  | 5.2  | 7    | 6.3  |
| Zoet kort 167000                      | 150.07  | NA   | 3.4  | NA   | 7.2  | 6.5  | 8    | 8.1  | 7.9  | 6.3  | 7.3  | 7.7  | NA   | 8.2  | 8    | 6.6  | 4.9  | 8.3  | 5.4  | 7.6  | 7.1  | 7.3  |
| Zoet kort Uitbergen                   | 151.23  | 4.8  | 5.8  | 7.6  | 8.5  | 6.5  | 8.4  | 7.4  | 6.4  | 7.1  | 6.3  | 7.6  | 6.7  | 8.9  | 7.5  | 6.2  | 4.5  | 6.9  | 4.1  | 5.3  | 7.3  | 6.4  |
| Zoet kort 167200                      | 151.23  | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 6    | 7.7  | 6.4  | 7.4  | 7.4  | 7.5  | 8.6  | 8    | 6.6  | 4.9  | 6.8  | 4.9  | 4.9  | 7.9  | 6.8  |
| Zoet kort Wetteren                    | 158.31  | 7.2  | 6.2  | 7.5  | 8.7  | 6.7  | 8.7  | 7.5  | 6.4  | 7.3  | 6.4  | 8    | 6.6  | 8.9  | 7.6  | 6.4  | 4.6  | 6.9  | 4.2  | 5.3  | 7.6  | 6.6  |
| Zoet kort 167500                      | 158.32  | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 5.8  | 7.6  | 6.8  | 7.6  | 6.4  | 7.6  | NA   | NA   | 6.9  | 4.8  | 6.7  | 5.2  | 5.3  | 8.3  | 7.1  |
| Zoet kort Melle                       | 164.44  | 7.6  | 6.8  | 7.6  | 8.5  | 6.6  | 8.7  | 7.4  | 6.8  | 6.6  | 6.8  | 7.9  | 6.6  | 9    | 7.7  | 6.6  | 4.8  | 7.2  | 4.3  | 5.4  | 7.7  | 6.8  |
| Zoet kort 168900                      | 164.47  | NA   | 3.1  | 7    | 7.7  | NA   | 7.5  | 7.2  | 7.5  | 6.5  | 7.5  | 8.8  | 7    | 8.5  | 6.9  | 6.8  | 5.6  | 7    | 4.4  | 5.9  | 8.4  | 7.1  |
| Rupel Niel                            | 107.66  | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 5.5  | 2.9  | 7.4  | 4.1  | 5.7  | 7.4  | 7    |      |
| Rupel 210000                          | 107.7   | 6.8  | 5.1  | 5.7  | 7.3  | 6.7  | 8    | 6.7  | 9.5  | 7.5  | 6.5  | 4.9  | 4.7  | 7.3  | 6.9  | 5.6  | 3.4  | 7.4  | 4    | 6.3  | 7.9  | 7.1  |
| Rupel Boom                            | 110.61  | NA   | NA   | NA   | 8    | 4.3  | 8.8  | 6.5  | 6.7  | 5.2  | 5.5  | 6.4  | 5.7  | 9.1  | 7.1  | 5.6  | 3.4  | 6.9  | 3.9  | 5.5  | 7.5  | 7.4  |
| Rupel Terhagen                        | 113.78  | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 5.7  | 3.6  | 6.9  | 3.8  | 5.5  | 7.6  | 7.3  |
| Rupel Rumst                           | 115.56  | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| Rupel 210950                          | 115.78  | 7.4  | 5.7  | 5    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 5.8  | 4    | 7.5  | 4.9  | 6.2  | 7.7  | 7.3  |      |
| Rupel 210900                          | 117.51  | 7.6  | 5.2  | 5.8  | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 3.7  | 3.2  | 7.6  | 4.2  | 6.5  | 7.5  | 7.4  |      |
| Durme 492000                          | 116.37  | NA   | 3.4  | 3.2  | NA   | 6.7  | 7.5  | 6.4  | 7    | 5.7  | 5.6  | 4.8  | 5.2  | 7.5  | 6.5  | 6.1  | 2.5  | 6.9  | 5.1  | 8.6  | 7.4  | 6.3  |
| Durme Durme                           | 116.44  | NA   | NA   | NA   | 7.8  | 5.3  | 8.6  | 6.7  | 6.7  | 4.6  | 5.9  | 5.7  | 5.4  | 9    | 6.6  | 2.6  | 2.4  | 6.2  | 3.4  | 4.4  | 7.5  | 6.4  |

Tabel D-21: Gemiddelde watertemperatuur per meetstation in de winter voor de periode 1995 tot 2015.

| Saliniteits Zone | Station              | Afstand | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
|------------------|----------------------|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Sterk polyhalien | Vlissingen boei SSVH | 0.00    | 9    | 6.2  | 9.5  | 10.7 | 10.3 | 10.7 | 10.2 | 10.3 | 9.3  | 9.4  | 8.7  | 8.8  | 12.2 | 10.1 | 10.3 | 8.8  | 10.9 | 9.7  | 7.2  | 11.6 | 9.8  |
| Sterk polyhalien | Hooge Platen         | 1.63    | NA   | NA   | NA   | 7.5  | 6.3  | 6.4  | 5.1  | 13.5 | 7.4  | 6.4  | 3.4  | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| Sterk polyhalien | Terneuzen boei 20    | 24.05   | 9.8  | 10.8 | 11.9 | 11.1 | 14   | 10.3 | 9.9  | 9.9  | 8.9  | 10   | 9    | 12   | 10.4 | 10.1 | 8.8  | 10.7 | 10.6 | 7.6  | 11.9 | 9.7  |      |
| Polyhalien       | Hoedekenskerke boei  | 38.07   | 9.8  | 7.1  | 9.7  | 9.9  | 9.1  | 9.7  | 8.5  | 11   | 8.1  | 8.3  | 6.8  | 9.1  | NA   | NA   | 10.2 | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| Polyhalien       | Hansweert boei OHMG  | 41.21   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| Mesohalien       | Hansweert geul       | 42.78   | 9.9  | 8.1  | 11.4 | 11.5 | 11.1 | 11.9 | 11.2 | 11.4 | 10.7 | 10.8 | 8.6  | 10.6 | 12.9 | 11.9 | 11.1 | 9.7  | 11.8 | 10.6 | 7.8  | 12.1 | 10.3 |
| Mesohalien       | Baalhoek             | 52.29   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 9.9  | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| Mesohalien       | Bath boei 71         | 58.73   | 11   | 12.4 | 13.6 | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| Gradiënt         | 154100               | 67.79   | NA   | NA   | 14.6 | 12.3 | 13.2 | 13.7 | 12.3 | 12.3 | 12.3 | 11.4 | 11.1 | 10.5 | 14.2 | 14.6 | 12.7 | 10.3 | 12.5 | 10.5 | 11.1 | 12.8 | 10   |
| Gradiënt         | Schaar van Ouden Doo | 68.64   | 10.9 | 9.7  | 12.6 | 12.5 | 12.5 | 13.1 | 11.4 | 12.4 | 12.2 | 11.5 | 12.1 | 11.1 | 13.7 | 12.2 | 12.2 | 10.8 | 13.7 | 11.8 | 8.9  | 12.9 | 11   |
| Gradiënt         | Grens                | 69.39   | NA   | 8.4  | 12.1 | 12.9 | 12.1 | 12.4 | 11.8 | 12.5 | 13.7 | 11.8 | 12.9 | 9.7  | 12.7 | 11.9 | 12.7 | 10.6 | 13.3 | 11.3 | 9.4  | 14   | 11.1 |
| Gradiënt         | 157000               | 75.36   | 11.6 | 8.3  | 13.8 | 12   | 12.8 | 13   | 12.8 | 12   | 11.7 | 10.6 | 11.1 | 11.1 | 14.2 | 11.5 | 12.9 | 10.2 | 12.6 | 10.9 | 10.9 | 13.4 | 10   |
| Gradiënt         | Liefkenshoek         | 75.99   | NA   | 9    | 12.8 | 13.5 | 12.3 | 12.5 | 11.8 | 12.6 | 12.2 | 11.8 | 10.4 | 9.9  | 13.1 | 12   | 12.9 | 10.8 | 13.5 | 11.7 | 9.6  | 14.1 | 11.6 |
| Gradiënt         | 180000               | 77.85   | 9.6  | 10.8 | 11.7 | 13.6 | 14.2 | 12.2 | 14.7 | 12.4 | 11.3 | 9.9  | 12.5 | 13.3 | 15.5 | 13.4 | 13.2 | 15.3 | 17.5 | 16.3 | 11.8 | NA   | NA   |
| Gradiënt         | 159000               | 81.41   | 11.2 | 8.2  | 13.2 | 12   | 12.8 | 12.7 | 12   | 12   | 11.7 | 10.6 | 11.2 | 11   | 13.9 | 11.3 | 13   | 10   | 12.7 | 10.8 | 11.9 | 13.2 | 10   |
| Gradiënt         | Punt van Melsele     | 83.43   | NA   | 9    | 12.6 | 13   | 12.2 | 12.5 | 11.7 | 12.6 | 12.2 | 11.8 | 13.3 | 10.1 | 13.2 | 12.3 | 12.9 | 10.8 | 13.8 | 11.7 | 9.8  | 14.2 | 11.8 |
| Gradiënt         | 160000               | 87.45   | 11.3 | 8.5  | 13.8 | 12   | 12.5 | 12.7 | 12.3 | 12   | 12   | 10.7 | 11.1 | 10.9 | 13.9 | 11.6 | 11.1 | 10   | 14.5 | NA   | NA   | NA   | NA   |
| Gradiënt         | 162000               | 90.76   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 13.1 | 9.9  | 12.7 | 11.1 | 11.4 | 13.3 | 10.3 |
| Gradiënt         | Antwerpen            | 90.76   | 9    | 12.4 | 12.8 | 12.2 | 12.6 | 11.7 | 12.5 | 12.1 | 11.9 | 10   | 10.5 | 12.8 | 12.9 | 13   | 10.9 | 14.2 | 11.8 | 10.2 | 14.6 | 12.8 | 12.8 |
| Oligohalien      | Krubekke             | 98.28   | NA   | 9.3  | 12.9 | 11.1 | 11.6 | 16.2 | 11.9 | 11   | 8.8  | 12.3 | 10.3 | 10.9 | 12.8 | 12.9 | 13.4 | 11.1 | 14.3 | 12   | 10.5 | 14.6 | 12.7 |
| Oligohalien      | 160800               | 98.31   | NA   | 9.4  | 12.4 | 13.3 | 12.3 | 12.6 | 12   | 12.9 | 12.4 | 12.3 | 8.4  | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| Oligohalien      | 162000               | 101.92  | 11.6 | 8.3  | 13.5 | 12.7 | 13   | 13.3 | 11.6 | 11.3 | 11.9 | 10.6 | 12.7 | 11.5 | 14.5 | 12.3 | 11.8 | 10.2 | 13   | 11.8 | 11.6 | 14   | 10.7 |
| Oligohalien      | Bazel                | 101.98  | NA   | 9.4  | 12.4 | 13.3 | 12.3 | 12.6 | 12   | 12.9 | 12.4 | 12.3 | 8.4  | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 12.6 |
| Oligohalien      | 162300               | 106.28  | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 11.3 | 14.7 | 12.2 | 13.9 | 10.1 | 13.3 | 12.1 | 11.2 | 14   | 10.7 |
| Oligohalien      | Steedorp             | 107.14  | NA   | 9.5  | 12.6 | 13.5 | 12.4 | 12.7 | 12.3 | 13.2 | 12.6 | 12.3 | 13.8 | 11.2 | 13.3 | 13.8 | 14.3 | 11.3 | 15   | 12.3 | 10.8 | 15.3 | 12.8 |
| Oligohalien      | Temse                | 111.32  | NA   | 9.8  | 12.7 | 13.7 | 12.5 | 12.9 | 13.1 | 13.5 | 12.8 | 12.3 | 10.4 | 11.5 | 13.3 | 14.2 | 14.3 | 11.3 | 15.3 | 13.6 | 10.8 | 15.6 | 13.4 |
| Oligohalien      | 162800               | 111.37  | 12.3 | NA   | NA   | 12.5 | 13.2 | 13   | 11   | 13.7 | 11.7 | 10.7 | 13.1 | 11.3 | 14.3 | 12.8 | 13.9 | 10.2 | 13.4 | 11.8 | 11.8 | 14.1 | 10.7 |
| Zoet lang        | 162900               | 116.66  | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 13.9 | 11.8 | 13.9 | 12.6 | 11.9 | 13.7 | 12.2 |
| Zoet lang        | Lippenbroek          | 116.71  | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 15.3 | 11.6 | 13.6 | 14.5 | 13.9 | 12.9 | 13.7 | 13.3 | 12.2 | 15.5 |
| Zoet lang        | Maniekerke           | 120.55  | NA   | 7.6  | 13.1 | 13.6 | 12.9 | 13   | 12.4 | 13.8 | 13.1 | 12.8 | 11.6 | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| Zoet lang        | 163500               | 126.45  | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 14.2 | 11.6 | 14.2 | 12.5 | 11.8 | 14.3 | 12   |
| Zoet lang        | Baszode              | 126.55  | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 11.6 | 13.5 | 13   | 14.2 | 13.1 | 16.8 | 13.2 | 12.3 | 15.8 | 13.5 |
| Zoet lang        | Vlassenbroek-kapel   | 131.51  | NA   | 10.5 | 11.2 | 14.3 | 15   | 12.5 | 12.1 | 13.9 | 12.8 | 12.7 | 11.4 | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| Zoet lang        | 164000               | 133.23  | NA   | NA   | 13.5 | 13.8 | NA   | 13.4 | 11.3 | 12.5 | 12.5 | 11.3 | 13.6 | 11.8 | 14.9 | 13.5 | 14.1 | 11.1 | 13.9 | 11   | 11.8 | 14.1 | 11   |
| Zoet lang        | Dendermonde          | 134.64  | NA   | 10.6 | 11.3 | 14.5 | 15.1 | 12.4 | 11.9 | 13.9 | 13.4 | 12.8 | 11.6 | 11.2 | 13.6 | 13.7 | 14.1 | 12.7 | 15.7 | 12.1 | 11.8 | 15.2 | 12.7 |
| Zoet kort        | Sint Onolfs          | 138.96  | NA   | 10.8 | 11.4 | 14.8 | 15.2 | 12.4 | 11.9 | 14   | 13.3 | 12.9 | 11.8 | 11.6 | 13.8 | 14.1 | 14.2 | 12.6 | 15.5 | 12   | 11.9 | 14.8 | 13   |
| Zoet kort        | 165000               | 139.09  | 11.7 | 9.2  | 12.2 | NA   | 13.7 | NA   | NA   | NA   | 14.4 | 13.2 | 12.9 | 15.1 | 17.6 | 13.3 | 12.3 | 11   | 14.1 | 10.9 | 11.9 | 13.7 | 11.1 |
| Zoet kort        | 166200               | 141.63  | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 12.6 | 11.1 | 14.2 | 11.1 | 11.3 | 14.3 | 11   |
| Zoet kort        | Appels               | 141.63  | NA   | 10.9 | 11.5 | 14.9 | 15.3 | 12.3 | 11.9 | 14.1 | 13.2 | 13.1 | 11.9 | 11.6 | 13.9 | 13.8 | 14.3 | 12.6 | 15.9 | 12.1 | 11.9 | 15   | 13   |
| Zoet kort        | 167000               | 150.07  | 17.6 | 8.8  | NA   | 14.5 | 13.5 | 11.8 | 11.1 | 12   | 14.3 | 15   | 13.5 | NA   | 16.7 | 12.9 | 13   | 15   | 15.8 | 11.7 | 11.6 | 13.6 | 11.5 |
| Zoet kort        | Uitbergen            | 151.23  | NA   | 11.4 | 11.8 | 15.3 | 15.2 | 12.6 | 11.9 | 14.2 | 13.1 | 13.3 | 12.3 | 11.4 | 14.4 | 14.6 | 14.5 | 13.1 | 16.6 | 12.3 | 12   | 15.3 | 13.3 |
| Zoet kort        | 167200               | 151.23  | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 11.8 | 11.5 | 13.3 | 15   | 15.2 | 13   | 11.8 | 18   | 12.9 | 12.9 | 11.6 | 14.9 | 11.3 | 11.6 | 14.6 | 11.3 |
| Zoet kort        | Wettersen            | 158.31  | NA   | 11.5 | 11.9 | 15.6 | 15.3 | 12.6 | 12   | 14.2 | 13.3 | 13.4 | 12.7 | 8.7  | 14.7 | 14.6 | 14.6 | 13.1 | 17.1 | 12.4 | 12.3 | 15.4 | 13.2 |
| Zoet kort        | 167500               | 158.32  | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 12.5 | 14.5 | 14.6 | 15.2 | 16   | 10.8 | NA   | NA   | NA   | 13   | 11.8 | 15.2 | 11.8 | 12.1 | 15   | 11.7 |
| Zoet kort        | Melle                | 164.44  | NA   | 11.4 | 11.8 | 15.7 | 15.3 | 12.5 | 12.1 | 14.4 | 13.7 | 13.1 | 12.5 | 9.2  | 15.5 | 15   | 14.4 | 14.1 | 17.3 | 12.5 | 12.5 | 15.7 | 13.2 |
| Zoet kort        | 168900               | 164.47  | 11.4 | 9.3  | 13.8 | 14.5 | NA   | 12.9 | 12.1 | 12.4 | 12.9 | 13.4 | 15.3 | 11.9 | 14.8 | 13.9 | 12.7 | 12.2 | 15.6 | 11.8 | 12.1 | 14.1 | 11.8 |
| Rupel            | Niel                 | 107.66  | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 13.7 | 12   | 15.3 | 12.6 | 12.3 | 15   |
| Rupel            | 210000               | 107.7   | 10.7 | 8.1  | 12.8 | 13.5 | 13.3 | 14.2 | 13.6 | 11   | 11.7 | 10.1 | 15.2 | 13.7 | 14.2 | 13.4 | 13.9 | 11.3 | 13.5 | 12.1 | 11.8 | 13.3 | 12.1 |
| Rupel            | Boom                 | 110.61  | NA   | NA   | NA   | 14.2 | 12.7 | 12.5 | 11.2 | 14   | 12.2 | 12.5 | 10.8 | 10.7 | 13.5 | 13.1 | 13.8 | 11.8 | 15   | 12.3 | 12   | 15.1 | 13.2 |
| Rupel            | Terhagen             | 113.78  | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 13.8 | 11.8 | 14.9 | 12   | 11.7 | 14.9 |
| Rupel            | Rumst                | 115.56  | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| Rupel            | 210950               | 115.78  | 11.2 | NA   | 12.2 | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 13.9 | 10.8 | 13.7 | 11   | 11   | 13.8 |
| Rupel            | 210900               | 117.51  | 11.5 | 7.4  | 12.3 | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 13.9 | 11.8 | 13.3 | 11.2 | 10.8 | 13.6 |
| Durme            | 492000               | 116.37  | 10.6 | 6.4  | 13.5 | 18.4 | 12.2 | 14.2 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |





| Saliniteits Zo Station                | Afstand | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
|---------------------------------------|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Sterk polyhalien Vlissingen boei SSVH | 0.00    | 4.4  | 0.7  | 0    | 5    | 5.2  | 4.9  | 4    | 3.8  | 3.7  | 5.3  | 5.4  | 3.3  | 6.8  | 4.7  | 2.3  | 2.7  | 3.4  | 4.2  | 2.7  | 6    | 4.5  |
| Sterk polyhalien Hooge Platen         | 1.63    | NA   | NA   | NA   | 5.5  | 7.3  | 9.2  | 8.7  | 7.1  | 5.6  | NA   | 5.8  | NA   | 6.9  | 7.8  | 9.3  | NA   | 7.3  | NA   | NA   | NA   | NA   |
| Sterk polyhalien Terneuzen boei 20    | 24.05   | 4.4  | 0.7  | -0.7 | 4.7  | 5.2  | 5    | 3.9  | 3.5  | 4    | 5.4  | 5.3  | 3.1  | 6.8  | 4.7  | 2.3  | 2.5  | 2.8  | 4.2  | 2.8  | 5.9  | 4.3  |
| Polyhalien Hoedekenskerke boei        | 38.07   | 4    | 0.7  | -1   | 4.5  | 5.2  | 4.9  | 3.7  | 3.4  | 3.9  | 5.5  | 5.2  | 2.9  | NA   | 7.4  | 1.9  | 15.2 | 7.2  | NA   | NA   | NA   | NA   |
| Polyhalien Hansweert boei OHMG        | 42.78   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 12.4 | 13.6 | 15   | 12.8 |
| Mesohalien Hansweert geul             | 42.78   | 4    | 0.9  | -0.8 | 4.4  | 5.3  | 5.1  | 3.7  | 3.4  | 4.1  | 5.7  | 5.5  | 3.1  | 6.9  | 4.7  | 2.2  | 2.4  | 2.5  | 4    | 2.7  | 5.8  | 4.1  |
| Mesohalien Baalhoek                   | 52.29   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 18.7 | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| Mesohalien Bath boei 71               | 58.73   | 5    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| Gradiënt 154100                       | 67.79   | NA   | 8    | 1    | 6    | 7    | 7    | 8    | 5    | 7    | 7.4  | 6.2  | 3.2  | 8.7  | 6.7  | 4.5  | 3.4  | 4.7  | 6.2  | 7.2  | 8.1  | 5.8  |
| Gradiënt Schaar van Ouden Doo         | 68.64   | 6.7  | 2.8  | 0.9  | 5.2  | 5.4  | 6.6  | 5.3  | 4.4  | 4.9  | 6.2  | 5.7  | 4.9  | 5.9  | 5.7  | 3.8  | 3.3  | 3.4  | 2.5  | 4.2  | 6.8  | 4.8  |
| Gradiënt Grens                        | 69.39   | 7    | 2.3  | 0.4  | 6.7  | 6.1  | 6.4  | 6.3  | 4.5  | 5.2  | 6    | 6.2  | 4.6  | 7.7  | 6.6  | 3.5  | 2.7  | 3.9  | 4    | 5.9  | 8.2  | 5.3  |
| Gradiënt 157000                       | 75.36   | 6.2  | 2.6  | 1    | 5    | 6    | 7    | 8    | 5    | 5    | 7    | 5.9  | 3.7  | 8.4  | 6    | 3.8  | 3.6  | 4.8  | 5.9  | 7.7  | 8.2  | 6.7  |
| Gradiënt Liefkenshoek                 | 75.99   | 7.1  | 2.2  | 0.3  | 6.5  | 6.9  | 5.8  | 6.2  | 4    | 5    | 6.4  | 5.7  | 4.5  | 7.9  | 6.3  | 3.1  | 3.1  | 4.4  | 4.1  | 6    | 7.9  | 5    |
| Gradiënt 180000                       | 77.85   | 4.2  | 4.3  | 6    | 3    | 5.5  | 4    | 3    | 5    | 5    | 6    | 1.8  | 5    | 8.3  | 6.2  | 1.9  | 2.6  | 5.7  | 7.8  | 5.2  | NA   | NA   |
| Gradiënt 159000                       | 81.41   | 6.4  | 2.4  | 1    | 5    | 6    | 7    | 5    | 4    | 4    | 6    | 5.7  | 3.2  | 7.6  | 5.5  | 2.7  | 3.7  | 4.8  | 6.2  | 6.9  | 7.9  | 5.5  |
| Gradiënt Punt van Melsele             | 83.43   | 6.5  | 1.8  | 0.2  | 6.9  | 6.1  | 5.6  | 6.1  | 3.3  | 4.3  | 6    | 5.3  | 3.7  | 7.8  | 5.8  | 2.5  | 3    | 4.2  | 3.1  | 6.3  | 7.4  | 4.9  |
| Gradiënt 160000                       | 87.45   | 5.4  | 2.2  | 0.5  | 5    | 6.5  | 8    | 5    | 4    | 3    | 6    | 5.6  | 3.1  | 7.2  | 5    | 2.4  | 3.3  | 5.4  | NA   | NA   | NA   | NA   |
| Gradiënt 160200                       | 90.76   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 2    | 2.6  | 5.3  | 5.3  | 7    | 7.9  | 5.7  |
| Gradiënt Antwerpen                    | 90.76   | 5.8  | 1.5  | -0.2 | 6.6  | 5.7  | 5.8  | 6.3  | 3.3  | 3.5  | 6    | 5.4  | 3.7  | 7.6  | 5.6  | 1.7  | 2.5  | 4.8  | 2.5  | 6.1  | 7    | 4.9  |
| Oligohalien Kruike                    | 98.28   | 5.1  | 1.3  | -0.2 | 3.5  | 3.7  | 6.1  | 6.5  | 3.3  | 1.6  | 5.4  | 5.9  | 3.5  | 7.9  | 5.6  | 1.3  | 2.2  | 5.4  | 1.9  | 5.1  | 6.7  | 5.1  |
| Oligohalien 160800                    | 98.31   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 5    | 3    | 5.7  | 5.6  | 2.4  | 7.3  | 4.8  | 1.5  | 2.2  | 6.1  | 4.5  | 7.4  | 7.2  | 6.1  |
| Oligohalien 162000                    | 101.92  | 6    | 4.2  | 0.5  | 4.5  | 6    | 7    | 3.1  | 4    | 3.8  | 5    | 5.9  | 3.4  | 6.8  | 4.9  | 2.1  | 2.4  | 6.5  | 4.6  | 6.8  | 7.8  | 6.5  |
| Oligohalien Bazel                     | 101.98  | 4.8  | 1.1  | -0.2 | 6.3  | 5    | 6.4  | 6.4  | 3.8  | 2.5  | 5.4  | 5.4  | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 5.1  |
| Oligohalien 162300                    | 106.28  | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 2.5  | 7.4  | 4.9  | 1.6  | 2.2  | 6.5  | 4.7  | 6.3  | 6.8  | 6.9  |
| Oligohalien Steendorp                 | 107.14  | 4.4  | 0.6  | -0.2 | 6.5  | 4.8  | 6.4  | 6.3  | 3.8  | 2.5  | 5.4  | 5.4  | 3.4  | 8.1  | 6.1  | 1.7  | 1.9  | 5.9  | 2    | 5.8  | 6.4  | 5.6  |
| Oligohalien Temse                     | 111.32  | 4.4  | 0.7  | 6.4  | 6.3  | 5.3  | 6.4  | 6.4  | 3.7  | 2.5  | 5.8  | 5.5  | 3.3  | 8.2  | 6.2  | 1.1  | 1.9  | 5.9  | 1.9  | 5.7  | 6.4  | 5.5  |
| Oligohalien 162800                    | 111.37  | 3.4  | NA   | NA   | 4    | 6    | 7    | 3    | 5    | 4    | 5.5  | 3.6  | 3.6  | 6.5  | 5.3  | 1.5  | 2.1  | 6.5  | 5.9  | 6.3  | 6.9  | 6    |
| Zoet lang 162900                      | 116.66  | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 2    | 2.3  | 6.5  | 0.7  | 6.6  | 6.9  | 5.3  |      |
| Zoet lang Lippenbroek                 | 116.71  | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 5.8  | 5.4  | 8.3  | 6.1  | 1.7  | 1.5  | 5.9  | 1    | 5.1  | 6.4  | 5.5  |
| Zoet lang Mariakerke                  | 120.55  | 4.6  | 1.6  | 6.7  | 5.9  | 5.1  | 6.6  | 6.4  | 4.5  | 3    | 5.8  | 5.9  | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| Zoet lang 163500                      | 126.45  | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 2.1  | 2.2  | 6.4  | 1.6  | 5.6  | 6.6  | 5.5  |      |
| Zoet lang Baasrode                    | 126.55  | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 6.1  | 3.6  | 7.9  | 5.3  | 2.2  | 1.7  | 6    | 12   | 5.1  | 6.2  | 5.7  |
| Zoet lang Vlassenbroek-kapel          | 131.51  | NA   | 2.6  | 7.2  | 5.9  | 5.2  | 7.1  | 6.1  | 4.8  | 5.7  | 5.2  | 5.3  | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| Zoet lang 164000                      | 133.23  | NA   | NA   | 5    | 6.5  | NA   | 5.9  | 3.6  | 4.9  | 3.8  | 5.5  | 6.6  | 4.1  | 7.2  | 5.8  | 3.4  | 3.1  | 5.4  | 2.1  | 4    | 6.2  | 4.8  |
| Zoet lang Dendermonde                 | 134.64  | 3.8  | 1.6  | 7.2  | 5.7  | 4    | 7.2  | 6.1  | 5.1  | 3.8  | 5.3  | 5.5  | 4.3  | 8    | 4.8  | 2.6  | 2.9  | 5.5  | 0.9  | 4.5  | 6.8  | 5    |
| Zoet kort Sint-Onolf                  | 138.96  | 4.2  | 2.3  | 7.1  | 5.3  | 3.8  | 7.3  | 6.2  | 5.1  | 5.8  | 5.2  | 5.6  | 4.9  | 8.8  | 5.8  | 2.3  | 3.1  | 5.4  | 1.4  | 4.3  | 6.2  | 5    |
| Zoet kort 165000                      | 139.09  | NA   | 2.8  | 8    | NA   | 5    | NA   | NA   | NA   | 5.3  | 6.2  | 6.3  | 4.7  | 7.7  | 6.7  | 4.9  | 3.2  | 5.5  | 2.2  | 3.2  | 6.6  | 4.9  |
| Zoet kort 166200                      | 141.63  | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 5.9  | 3.3  | 5.5  | 2.4  | 3.1  | 6.6  | 5.1  |      |
| Zoet kort Appels                      | 141.63  | 4.2  | 2.6  | 7    | 5.5  | 4.2  | 7.3  | 6.2  | 5    | 5.9  | 5.2  | 5.8  | 5.3  | 8.2  | 5.6  | 3    | 3.4  | 5.4  | 1.4  | 4.2  | 6.4  | 5    |
| Zoet kort 167000                      | 150.07  | NA   | 3.4  | NA   | 6    | 4.5  | 6.4  | 4.9  | 5.2  | 5.6  | 6.2  | 6.5  | NA   | 7.4  | 6.5  | 4.3  | 3.5  | 6.7  | 5.1  | 5.9  | 6.1  | 5.9  |
| Zoet kort Uitbergen                   | 151.23  | 4.8  | 4.5  | 6.6  | 6.4  | 4.4  | 7.2  | 6.3  | 5.2  | 6.3  | 5.1  | 6.2  | 5.1  | 8.2  | 5.9  | 4.2  | 3.9  | 5.8  | 2.1  | 4.4  | 6.7  | 4.9  |
| Zoet kort 167200                      | 151.23  | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 5.1  | 5.7  | 5.6  | 6.3  | 6.2  | 5.2  | 7.8  | 6.5  | 5    | 3.7  | 5.7  | 4.5  | 3.1  | 7.1  | 5.2  |
| Zoet kort Weteren                     | 158.31  | 7.2  | 5.6  | 6.5  | 6.3  | 5    | 7.3  | 6.3  | 5.3  | 6.8  | 5.3  | 7    | 4.9  | 8.3  | 6    | 4.9  | 4    | 6    | 2.4  | 4.2  | 7    | 5.1  |
| Zoet kort 167500                      | 158.32  | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 5.5  | 5.5  | 6.2  | 6.2  | 4    | 5.6  | NA   | NA   | 5.3  | 4.1  | 5.9  | 3.7  | 3.7  | 7    | 5.8  |
| Zoet kort Melle                       | 164.44  | 7.6  | 6.5  | 6.4  | 5.8  | 4.8  | 7.3  | 6.3  | 5.5  | 5.1  | 5.9  | 6.8  | 4.9  | 8.6  | 6.1  | 5.2  | 4.2  | 6    | 2.5  | 4.5  | 6.9  | 5.2  |
| Zoet kort 168900                      | 164.47  | NA   | 3.1  | 7    | 6.5  | NA   | 6.2  | 2.6  | 4.6  | 4.9  | 5.8  | 7.2  | 5.6  | 6.9  | 6.1  | 5.3  | 4.3  | 5.9  | 2.6  | 4.3  | 7.2  | 5.3  |
| Rupel Niel                            | 107.66  | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 2    | 1.9  | 5.1  | 0.7  | 3.9  | 6.4  | 5.6  |      |
| Rupel 210000                          | 107.7   | 4.1  | 3.9  | 4    | 5    | 5    | 6    | 5    | 9    | 6    | 5.5  | 3.5  | 2.1  | 6.2  | 5    | 2.2  | 2.2  | 5.9  | 0.7  | 4.6  | 6.7  | 5.5  |
| Rupel Boom                            | 110.61  | NA   | NA   | NA   | 5.7  | 4.1  | 8.1  | 5.4  | 5.3  | 3.4  | 5    | 4.7  | 3.2  | 8.6  | 5.4  | 2.2  | 2.7  | 4.8  | 0.5  | 3.8  | 6.4  | 5.6  |
| Rupel Terhagen                        | 113.78  | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 2.5  | 3    | 4.7  | 0.6  | 3.9  | 6.3  | 5.4  |      |
| Rupel Rumst                           | 115.56  | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 18.9 | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   |
| Rupel 210950                          | 115.78  | 7.4  | 3.8  | 4    | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 2.8  | 3.4  | 5.1  | 4.4  | 4.6  | 6.3  | 5.2  |      |
| Rupel 210900                          | 117.51  | 7.6  | 3.5  | 4.5  | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | NA   | 1.6  | 1.9  | 5.2  | 1.8  | 5.6  | 6.3  | 5.1  |      |
| Durme 492000                          | 116.37  | NA   | 3.4  | 0    | NA   | 5    | 5    | 5    | 4    | 4    | 3.7  | 2.7  | 1.8  | 6.6  | 5.4  | 3.1  | 1.8  | 4.6  | 4.7  | 7.9  | 6.1  | 4.7  |
| Durme                                 | 116.44  | NA   | NA   | NA   | 6.3  | 5.1  | 7.3  | 5.5  | 4.6  | 2.7  | 5.1  | 3    | 3.4  | 8.3  | 5.5  | 0.4  | 2.4  | 4.3  | 0.7  | 2.5  | 6.8  | 4.8  |

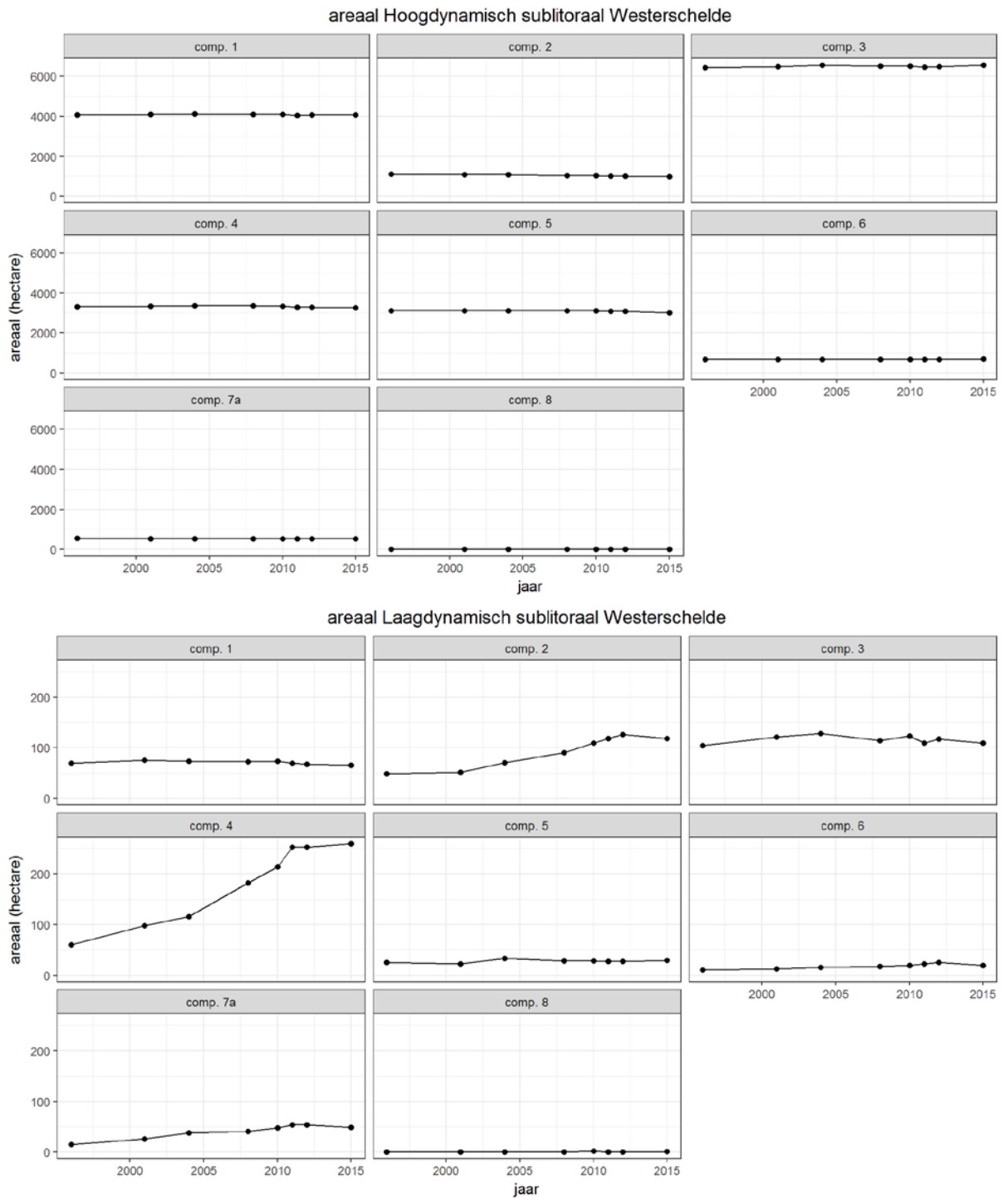
Tabel D-24: Minimum watertemperatuur per meetstation in de winter voor de periode 1995 tot 2015.

## Zoöplankton

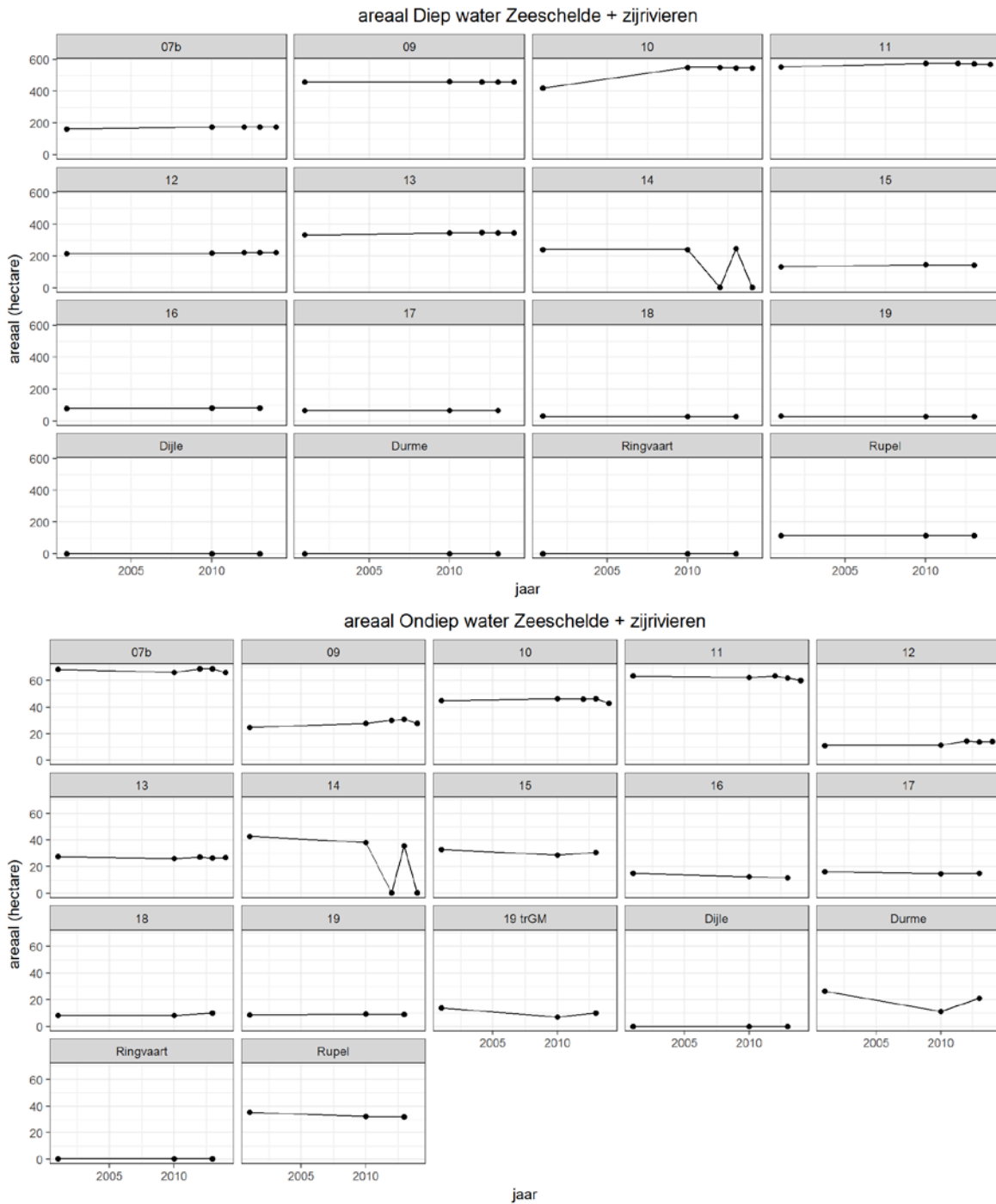
Geen bijlagen voor zoöplankton.



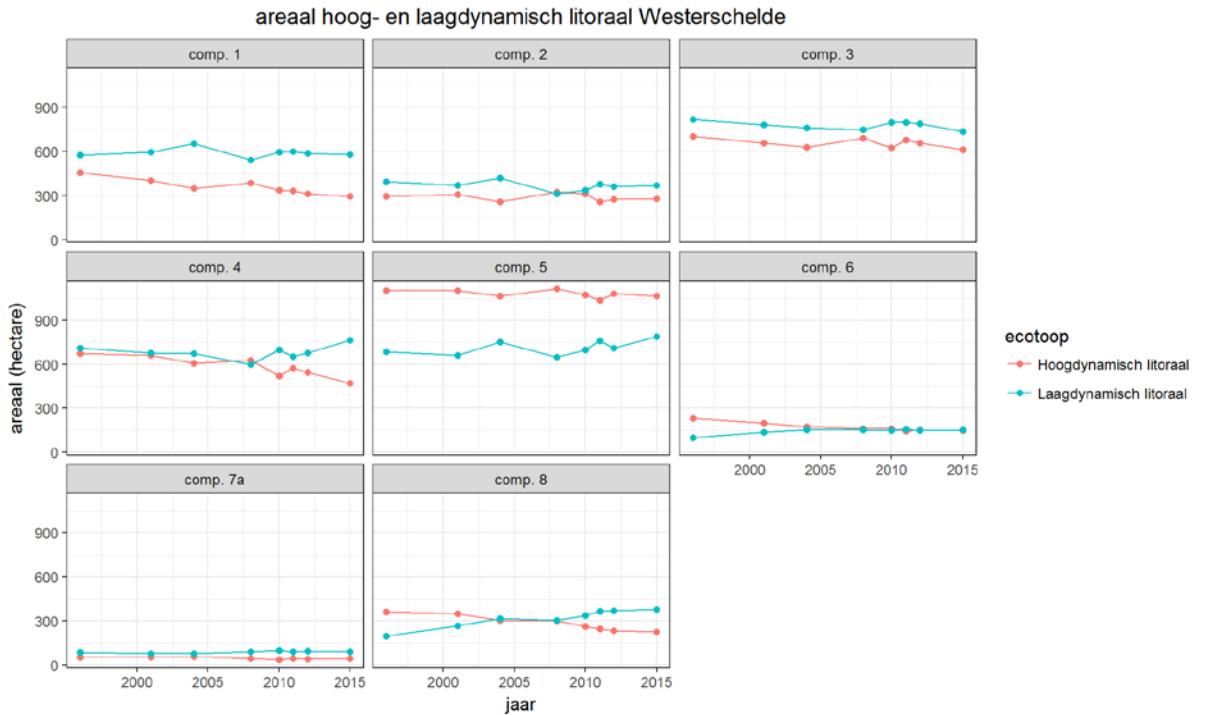
## Bijlage E Figuren Leefomgeving



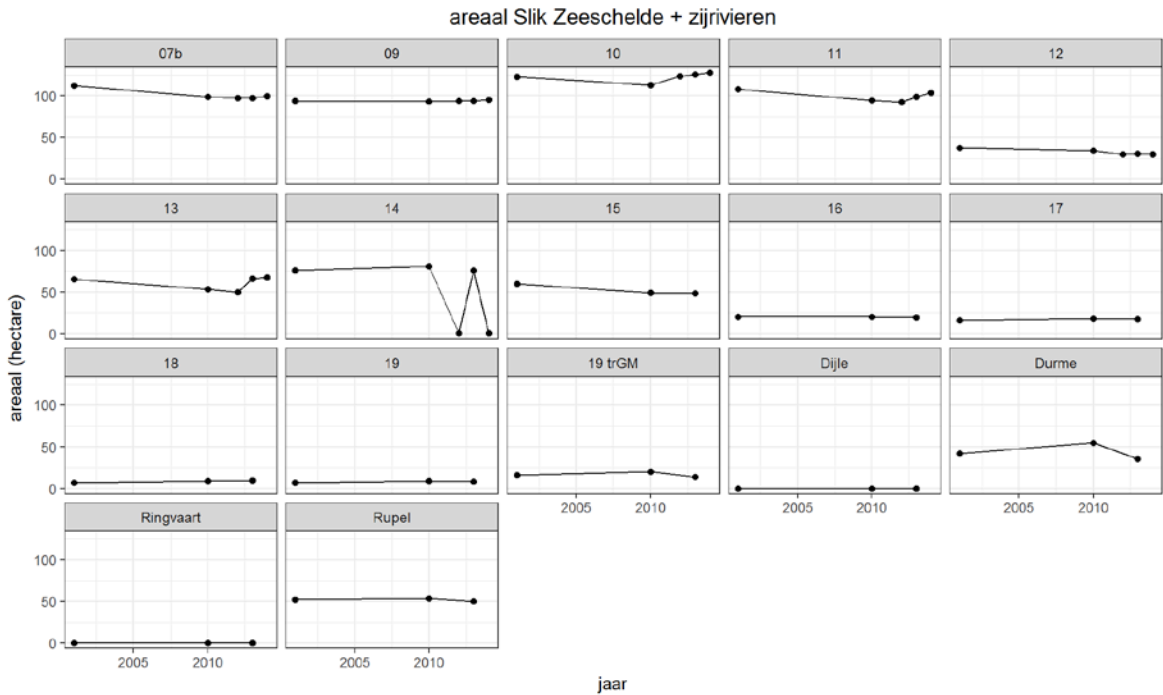
Figuur E-1: Ontwikkeling van de oppervlakte hoogdynamisch (boven) en laagdynamisch sublitoraal per compartiment in de Westerschelde.



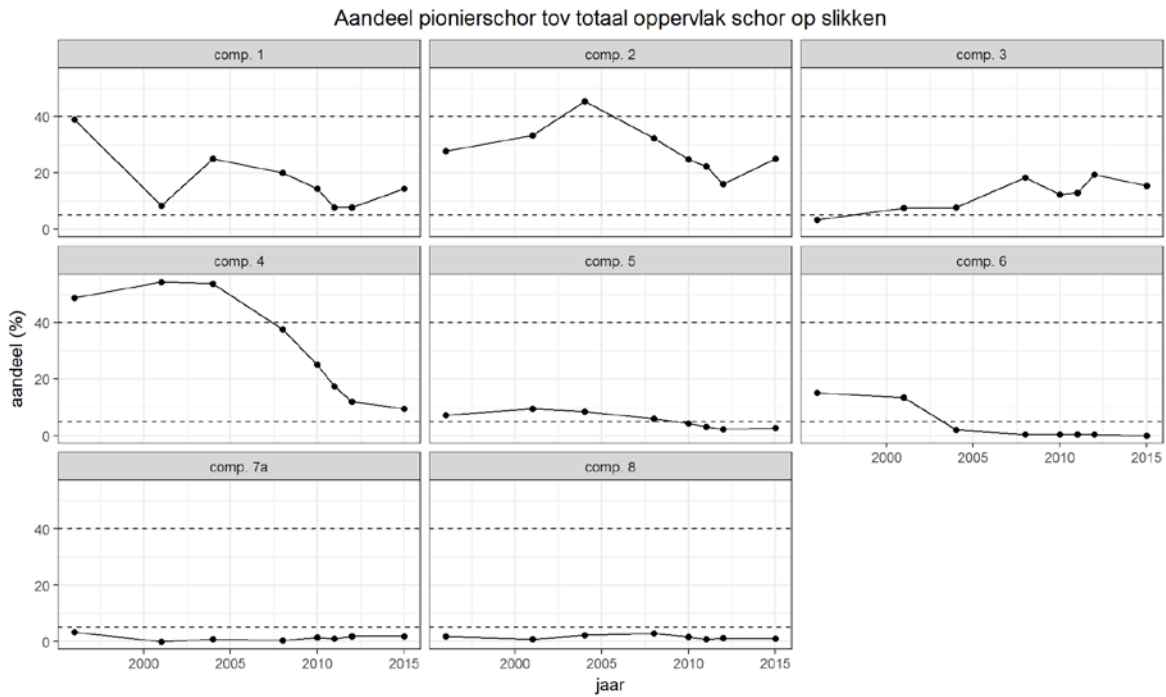
Figuur E-2: Ontwikkeling van de oppervlakte diep (boven) en ondiep water (beneden) per compartiment in de Zeeschelde.



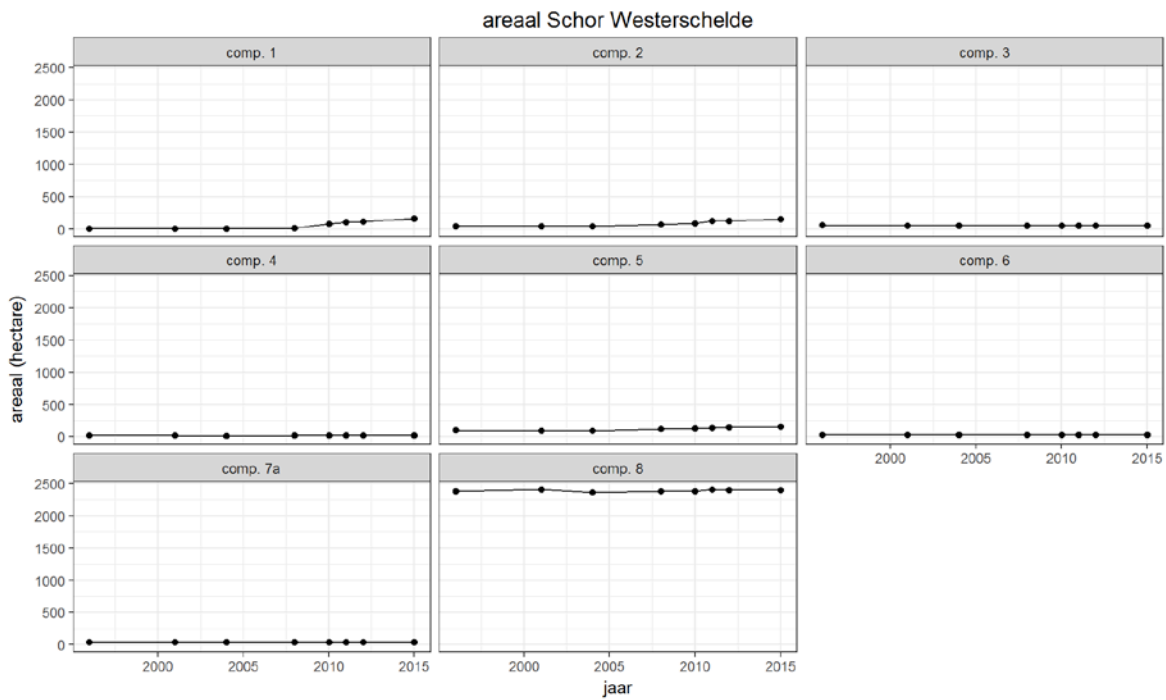
Figuur E-3: Ontwikkeling van de oppervlakte hoog- en laagdynamisch litoraal per compartiment in de Westerschelde.



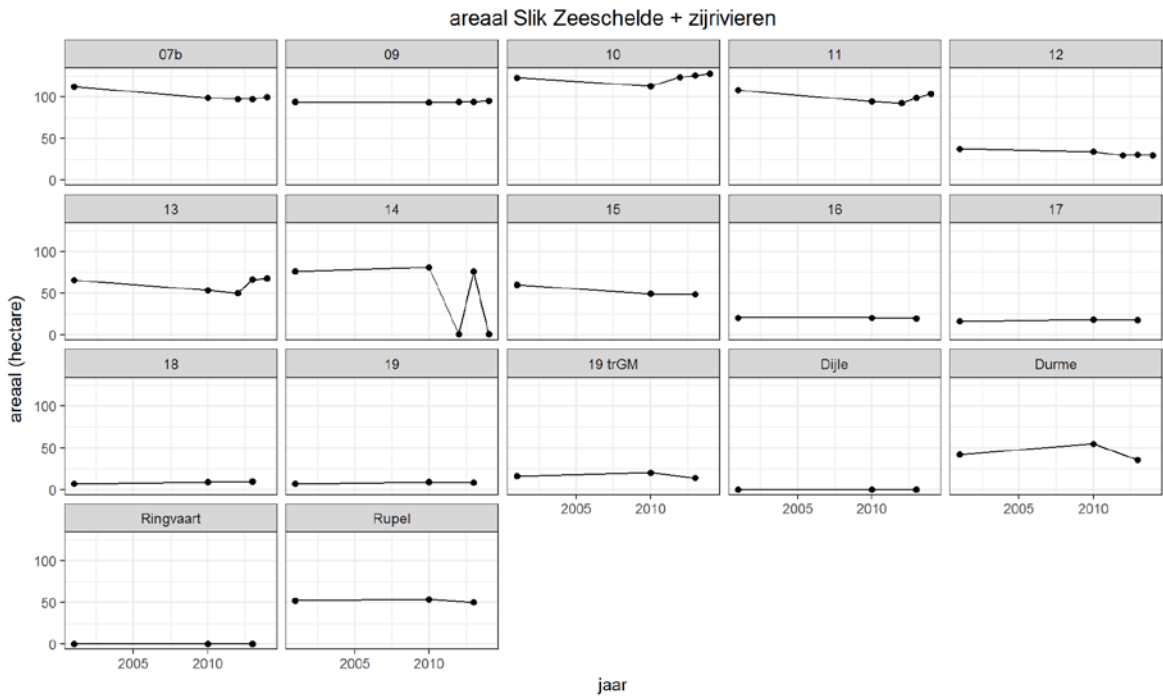
Figuur E-4: Ontwikkeling van de oppervlakte litoraal per compartiment in de Zeeschelde.



Figuur E-5: Ontwikkeling van het aandeel pionierschor ten opzichte van de totale oppervlakte schor op de slikken per compartiment in de Westerschelde.



Figuur E-6: Ontwikkeling van de oppervlakte schorvegetatie in de verschillende compartimenten van de Westerschelde.



*Figuur E-7: Ontwikkeling van de oppervlakte schor (schor+pioniervegetatie) per compartiment in de Zeeschelde.*



## Bijlage E.1 Helling litoraal

| Macrocel  | 1996 | 2001 | 2004 | 2008 | 2010 | 2011 | 2012 | 2015 |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| MC 1      | 0.75 | 0.95 | 1.15 | 1.05 | 1.08 | 1.00 | 0.96 | 1.02 |
| MC 2      | 0.89 | 1.02 | 1.05 | 1.05 | 1.10 | 1.26 | 1.29 | 1.47 |
| MC 3      | 0.87 | 1.14 | 0.92 | 0.92 | 0.97 | 1.14 | 1.13 | 1.22 |
| MC 4      | 0.86 | 0.94 | 0.95 | 0.96 | 1.01 | 1.30 | 1.27 | 1.41 |
| MC 5      | 0.91 | 0.97 | 0.96 | 0.85 | 0.94 | 1.04 | 1.02 | 0.99 |
| MC 6      | 1.39 | 1.37 | 0.89 | 1.27 | 1.16 | 1.22 | 1.31 | 1.18 |
| Saeftinge | 0.77 | 1.29 | 1.28 | 1.27 | 1.29 | 1.52 | 1.53 | 1.53 |
| MC 7      | 1.92 | 1.50 | 1.40 | 1.24 | 1.38 | 1.31 | 1.33 | 1.21 |

Tabel E-1: Gemiddelde helling van het litoraal (slik) per macrocel op de Westerschelde.

| <b>OMES</b> | <b>2001</b> | <b>2010</b> | <b>2012</b> | <b>2013</b> | <b>2014</b> |
|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 9           | 3.66        | 6.07        | 3.07        | 3.10        | 3.09        |
| 10          | 2.31        | 3.73        | 3.07        | 3.06        | 3.24        |
| 11          | 5.47        | 8.00        | 7.07        | 5.34        | 6.04        |
| 12          | 8.42        | 9.46        | 7.54        | 7.26        | 7.41        |
| 13          | 5.85        | 6.25        | 6.90        | 7.29        | 5.80        |
| 14          | 3.64        | 4.43        |             | 6.17        |             |
| 15          | 4.72        | 6.27        |             | 7.89        |             |
| 16          | 7.10        | 9.65        |             | 11.14       |             |
| 17          | 6.97        | 9.82        |             | 11.86       |             |
| 18          | 10.85       | 11.54       |             | 12.38       |             |
| 19          | 6.30        | 2.63        |             | 9.63        |             |
| 19 trGM     |             |             |             | 5.14        |             |
| Durme       | 7.44        |             |             |             |             |
| Rupel       | 3.81        |             |             | 4.41        |             |

Tabel E-2: Gemiddelde helling van het litoraal (slik) per OMES-segment op de Zeeschelde.



## Bijlage E.2 Helling volledig profiel

| Macrocel  | 1996 | 2001 | 2004 | 2008 | 2010 | 2011 | 2012 | 2015 |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| MC 1      | 1.31 | 1.32 | 1.33 | 1.35 | 1.36 | 1.40 | 1.45 | 1.45 |
| MC 2      | 1.68 | 1.76 | 1.73 | 1.72 | 1.71 | 1.76 | 1.77 | 1.76 |
| MC 3      | 1.30 | 1.29 | 1.30 | 1.32 | 1.33 | 1.36 | 1.36 | 1.36 |
| MC 4      | 1.47 | 1.45 | 1.44 | 1.40 | 1.38 | 1.41 | 1.40 | 1.41 |
| MC 5      | 1.23 | 1.26 | 1.25 | 1.25 | 1.26 | 1.29 | 1.28 | 1.25 |
| MC 6      | 1.48 | 1.53 | 1.52 | 1.49 | 1.47 | 1.49 | 1.46 | 1.45 |
| Saeftinge | 1.42 | 1.59 | 1.52 | 1.55 | 1.53 | 1.57 | 1.45 | 1.57 |
| MC 7      | 0.45 | 0.82 | 0.59 | 0.69 | 0.59 | 0.73 | 0.69 | 0.69 |

Tabel E-3: Gemiddelde helling van het volledig profiel per macrocel op de Westerschelde.

| OMES         | 2001 | 2010  | 2014  |
|--------------|------|-------|-------|
| 9            | 2.78 | 3.38  | 3.99  |
| 10           | 2.86 | 3.12  | 3.49  |
| 11           | 3.61 | 4.51  | 4.58  |
| 12           | 4.10 | 5.06  | 5.06  |
| 13           | 4.34 | 6.08  | 5.56  |
| 14           | 3.59 | 5.28  | 5.22  |
| 15           | 4.68 | 6.48  | 6.52  |
| 16           | 7.24 | 9.66  | 10.36 |
| 17           | 7.23 | 8.70  | 8.77  |
| 18           | 8.67 | 9.72  | 10.37 |
| 19           | 6.88 | 9.99  | 10.48 |
| 19 trGM      |      |       | 6.13  |
| Dijle        |      | 11.87 |       |
| Durme        | 7.50 | 6.63  | 9.71  |
| Getijdenetes |      | 10.12 |       |
| Ringvaart    |      |       | 6.35  |
| Rupel        | 5.28 | 6.90  | 7.29  |
| Zenne        |      | 13.26 |       |

Tabel E-4: Gemiddelde helling van het volledig profiel per OMES-segment op de Zeeschelde.



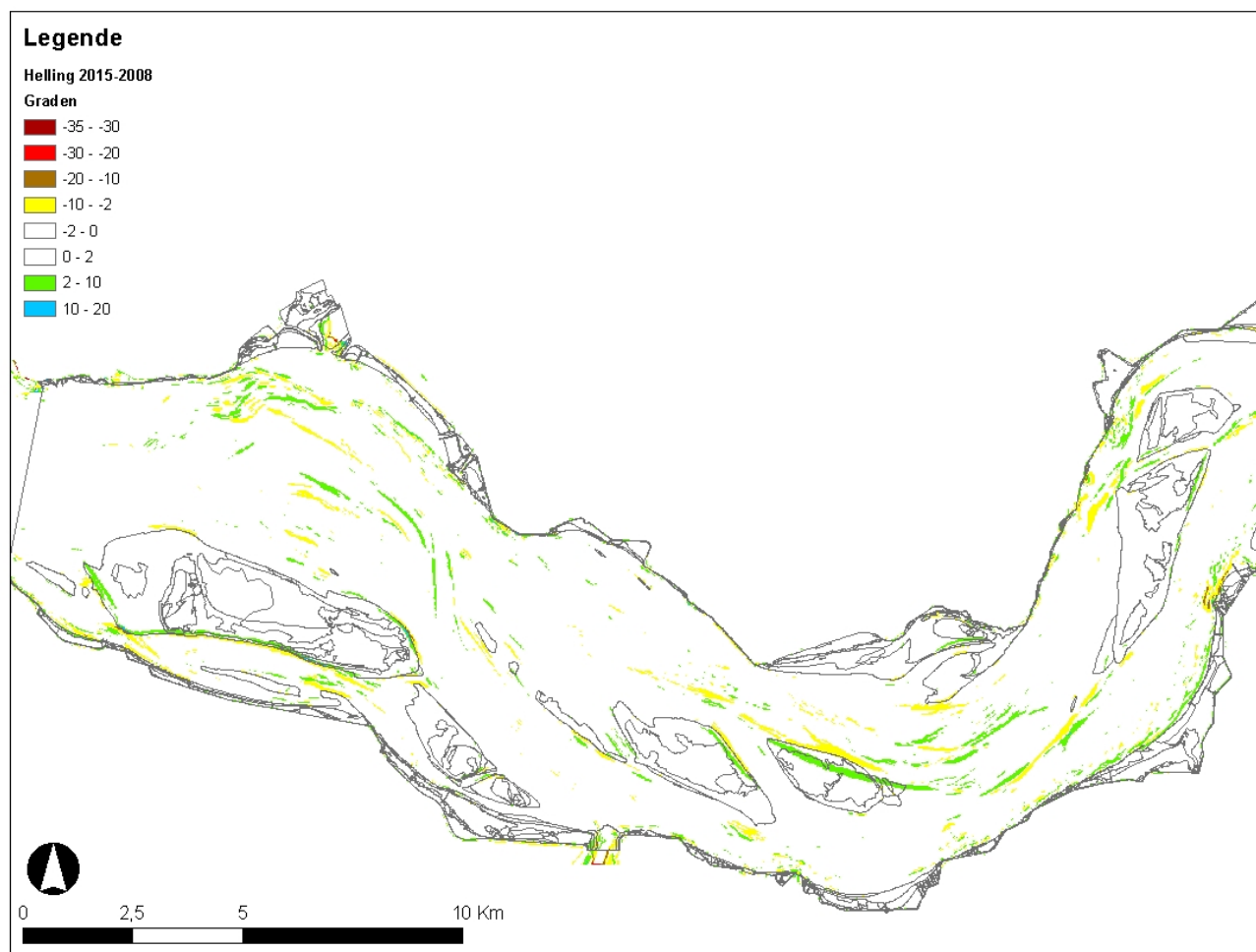
## Bijlage E.3 Helling van het Sublitoraal

| Macrocel  | 1996 | 2001 | 2004 | 2008 | 2010 | 2011 | 2012 | 2015 |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| MC 1      | 1.60 | 1.52 | 1.55 | 1.58 | 1.60 | 1.60 | 1.63 | 1.63 |
| MC 2      | 2.26 | 2.29 | 2.26 | 2.18 | 2.15 | 2.11 | 2.11 | 2.02 |
| MC 3      | 1.43 | 1.38 | 1.39 | 1.44 | 1.44 | 1.46 | 1.46 | 1.44 |
| MC 4      | 1.79 | 1.68 | 1.66 | 1.59 | 1.56 | 1.57 | 1.55 | 1.58 |
| MC 5      | 1.57 | 1.59 | 1.58 | 1.60 | 1.60 | 1.61 | 1.62 | 1.58 |
| MC 6      | 1.90 | 1.94 | 1.95 | 1.84 | 1.81 | 1.78 | 1.74 | 1.71 |
| Saeftinge |      |      |      |      |      | 1.84 |      | 0.87 |
| MC 7      | 1.59 | 1.66 | 1.63 | 1.63 | 1.62 | 1.63 | 1.61 | 1.63 |

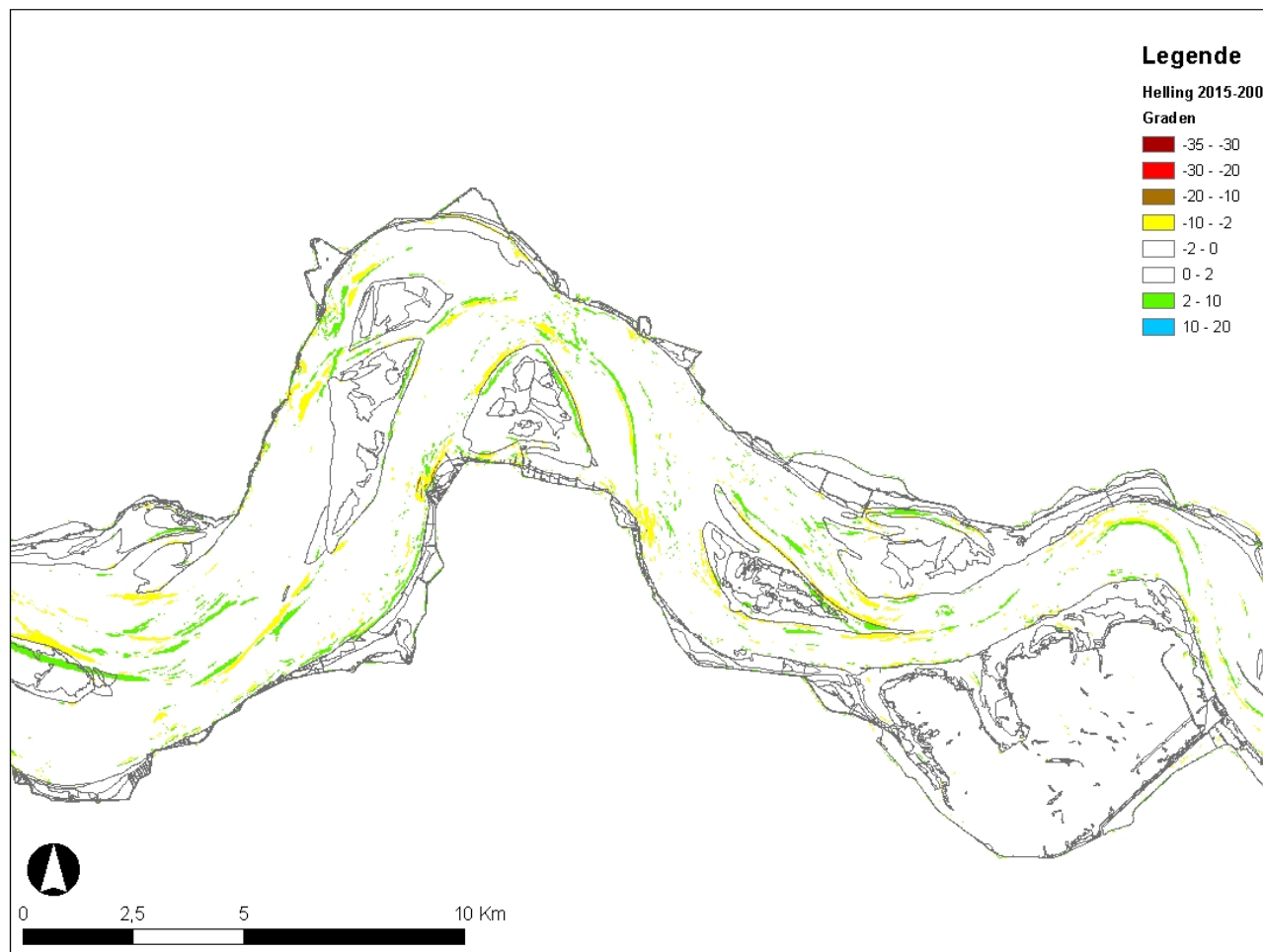
Tabel E-5: Gemiddelde helling van het sublitoraal per macrocel op de Westerschelde.



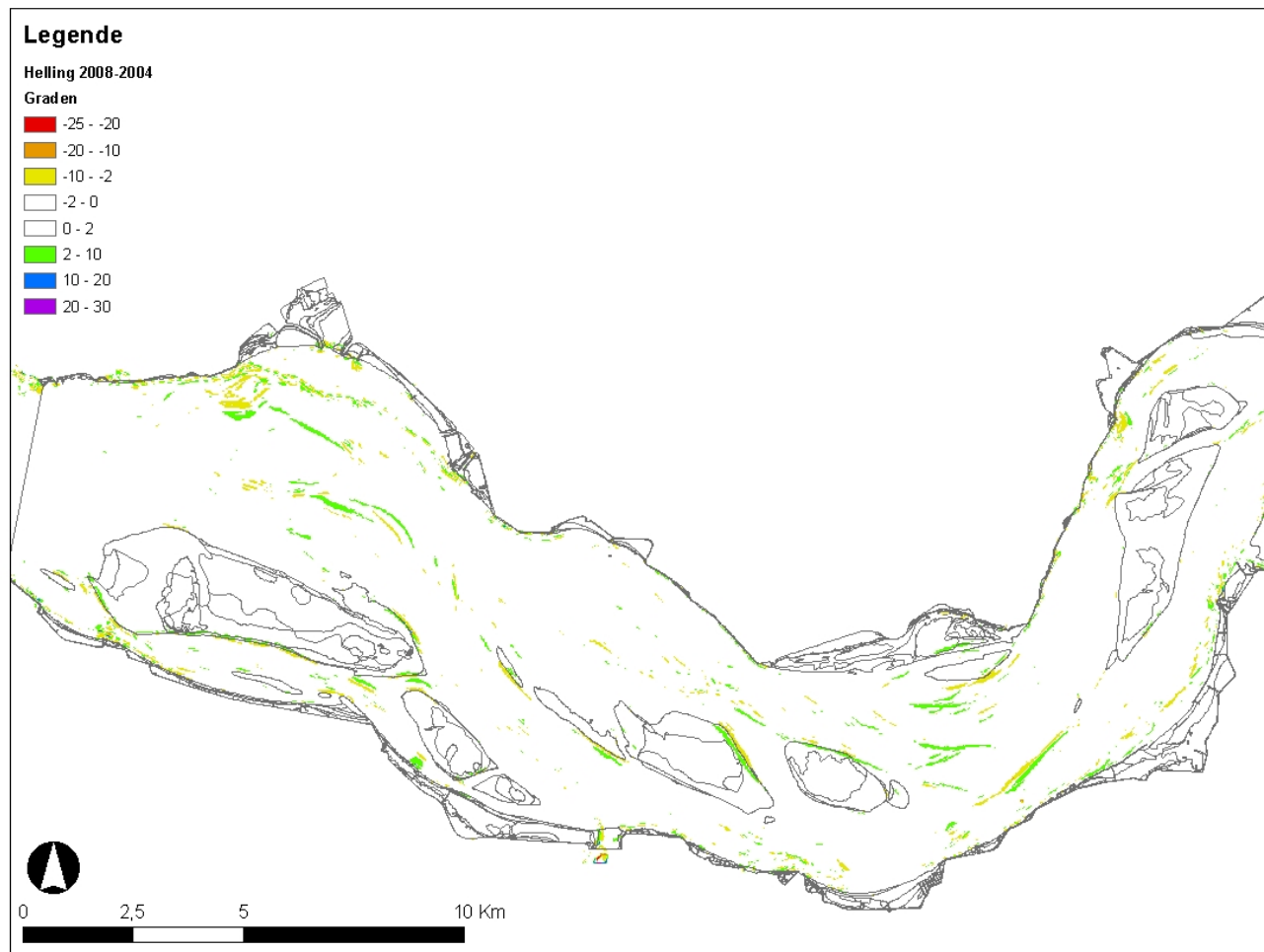
## Bijlage E.4 Verschilkaarten van de helling op de Westerschelde



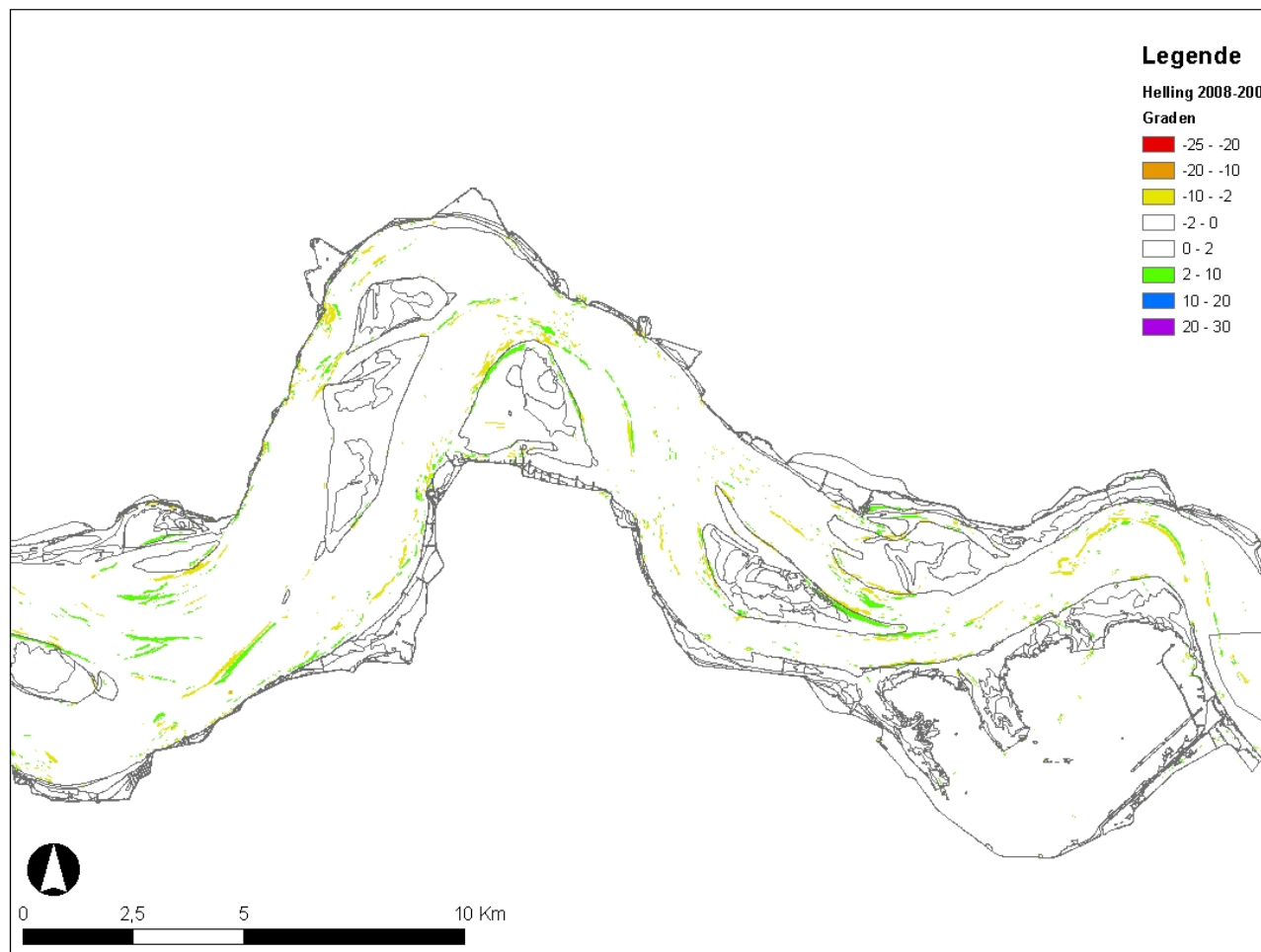
Figuur E-8: Verschilkaart van de helling op de Westerschelde (west): 2015-2008.



Figuur E-9: Verschilkaart van de helling op de Westerschelde (oost): 2015-2008.



Figuur E-10: Verschilkaart van de helling op de Westerschelde (west): 2008-2004.



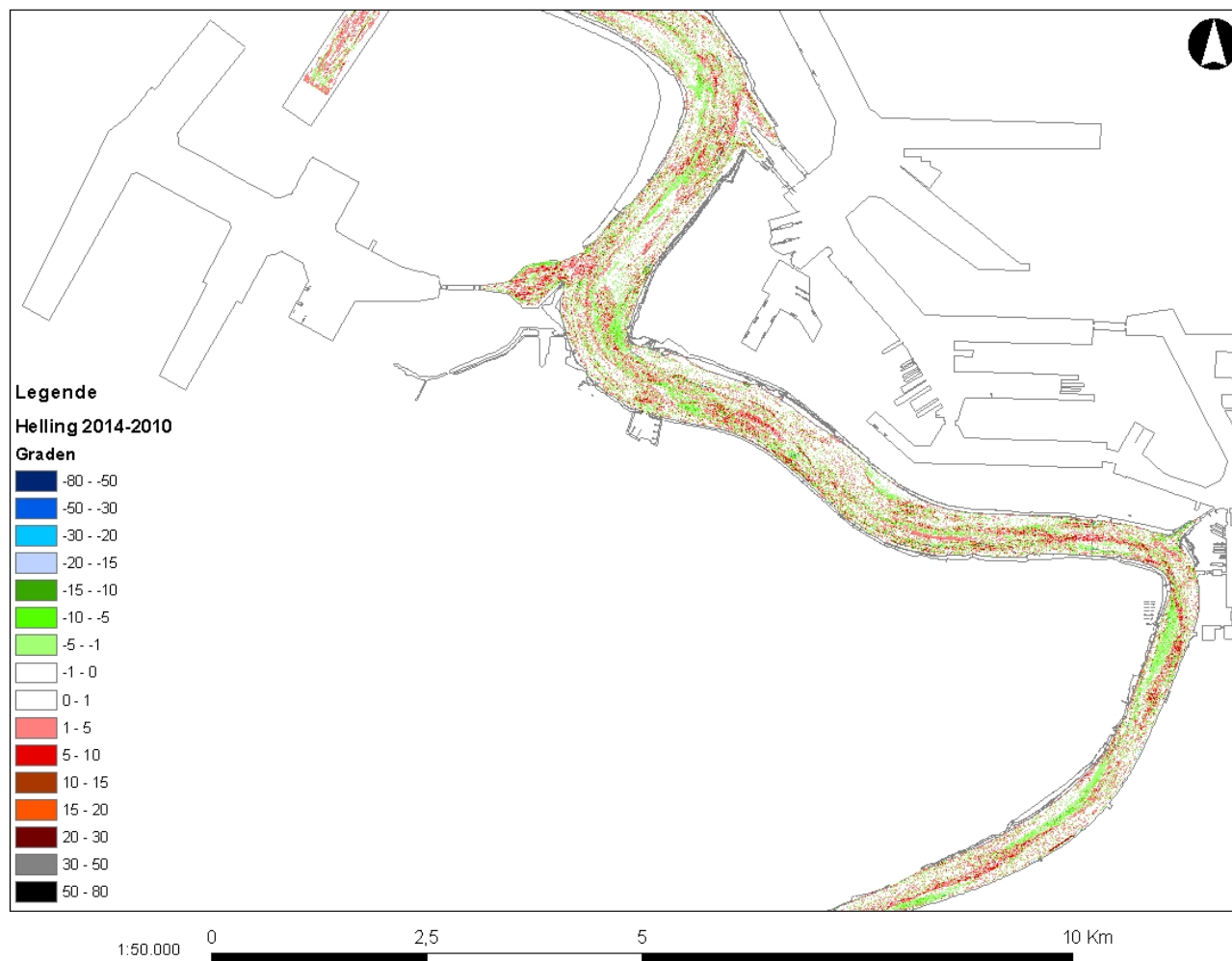
Figuur E-11: Verschilkaart van de helling op de Westerschelde (oost): 2008-2004.



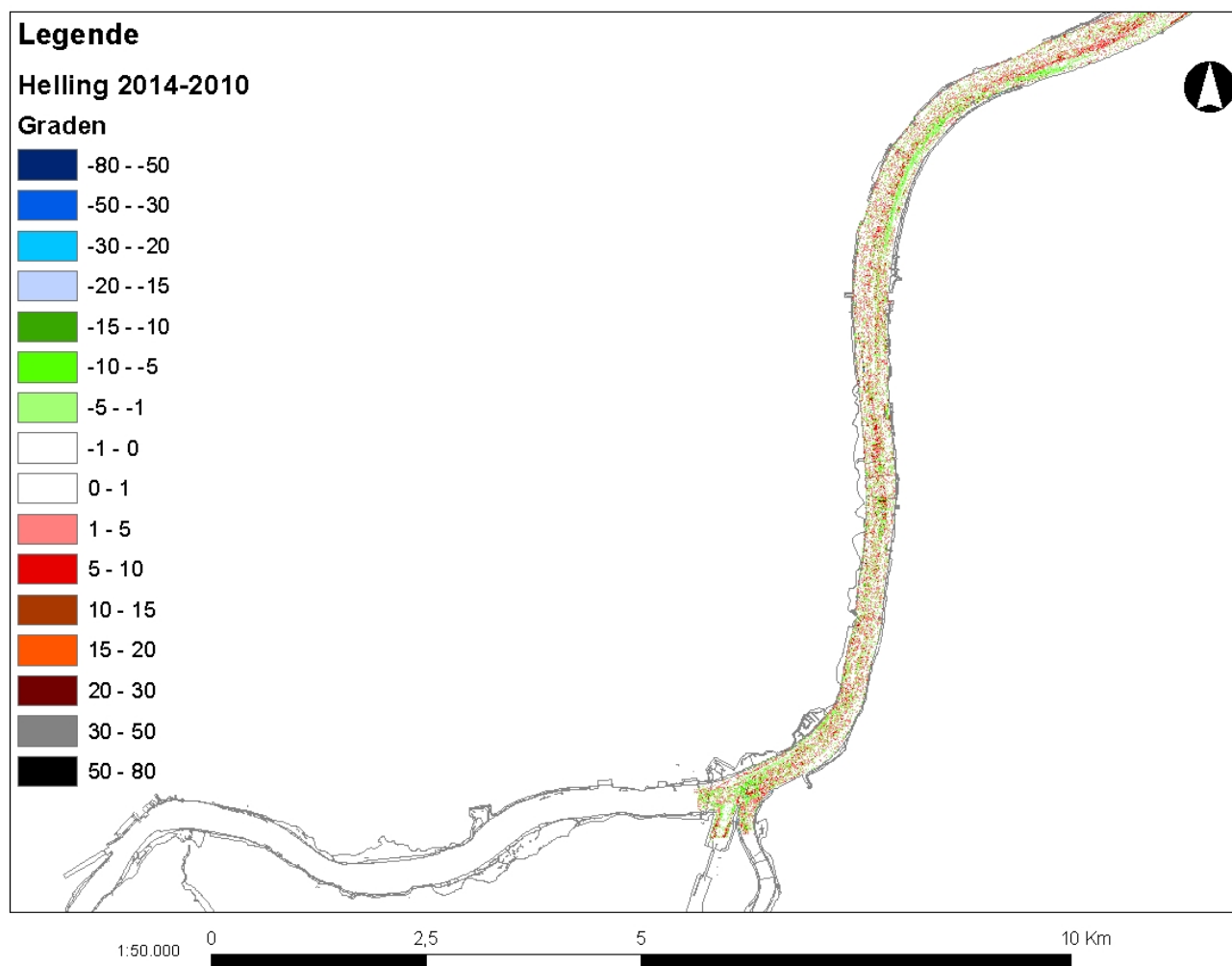
## Bijlage E.5 Verschilkaarten van de helling op de Beneden-Zeeschelde



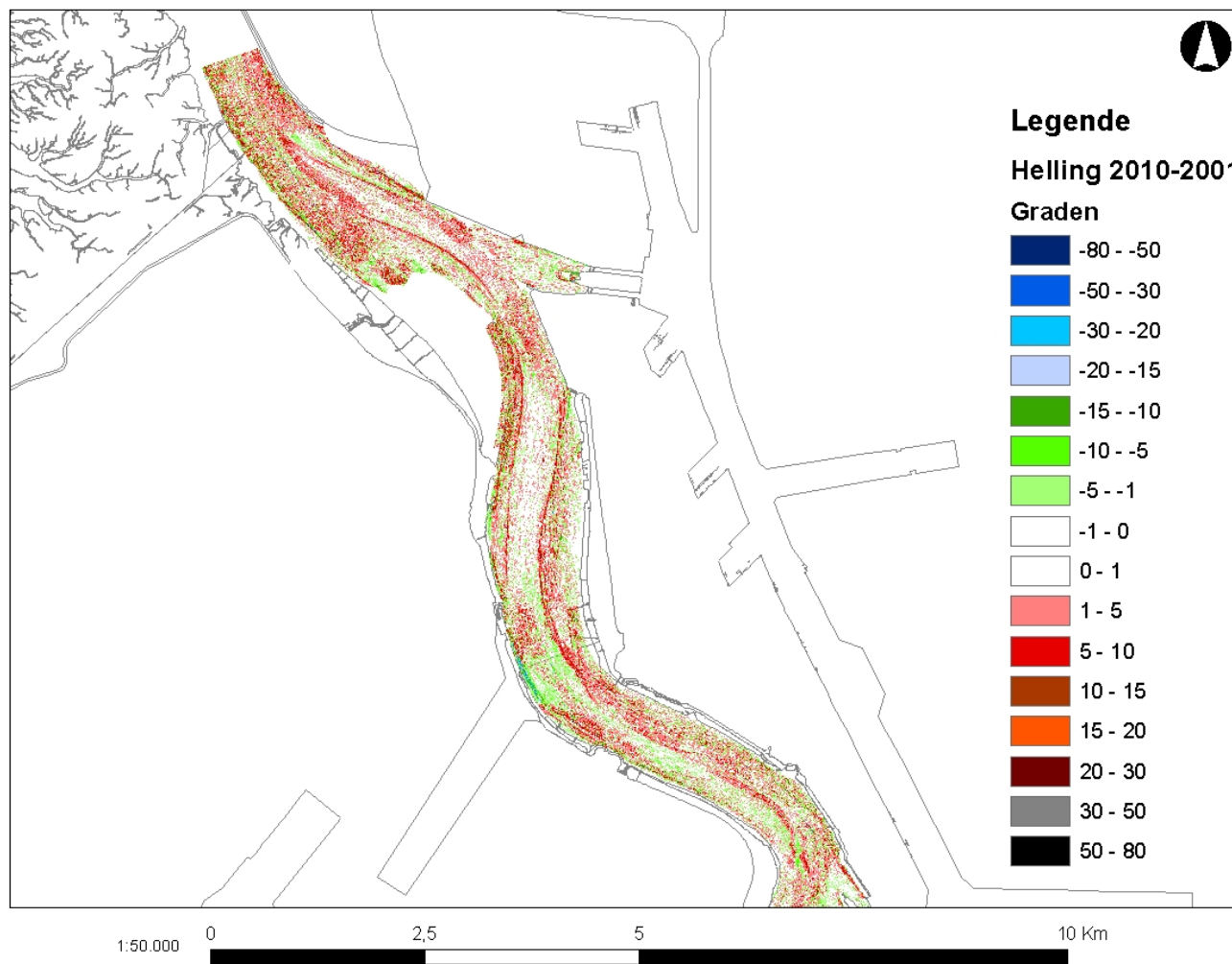
Figuur E-12: Verschilkaart van de helling op de Beneden-Zeeschelde (Stroomafwaarts): 2014-2010.



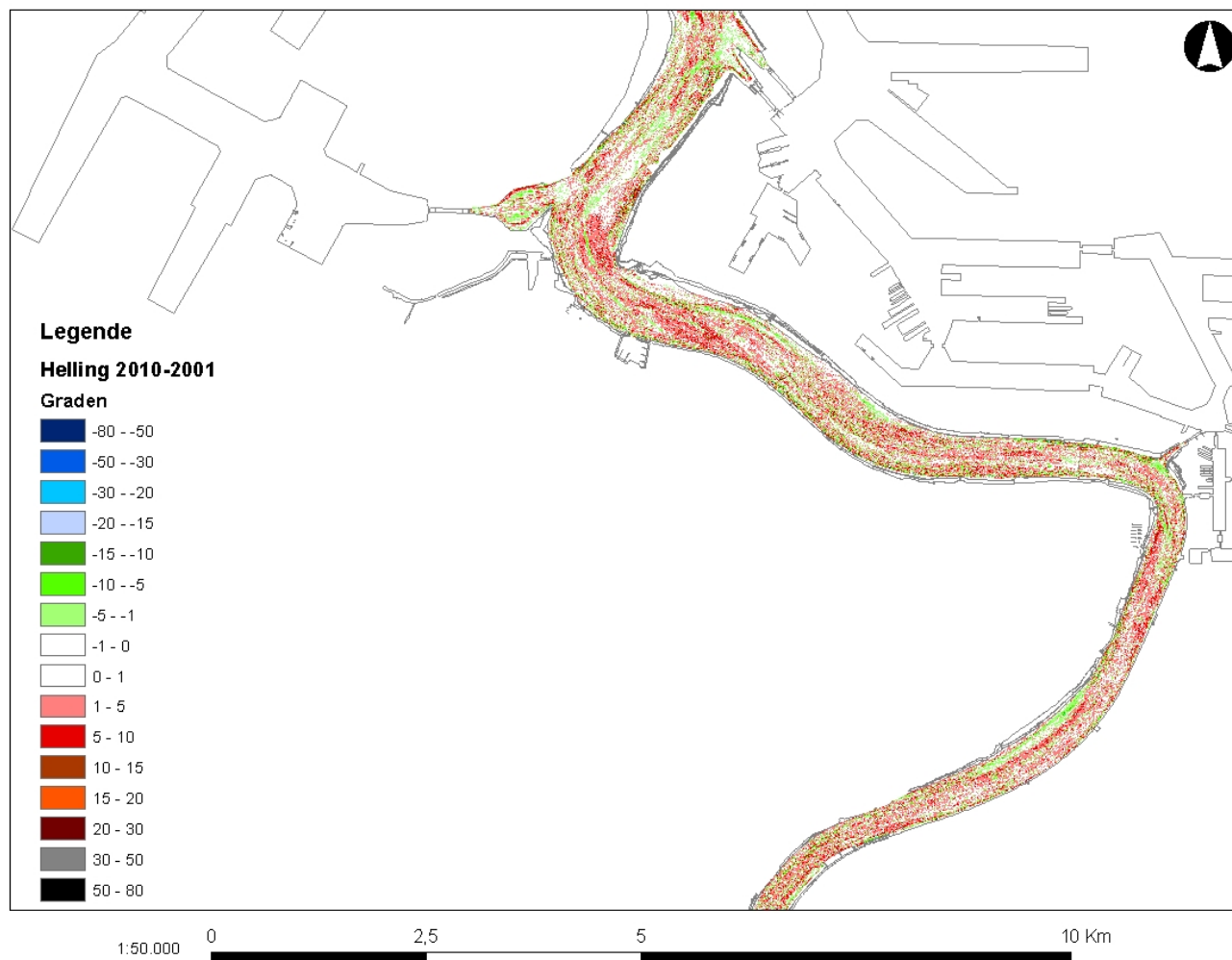
Figuur E-13: Verschilkaart van de helling op de Beneden-Zeeschelde (Antwerpen): 2014-2010.



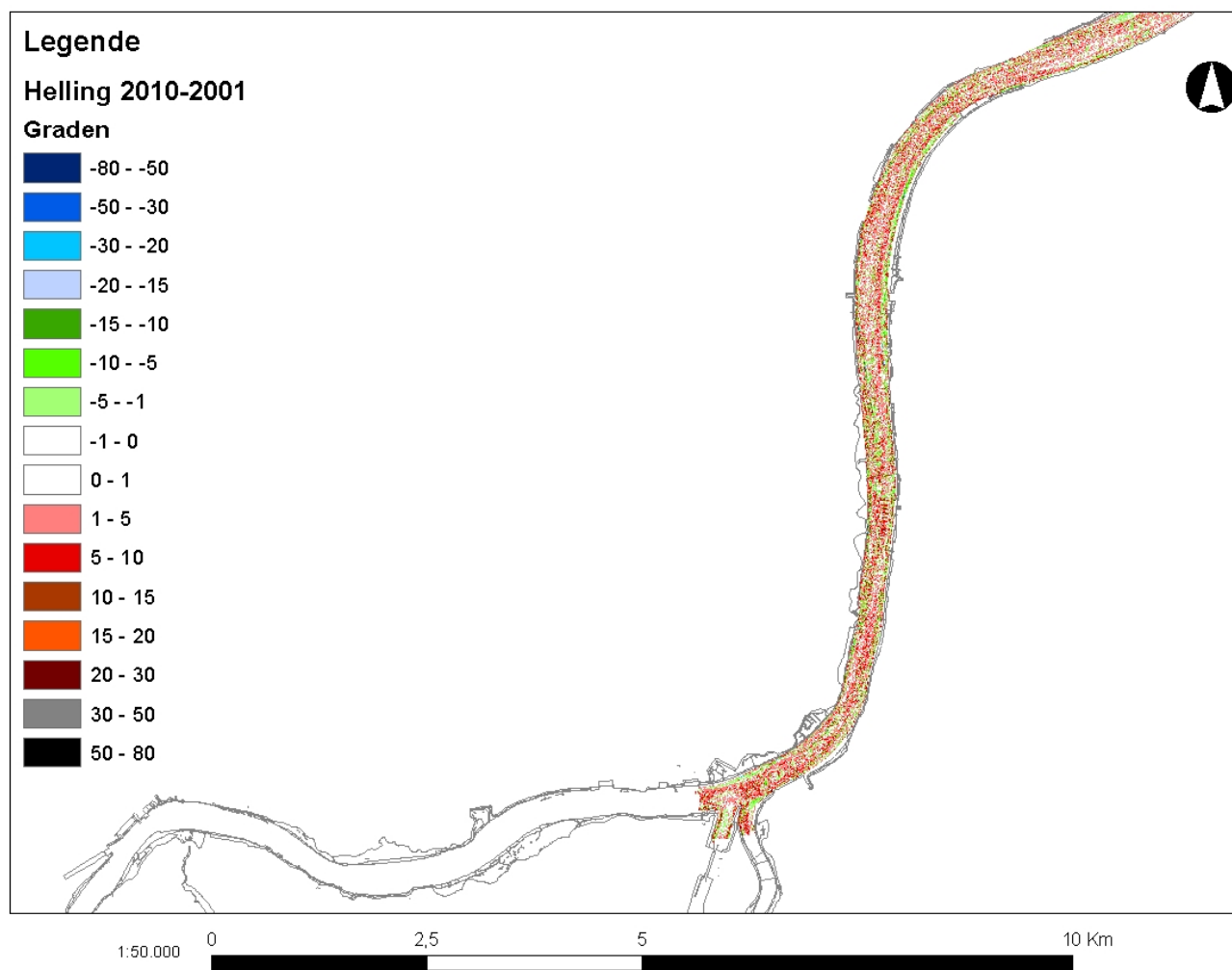
Figuur E-14: Verschilkaart van de helling op de Beneden-Zeeschelde (stroomopwaarts): 2014-2010.



Figuur E-15: Verschilkaart van de helling op de Beneden-Zeeschelde (Stroomafwaarts): 2010-2001.

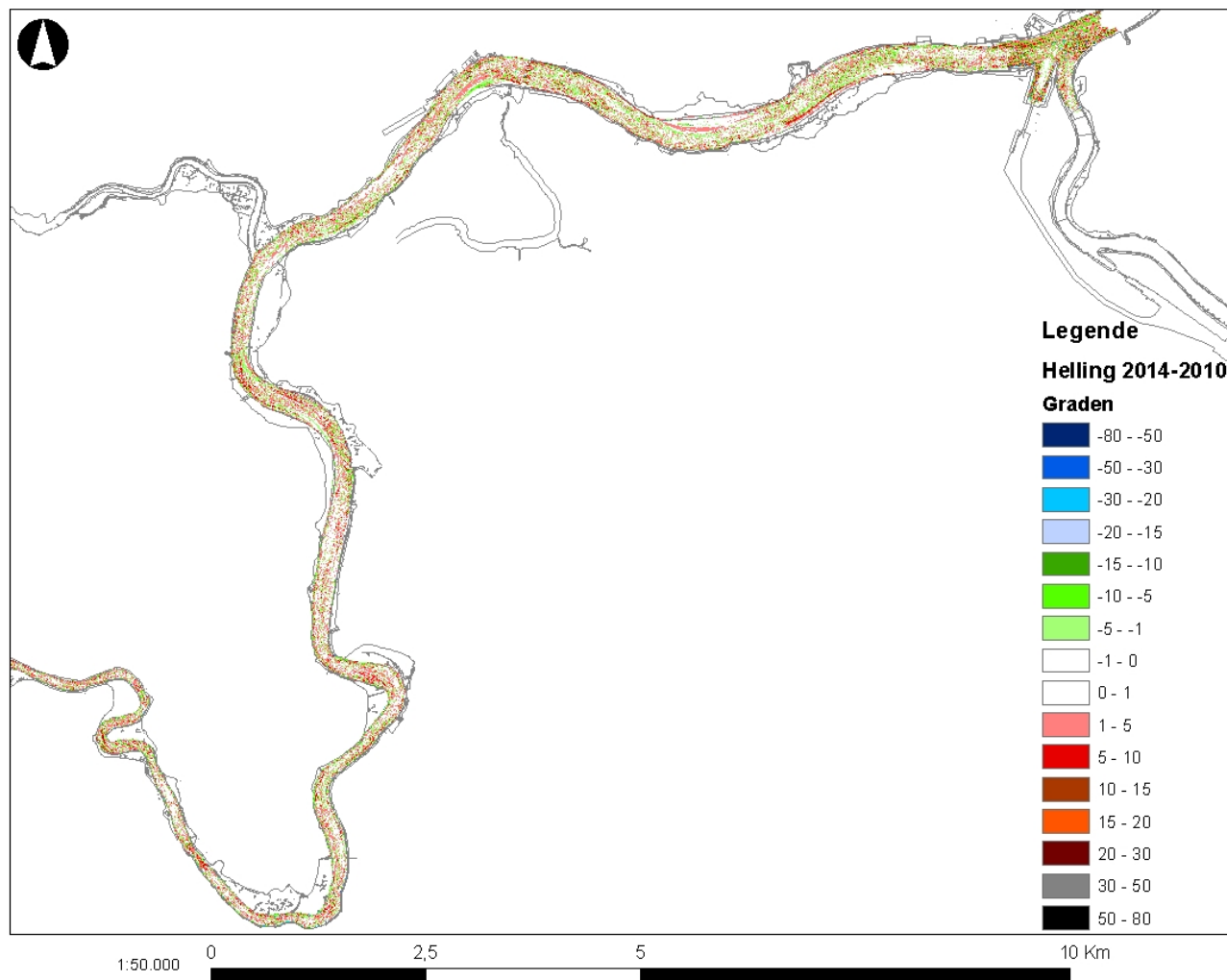


Figuur E-16: Verschilkaart van de helling op de Beneden-Zeeschelde (Antwerpen): 2010-2001.

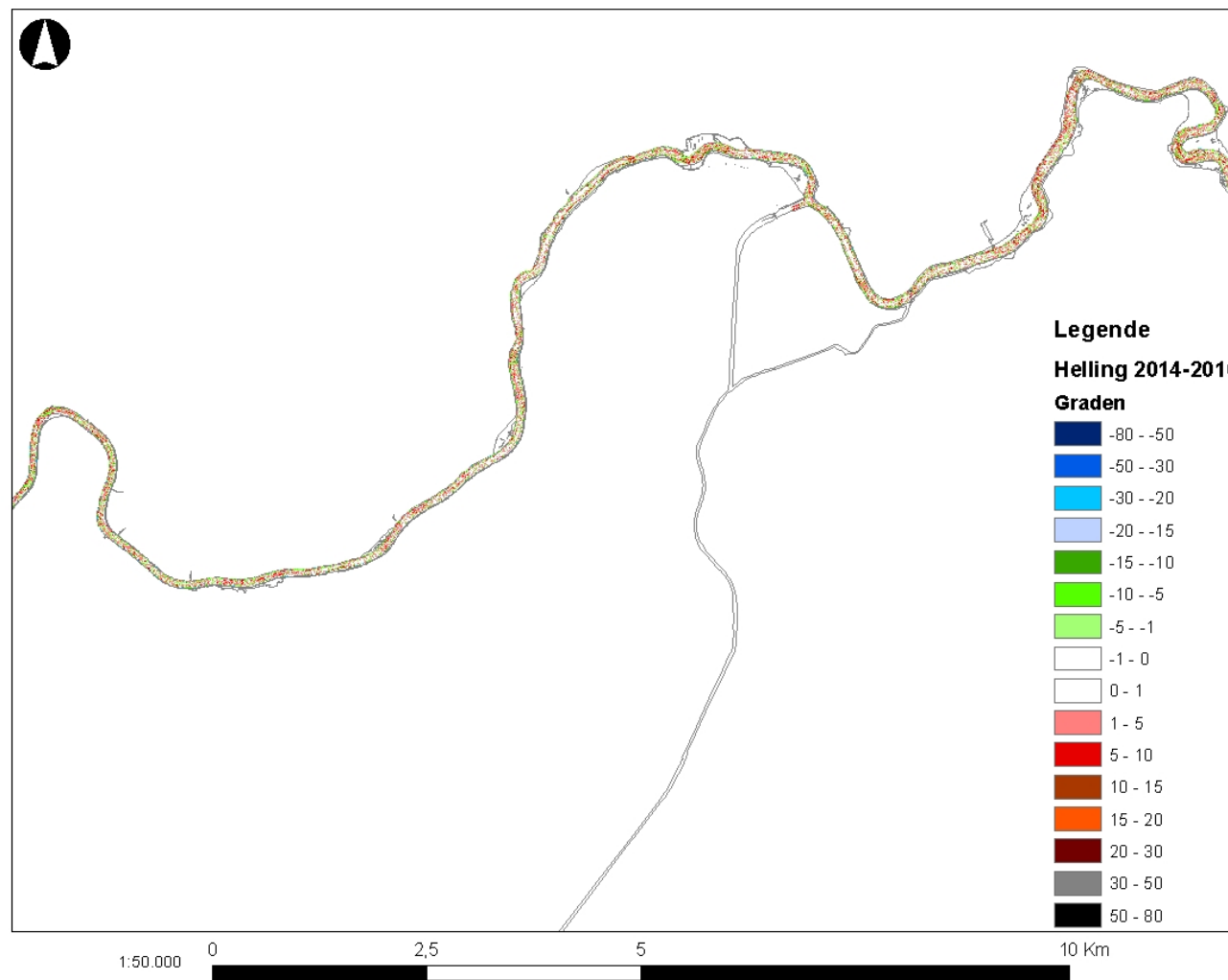


Figuur E-17: Verschilkaart van de helling op de Beneden-Zeeschelde (stroomopwaarts): 2010-2001.

## Bijlage E.6 Verschilkaarten van de helling op de Boven-Zeeschelde

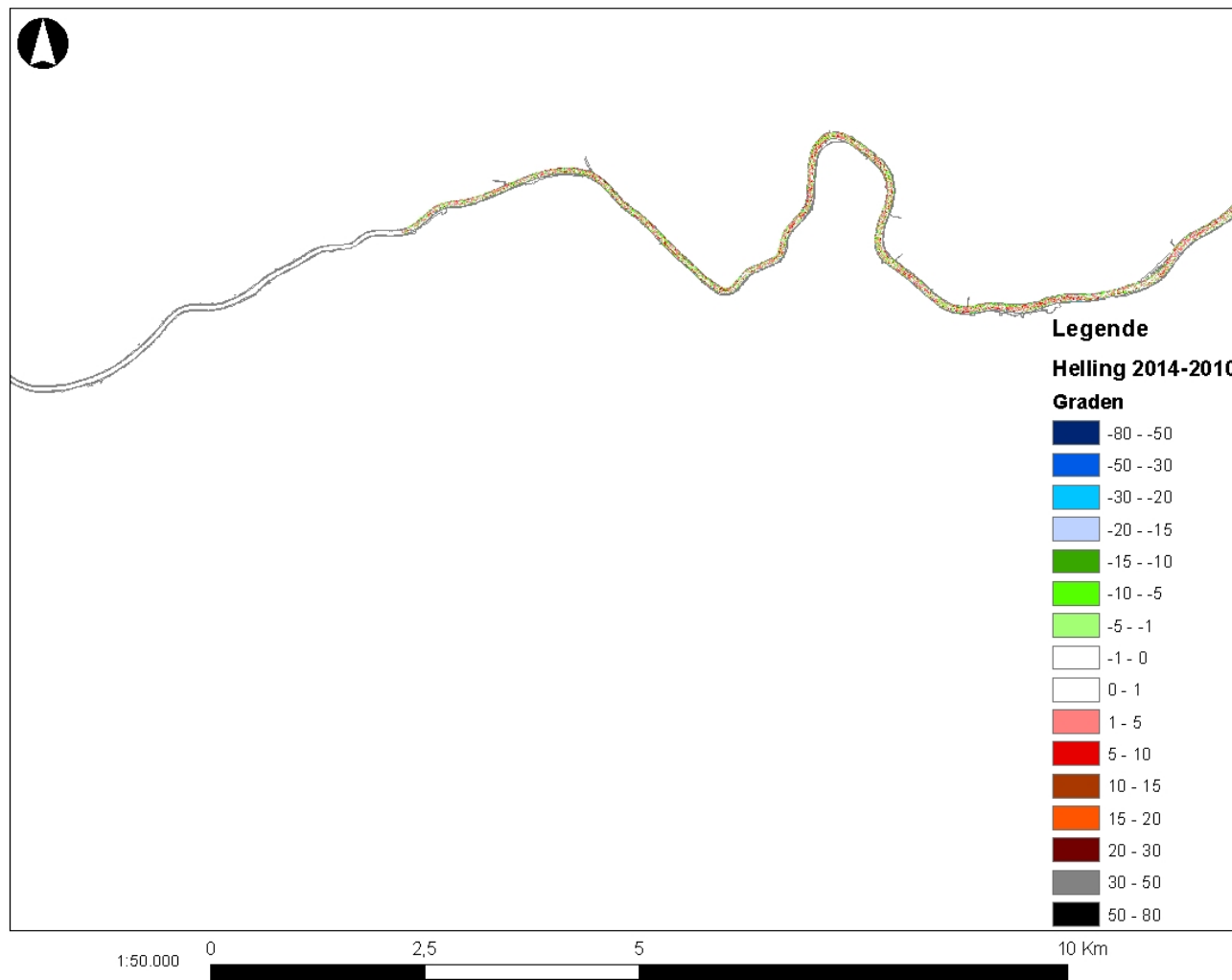


Figuur E-18: Verschilkaart van de helling op de Boven-Zeeschelde (Stroomafwaarts): 2014-2010.

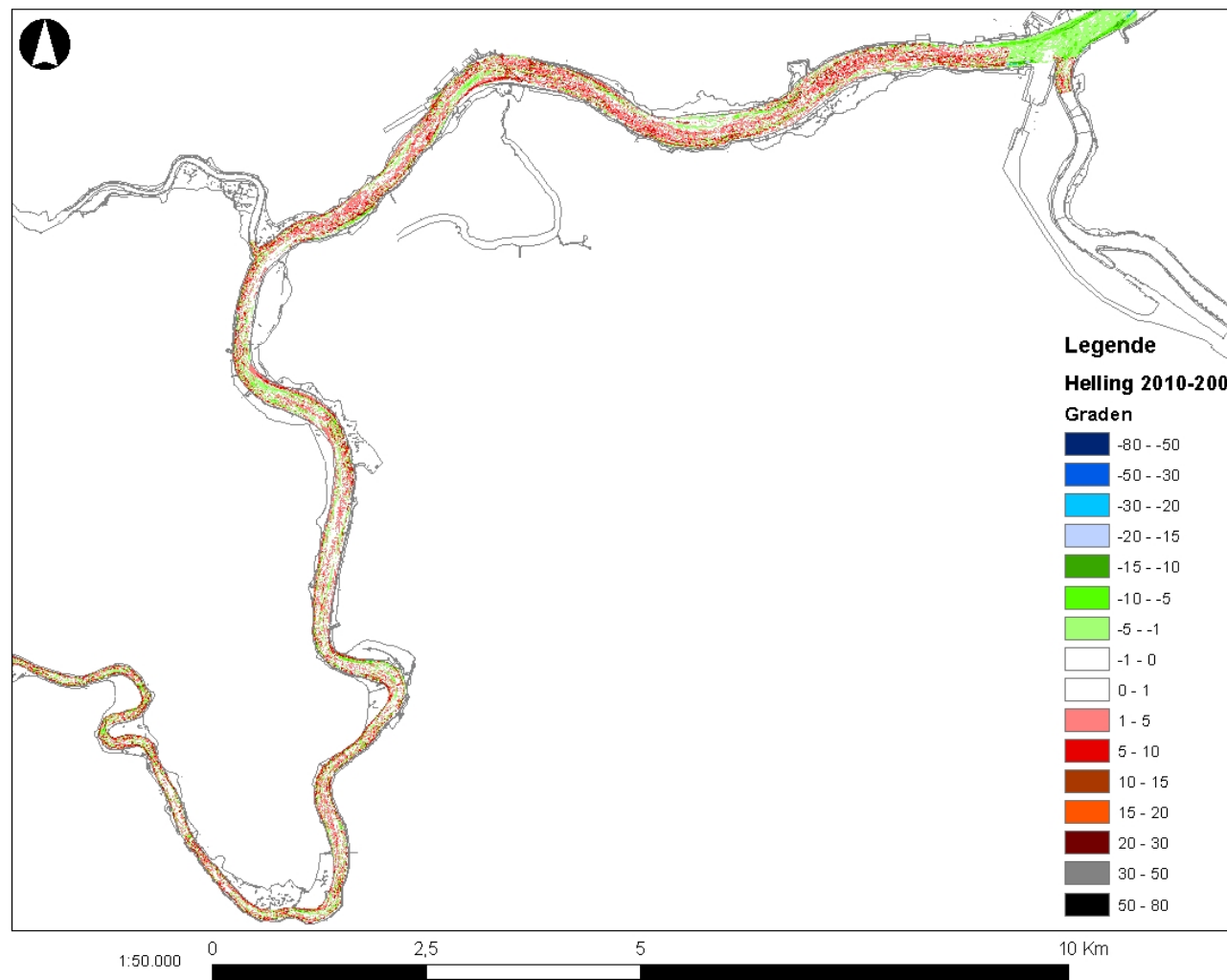


Figuur E-19: Verschilkaart van de helling op de Boven-Zeeschelde (Centraal): 2014-2010.

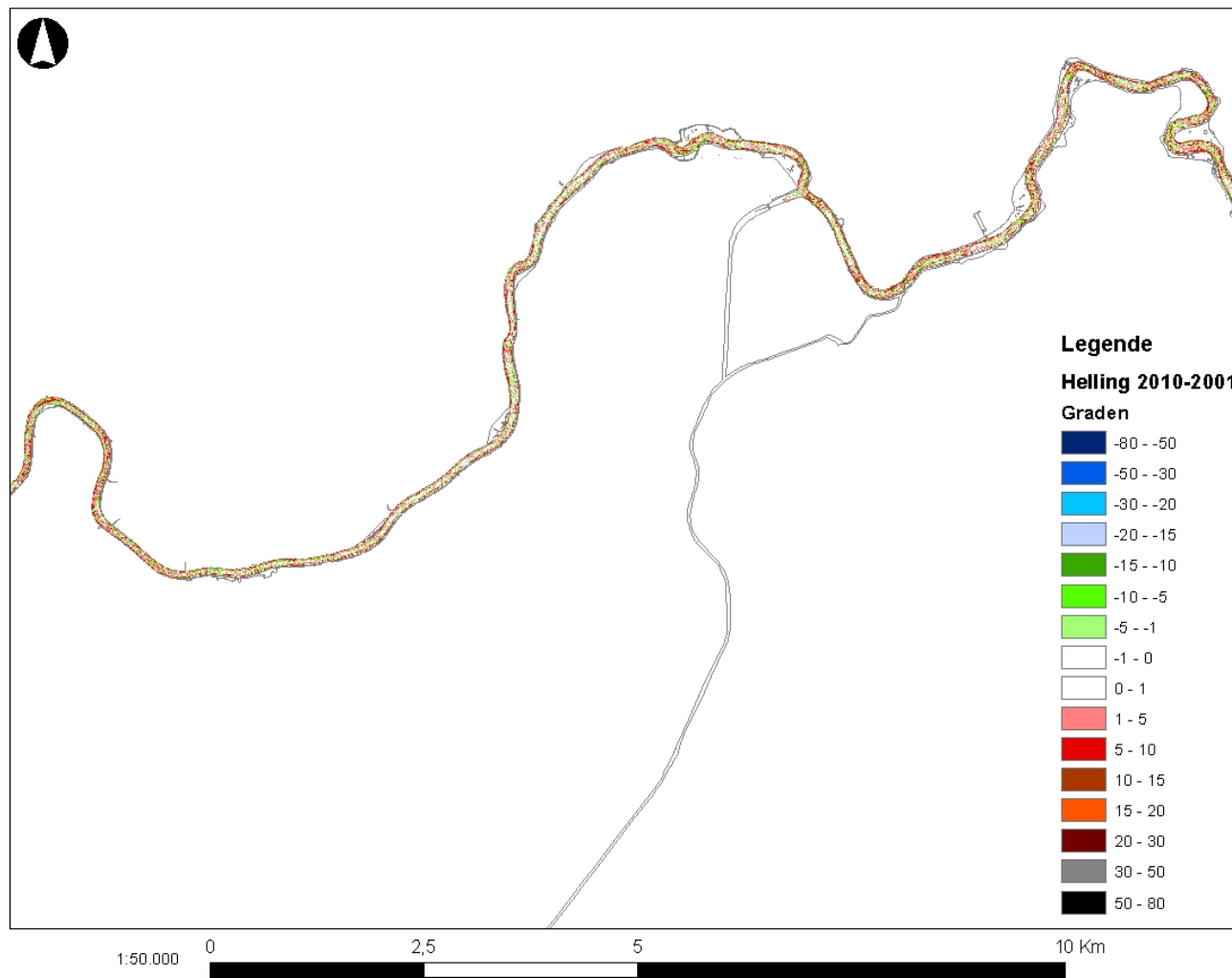




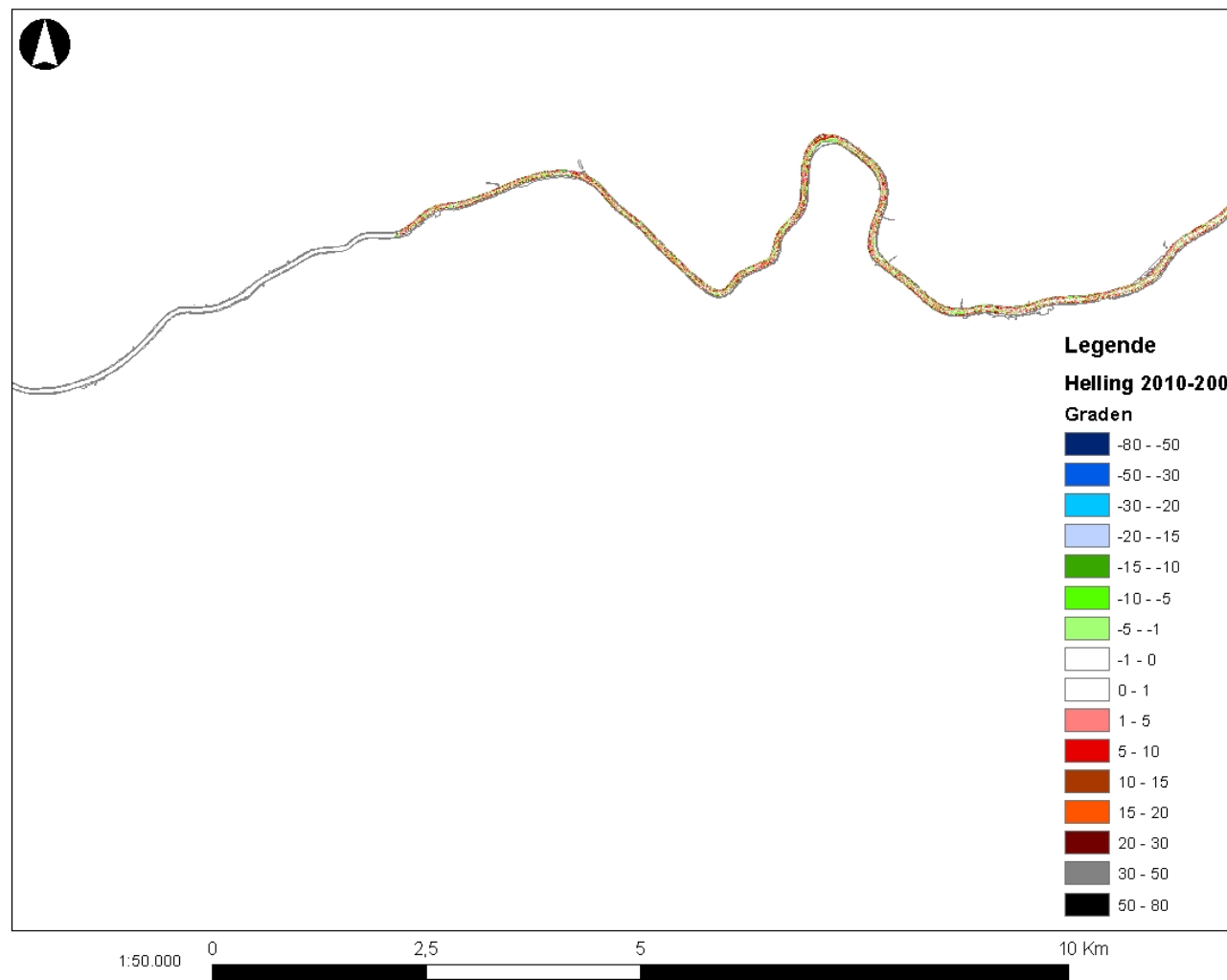
Figuur E-20: Verschilkaart van de helling op de Boven-Zeeschelde (Stroomopwaarts): 2014-2010.



Figuur E-21: Verschilkaart van de helling op de Boven-Zeeschelde (Stroomafwaarts): 2010-2001.



Figuur E-22: Verschilkaart van de helling op de Boven-Zeeschelde (Centraal): 2010-2001.



Figuur E-23: Verschilkaart van de helling op de Boven-Zeeschelde (Stroomopwaarts): 2010-2001.

## Bijlage E.7 Breedte schorhabitat

| Sterk polyhalien                | 1996       | 2001       | 2004       | 2008       | 2010       | 2011       | 2012       | 2015       |
|---------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| <b>Totaal</b>                   | <b>149</b> | <b>202</b> | <b>193</b> | <b>394</b> | <b>356</b> | <b>418</b> | <b>458</b> | <b>494</b> |
| Pionierzone en pre-pionierzone  | 45         | 97         | 83         | 237        | 126        | 125        | 153        | 124        |
| Schor / kwelder                 | 103        | 105        | 111        | 157        | 229        | 293        | 305        | 370        |
| <b>Op de platen</b>             | <b>3</b>   | <b>59</b>  | <b>40</b>  | <b>239</b> | <b>221</b> | <b>281</b> | <b>317</b> | <b>345</b> |
| Pionierzone en pre-pionierzone  | 3          | 56         | 36         | 200        | 100        | 100        | 128        | 93         |
| Schor                           | 0          | 2          | 4          | 39         | 121        | 181        | 190        | 252        |
| <b>Tegen de dijk</b>            | <b>145</b> | <b>144</b> | <b>153</b> | <b>154</b> | <b>134</b> | <b>137</b> | <b>140</b> | <b>149</b> |
| Pionierzone en pre-pionierzone  | 42         | 41         | 46         | 37         | 26         | 24         | 25         | 31         |
| Schor / kwelder                 | 103        | 103        | 107        | 118        | 109        | 112        | 116        | 118        |
| Schor breder dan 75m            | 50         | 49         | 52         | 60         | 51         | 54         | 58         | 58         |
| Schor smaller dan 75m           | 53         | 53         | 55         | 58         | 57         | 59         | 58         | 60         |
| Percentage schor breder dan 75m | 49         | 48         | 49         | 51         | 47         | 48         | 50         | 49         |

Tabel E-6: Oppervlakte Schorhabitat (ha) van in de Sterk Polyhaliene zone.

| <b>Zwak polyhalien</b>          | <b>1996</b> | <b>2001</b> | <b>2004</b> | <b>2008</b> | <b>2010</b> | <b>2011</b> | <b>2012</b> | <b>2015</b> |
|---------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| <b>Totaal</b>                   | <b>34</b>   | <b>39</b>   | <b>37</b>   | <b>33</b>   | <b>30</b>   | <b>28</b>   | <b>28</b>   | <b>28</b>   |
| Pionierzone en pre-pionierzone  | 17          | 21          | 20          | 12          | 8           | 5           | 3           | 3           |
| Schor / kwelder                 | 18          | 18          | 17          | 21          | 23          | 23          | 24          | 25          |
| <b>Op de platen</b>             | <b>0</b>    | <b>0</b>    | <b>0</b>    | <b>0</b>    | <b>0</b>    | <b>0</b>    | <b>0</b>    | <b>0</b>    |
| Pionierzone en pre-pionierzone  | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           |
| Schor                           | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           |
| <b>Tegen de dijk</b>            | <b>34</b>   | <b>39</b>   | <b>37</b>   | <b>33</b>   | <b>30</b>   | <b>28</b>   | <b>28</b>   | <b>28</b>   |
| Pionierzone en pre-pionierzone  | 17          | 21          | 20          | 12          | 8           | 5           | 3           | 3           |
| Schor                           | 18          | 18          | 17          | 21          | 23          | 23          | 24          | 25          |
| Schor breder dan 75m            | 8           | 8           | 7           | 9           | 9           | 10          | 10          | 11          |
| Schor smaller dan 75m           | 9           | 10          | 10          | 12          | 14          | 13          | 14          | 14          |
| Percentage schor breder dan 75m | 47          | 43          | 42          | 42          | 40          | 42          | 42          | 42          |

Tabel E-7: Oppervlakte Schorhabitat (ha) van in de Zwak Polyhaliene zone.

| Mesohalien                      | 1996        | 2001        | 2004        | 2008        | 2010        | 2011        | 2012        | 2015        |
|---------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| <b>Totaal</b>                   | <b>2589</b> | <b>2629</b> | <b>2580</b> | <b>2690</b> | <b>2627</b> | <b>2637</b> | <b>2663</b> | <b>2643</b> |
| Pionierzone en pre-pionierzone  | 77          | 93          | 87          | 158         | 76          | 61          | 79          | 50          |
| Schor / kwelder                 | 2512        | 2536        | 2493        | 2532        | 2551        | 2576        | 2584        | 2593        |
| <b>Op de platen</b>             | <b>21</b>   | <b>59</b>   | <b>24</b>   | <b>106</b>  | <b>72</b>   | <b>82</b>   | <b>100</b>  | <b>86</b>   |
| Pionierzone en pre-pionierzone  | 19          | 55          | 21          | 80          | 32          | 36          | 44          | 20          |
| Schor                           | 2           | 4           | 4           | 26          | 40          | 46          | 56          | 66          |
| <b>Tegen de dijk</b>            | <b>2568</b> | <b>2570</b> | <b>2556</b> | <b>2583</b> | <b>2555</b> | <b>2555</b> | <b>2564</b> | <b>2557</b> |
| Pionierzone en pre-pionierzone  | 58          | 38          | 66          | 78          | 44          | 25          | 36          | 30          |
| Schor / kwelder                 | 2510        | 2532        | 2489        | 2506        | 2511        | 2530        | 2528        | 2527        |
| Schor breder dan 75m            | 2333        | 2350        | 2334        | 2339        | 2345        | 2359        | 2357        | 2355        |
| Schor smaller dan 75m           | 177         | 182         | 156         | 167         | 165         | 171         | 171         | 171         |
| Percentage schor breder dan 75m | 93          | 93          | 94          | 93          | 93          | 93          | 93          | 93          |

Tabel E-8: Oppervlakte Schorhabitat (ha) van in de Mesohaliene zone.

| <b>Zone met sterke saliniteitsgradiënt</b> | <b>2001</b> | <b>2010</b> | <b>2012</b> | <b>2013</b> | <b>2014</b> |
|--|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Totaal                                     | 167         | 204         | 202         | 201         | 201         |
| potentiele pionierzone                     |             | 24          | 19          | 16          | 18          |
| schor                                      | 167         | 180         | 184         | 184         | 183         |
| schor breder dan 75m                       | 62          | 66          | 68          | 70          | 70          |
| schor smaller dan 75m                      | 105         | 114         | 116         | 114         | 112         |
| Percentage schor breder dan 75m            | 37          | 37          | 37          | 38          | 38          |
| <b>Oligohalien</b>                         | <b>2001</b> | <b>2010</b> | <b>2012</b> | <b>2013</b> | <b>2014</b> |
| Totaal                                     | 119         | 114         |             | 123         |             |
| potentiele pionierzone                     | 0           | 1           |             | 1           |             |
| schor                                      | 119         | 113         |             | 122         |             |
| schor breder dan 75m                       | 22          | 22          |             | 23          |             |
| schor smaller dan 75m                      | 97          | 92          |             | 99          |             |
| Percentage schor breder dan 75m            | 19          | 19          |             | 19          |             |
| <b>Zoet lange verblijftijd</b>             | <b>2001</b> | <b>2010</b> | <b>2012</b> | <b>2013</b> | <b>2014</b> |
| Totaal                                     | 192         | 198         |             | 198         |             |
| potentiele pionierzone                     | 0           | 3           |             | 0           |             |
| schor                                      | 192         | 195         |             | 198         |             |
| schor breder dan 75m                       | 65          | 66          |             | 67          |             |
| schor smaller dan 75m                      | 127         | 129         |             | 131         |             |
| Percentage schor breder dan 75m            | 34          | 34          |             | 34          |             |
| <b>Zoet korte verblijftijd</b>             | <b>2001</b> | <b>2010</b> | <b>2012</b> | <b>2013</b> | <b>2014</b> |
| Totaal                                     | 76          | 88          |             | 125         |             |
| potentiele pionierzone                     |             | 1           |             | 3           |             |
| Schor                                      | 76          | 87          |             | 122         |             |
| schor breder dan 75m                       | 6           | 8           |             | 34          |             |
| schor smaller dan 75m                      | 71          | 79          |             | 88          |             |
| Percentage schor breder dan 75m            | 7           | 9           |             | 28          |             |
| <b>Rupel</b>                               | <b>2001</b> | <b>2010</b> | <b>2012</b> | <b>2013</b> | <b>2014</b> |
| Totaal                                     | 42          | 37          |             | 39          |             |
| potentiele pionierzone                     | 0           | 0           |             | 0           |             |
| schor                                      | 42          | 37          |             | 39          |             |
| schor breder dan 75m                       | 0           | 0           |             | 0           |             |
| schor smaller dan 75m                      | 42          | 36          |             | 38          |             |
| Percentage schor breder dan 75m            | 1           | 1           |             | 1           |             |
| <b>Durme</b>                               | <b>2001</b> | <b>2010</b> | <b>2012</b> | <b>2013</b> | <b>2014</b> |
| Totaal                                     | 90          | 86          |             | 94          |             |
| potentiele pionierzone                     | 0           | 0           |             | 0           |             |
| schor                                      | 90          | 86          |             | 93          |             |
| schor breder dan 75m                       | 15          | 15          |             | 16          |             |
| schor smaller dan 75m                      | 75          | 71          |             | 77          |             |
| Percentage schor breder dan 75m            | 17          | 17          |             | 17          |             |

Tabel E-9: Oppervlakte Schorhabitat (ha) van in de Zeeschelde.



## Bijlage E.8 Oeverbreedte

| Saliniteitszone                   | 1996  | 2001  | 2004  | 2008  | 2010  | 2011  | 2012  | 2015  |
|-----------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| <b>Sterk polyhalien</b>           |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Droogvallende delen               | 3761  | 3660  | 3573  | 3666  | 3655  | 3772  | 3727  | 3671  |
| Droogvallende platen              | 2529  | 2412  | 2384  | 2336  | 2275  | 2393  | 2290  | 2263  |
| Oever                             | 1232  | 1248  | 1190  | 1330  | 1380  | 1380  | 1436  | 1408  |
| Oever breder dan 1000m            | 11    | 7     | 0     | 75    | 67    | 79    | 87    | 35    |
| Percentage oever breder dan 1000m | 1     | 1     | 0     | 6     | 5     | 6     | 6     | 3     |
| <b>Zwak polyhalien</b>            |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Droogvallende delen               | 1463  | 1409  | 1348  | 1300  | 1293  | 1297  | 1294  | 1313  |
| Droogvallende platen              | 942   | 894   | 844   | 796   | 785   | 783   | 782   | 793   |
| Oever                             | 521   | 515   | 503   | 504   | 508   | 514   | 511   | 520   |
| Oever breder dan 1000m            | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| Percentage oever breder dan 1000m | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| <b>Mesohalien</b>                 |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Droogvallende delen               | 5613  | 5603  | 5577  | 5595  | 5599  | 5612  | 5621  | 5676  |
| Droogvallende platen              | 1423  | 938   | 944   | 904   | 887   | 887   | 879   | 882   |
| Oever                             | 4190  | 4665  | 4634  | 4691  | 4712  | 4725  | 4743  | 4794  |
| Oever breder dan 1000m            | 2067  | 2396  | 2381  | 2400  | 2410  | 2412  | 2416  | 2425  |
| Percentage oever breder dan 1000m | 49    | 51    | 51    | 51    | 51    | 51    | 51    | 51    |
| <b>Totaal Westerschelde</b>       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Droogvallende delen               | 10837 | 10673 | 10499 | 10561 | 10548 | 10681 | 10641 | 10660 |
| Droogvallende platen              | 4894  | 4244  | 4172  | 4036  | 3947  | 4062  | 3951  | 3937  |
| Oever                             | 5943  | 6429  | 6327  | 6525  | 6600  | 6619  | 6690  | 6722  |
| Oever breder dan 1000m            | 2078  | 2403  | 2381  | 2474  | 2477  | 2491  | 2503  | 2461  |
| Percentage oever breder dan 1000m | 35    | 37    | 38    | 38    | 38    | 38    | 37    | 37    |

Tabel E-10: Areeal Oever op de Westerschelde met aanduiding van het areaal dat breder is dan 1000m.

| Saliniteitszone                            | 2001 | 2010 | 2012 | 2013 | 2014 |
|--|------|------|------|------|------|
| <b>Zone met sterke saliniteitsgradiënt</b> |      |      |      |      |      |
| Oever                                      | 643  | 656  | 660  | 675  | 686  |
| Oever breder dan 300m                      | 125  | 111  | 110  | 111  | 115  |
| Percentage oever breder dan 300m           | 20   | 17   | 17   | 16   | 17   |
| <b>Oligohalien</b>                         |      |      |      |      |      |
| Oever                                      | 260  | 255  |      | 278  |      |
| Oever breder dan 300m / 230m               | 1    | 1    |      | 1    |      |
| Percentage oever breder dan 300m / 230m    | 0    | 0    |      | 0    |      |
| <b>Zoet lange verblijftijd</b>             |      |      |      |      |      |
| Oever                                      | 273  | 274  |      | 275  |      |
| Oever breder dan 230m                      | 3    | 3    |      | 3    |      |
| Percentage oever breder dan 230m           | 1    | 1    |      | 1    |      |
| <b>Zoet korte verblijftijd</b>             |      |      |      |      |      |
| Oever                                      | 127  | 173  |      | 194  |      |
| Oever breder dan 230m                      | 0    | 0    |      | 4    |      |
| Percentage oever breder dan 230m           | 0    | 0    |      | 2    |      |
| <b>Rupel</b>                               |      |      |      |      |      |
| Oever                                      | 95   | 96   |      | 97   |      |
| Oever breder dan 230m                      | 0    | 0    |      | 0    |      |
| Percentage oever breder dan 230m           | 0    | 0    |      | 0    |      |
| <b>Durme</b>                               |      |      |      |      |      |
| Oever                                      | 158  | 141  |      | 131  |      |
| Oever breder dan 230m                      | 0    | 0    |      | 0    |      |
| Percentage oever breder dan 230m           | 0    | 0    |      | 0    |      |
| <b>Totaal Zeeschelde</b>                   |      |      |      |      |      |
| Oever                                      | 1556 | 1639 |      | 1649 |      |
| Oever breder dan 230m                      | 129  | 119  |      | 118  |      |
| Percentage oever breder dan 230m           | 0    | 7    |      | 7    |      |

Tabel E-11: *Areaal oever op de Zeeschelde met aanduiding van het areaal dat breder is dan 230m of 300m voor respectievelijk de Boven-Zeeschelde en de Beneden-Zeeschelde.*

## Bijlage F Figuren Flora en Fauna

Tabel F-1 geeft een overzicht van de soorten die geselecteerd zijn in de EMS voor de berekening van de Abundance Intactness Index. Een deel hiervan is echter naar de mening van de begeleidingsgroep niet karakteristiek voor de Westerschelde. In de tabel zijn zowel de oorspronkelijk geselecteerde soorten weergegeven als de shortlist die met inbreng van de begeleidingsgroep is opgesteld.

| WETENSCHAP              | NED_NAAM              | Mesohaliene_<br>zone | Polyhaliene_<br>zone | Mondingszon<br>e | typische_WS_soort<br>(BuWa) |
|-------------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|------------------|-----------------------------|
| Accipiter gentilis      | Havik                 | 1                    |                      |                  | nee                         |
| Accipiter nisus         | Sperwer               | 5                    | 2                    | 4                | nee                         |
| Actitis hypoleucos      | Oeverloper            | 280                  | 88                   | 120              | ja                          |
| Alca torda              | Alk                   |                      |                      | 1                | nee                         |
| Alcedo atthis           | IJsvogel              | 3                    | 1                    | 3                | nee                         |
| Alle alle               | Kleine alk            |                      |                      | 1                | nee                         |
| Anas acuta              | Pijlstaart            | 6.800                | 340                  | 160              | ja                          |
| Anas clypeata           | Slobeend              | 150                  | 50                   | 84               | ja                          |
| Anas crecca             | Wintertaling          | 3.100                | 180                  | 490              | ja                          |
| Anas penelope           | Smient                | 46.000               | 4.000                | 5.100            | ja                          |
| Anas platyrhynchos      | Wilde eend            | 12.000               | 5.900                | 6.800            | ja                          |
| Anas strepera           | Krakeend              | 95                   | 26                   | 60               | ja                          |
| Anser albifrons         | Kolgans               | 4.600                | 900                  | 17               | ja                          |
| Anser anser             | Grauwe gans           | 53.000               | 500                  | 1.200            | ja                          |
| Anser brachyrhynchus    | Kleine rietgans       | 4                    | 4                    |                  | nee                         |
| Anser caerulescens      | Sneeuwgans            | 3                    | 1                    |                  | nee                         |
| Anser erythropus        | Dwerggans             |                      |                      | 1                | nee                         |
| Anser serrirostris      | Toendrarietgans       | 290                  | 700                  | 130              | ja                          |
| Ardea cinerea           | Blauwe reiger         | 24                   | 19                   | 56               | ja                          |
| Ardea purpurea          | Purperreiger          | 1                    |                      |                  | nee                         |
| Arenaria interpres      | Steenloper            | 50                   | 220                  | 620              | ja                          |
| Asio flammeus           | Velduil               | 2                    | 1                    | 2                | ja                          |
| Aythya ferina           | Tafeleend             | 23                   | 10                   | 70               | nee                         |
| Aythya fuligula         | Kuifeend              | 64                   | 46                   | 120              | nee                         |
| Branta bernicla         | Rotgans               | 22                   | 24                   | 88               | ja                          |
| Branta leucopsis        | Brandgans             | 830                  | 50                   | 130              | ja                          |
| Bucephala clangula      | Brilduiker            | 12                   | 3                    | 19               | nee                         |
| Calidris alba           | Drieteenstrandloper   | 1.100                | 2.200                | 1.300            | ja                          |
| Calidris alpina         | Bonte Strandloper     | 11.000               | 15.000               | 19.000           | ja                          |
| Calidris canutus        | Kanoetstrandloper     | 220                  | 680                  | 4.300            | ja                          |
| Calidris ferruginea     | Krombekstrandloper    | 9                    | 16                   | 130              | ja                          |
| Calidris maritima       | Paarse strandloper    |                      |                      | 81               | ja                          |
| Calidris minuta         | Kleine strandloper    | 37                   | 18                   | 16               | nee                         |
| Calidris temminckii     | Temmincks strandloper | 2                    |                      | 1                | nee                         |
| Carduelis flavirostris  | Frater                | 280                  | 32                   | 140              | ja                          |
| Charadrius alexandrinus | Strandplevier         | 28                   | 64                   | 440              | ja                          |
| Charadrius dubius       | Kleine plevier        | 7                    | 3                    | 4                | nee                         |
| Charadrius hiaticula    | Bontbekplevier        | 500                  | 640                  | 2.400            | ja                          |

| WETENSCHAP                 | NED_NAAM            | Mesohaliene_<br>zone | Polyhaliene_<br>zone | Mondingszon<br>e | typische_WS_soort<br>(BuWa) |
|----------------------------|---------------------|----------------------|----------------------|------------------|-----------------------------|
| Chroicocephalus ridibundus | Kokmeeuw            | 590                  | 1.300                | 2.400            | ja                          |
| Circus aeruginosus         | Bruine Kiekendief   | 73                   | 6                    | 10               | ja                          |
| Circus cyaneus             | Blauwe Kiekendief   | 39                   | 2                    | 4                | ja                          |
| Circus pygargus            | Grauwe Kiekendief   | 1                    |                      |                  | nee                         |
| Cygnus bewickii            | Kleine zwaan        | 12                   | 1                    | 1                | nee                         |
| Cygnus olor                | Knobbelzwaan        | 5                    | 4                    | 5                | nee                         |
| Egretta alba               | Grote Zilverreiger  | 6                    |                      |                  | nee                         |
| Egretta garzetta           | Kleine Zilverreiger | 120                  | 10                   | 50               | ja                          |
| Eremophila alpestris       | Strandleeuwerik     |                      | 3                    | 12               | ja                          |
| Falco peregrinus           | Slechtvalk          | 7                    | 3                    | 4                | ja                          |
| Fulica atra                | Meerkoet            | 190                  | 47                   | 270              | nee                         |
| Gallinago gallinago        | Watersnip           | 270                  | 39                   | 60               | ja                          |
| Gallinula chloropus        | Waterhoen           | 24                   | 53                   | 69               | nee                         |
| Gavia stellata             | Roodkeelduiker      | 1                    | 1                    | 4                | nee                         |
| Haematopus ostralegus      | Scholekster         | 2.400                | 6.300                | 11.000           | ja                          |
| Haliaeetus albicilla       | Zeearend            | 1                    | 1                    | 0                | ja                          |
| Himantopus himantopus      | Steltkluut          | 2                    |                      |                  | nee                         |
| Hydrocoloeus minutus       | Dwergmeeuw          |                      |                      | 29               | nee                         |
| Larus argentatus           | Zilvermeeuw         | 3.200                | 840                  | 9.000            | ja                          |
| Larus canus                | Stormmeeuw          | 300                  | 200                  | 750              | ja                          |
| Larus fuscus               | Kleine Mantelmeeuw  | 1                    |                      |                  | nee                         |
| Larus marinus              | Grote Mantelmeeuw   | 14                   | 14                   | 310              | ja                          |
| Limosa lapponica           | Rosse Grutto        | 1.200                | 2.100                | 1.700            | ja                          |
| Limosa limosa              | Grutto              | 190                  | 75                   | 360              | ja                          |
| Melanitta fusca            | Grote zee-eend      |                      |                      | 3                | nee                         |
| Melanitta nigra            | Zwarte zee-eend     |                      |                      | 6                | nee                         |
| Mergus serrator            | Middelste Zaagbek   | 19                   | 37                   | 180              | ja                          |
| Morus bassanus             | Jan-van-gent        |                      |                      | 2                | nee                         |
| Numenius arquata           | Wulp                | 1.600                | 2.300                | 3.300            | ja                          |
| Numenius phaeopus          | Regenwulp           | 61                   | 33                   | 110              | ja                          |
| Pandion haliaetus          | Visarend            | 2                    | 1                    | 1                | nee                         |
| Phalacrocorax carbo        | Aalscholver         | 160                  | 94                   | 210              | ja                          |
| Philomachus pugnax         | Kemphaan            | 47                   | 11                   | 99               | nee                         |
| Platalea leucorodia        | Lepelaar            | 180                  | 17                   | 15               | ja                          |
| Plectrophenax nivalis      | Sneeuwgorst         | 14                   | 37                   | 53               | ja                          |
| Pluvialis apricaria        | Goudplevier         | 3.300                | 3.300                | 1.800            | ja                          |
| Pluvialis squatarola       | Zilverplevier       | 1.600                | 1.400                | 3.000            | ja                          |
| Podiceps cristatus         | Fuut                | 56                   | 46                   | 480              | ja                          |
| Rallus aquaticus           | Waterral            | 9                    | 2                    | 1                | nee                         |
| Recurvirostra avosetta     | Kluut               | 720                  | 390                  | 500              | ja                          |
| Rissa tridactyla           | Drieteenmeeuw       |                      |                      | 43               | nee                         |
| Somateria mollissima       | Eidereend           | 4                    | 12                   | 97               | nee                         |
| Stercorarius parasiticus   | Kleine Jager        |                      |                      | 1                | nee                         |
| Tachybaptus ruficollis     | Dodaars             | 11                   | 8                    | 40               | nee                         |
| Tadorna tadorna            | Bergeend            | 4.100                | 4.600                | 6.600            | ja                          |
| Tringa erythropus          | Zwarte Ruiters      | 810                  | 69                   | 210              | ja                          |
| Tringa glareola            | Bosruiter           | 7                    |                      |                  | nee                         |
| Tringa nebularia           | Groenpootruiter     | 160                  | 110                  | 96               | ja                          |
| Tringa ochropus            | Witgatje            | 12                   | 3                    | 6                | nee                         |
| Tringa totanus             | Tureluur            | 1.200                | 1.200                | 820              | ja                          |
| Uria aalge                 | Zeekoet             |                      |                      | 7                | nee                         |
| Vanellus vanellus          | Kievit              | 8.900                | 2.900                | 2.300            | ja                          |

Tabel F-1: Referentie Abundance matrix met Ri waarden voor de zones van de Westerschelde voor de jaarlijkse evaluatie van de als jaarmaximum geobserveerde abundantie. In de laatste kolom zijn soorten geselecteerd (ja), die als karakteristiek voor de Westerschelde beschouwd worden.

### **Effect van gewijzigd telregime in de Westerschelde**

In de Westerschelde wordt vanaf maart 2013 een ander telregime gehanteerd dan in voorgaande jaren. In maart, april, juni, juli, september en oktober wordt niet meer de gehele Westerschelde geteld, maar vinden er steekproeftellingen plaats, waarbij alleen de belangrijkste gebieden worden geteld.

Voor de schattingen per maand voor het gehele bekken wordt door Sovon gecorrigeerd voor onvolledige tellingen. Deze gegevens worden voor de soorten, waarvoor het Natura 2000-gebied Westerschelde+Saeftinghe is aangewezen, gepubliceerd op de website van Sovon. De laatste beschikbare gegevens zijn van het telseizoen 2014/2015.

De gewijzigde telmethode heeft consequenties voor het gebruik van piekaantallen, te berekenen seizoengemiddelden en sectorontwikkelingen voor de beschrijving van de situatie in de Westerschelde.

#### *Piekaantallen*

Piekaantallen worden gebruikt voor de Abundance Intactness index, die per zone (niveau 3) berekend moet worden. Indien piekaantallen vallen in de altijd volledig getelde maanden zijn er geen effecten. Indien de piekaantallen vallen in de maanden die niet volledig geteld worden, kunnen deze maanden nog steeds de grootste piek hebben, maar een lagere waarde bereiken. De piek kan ook verschuiven naar een maand, waarin het gebied wel volledig geteld wordt, maar in feite is dit niet de correcte piekmaand.

Voor de seizoenen 2009/2010, 2010/2011 en 2011/2012 is gekeken voor 90 vogelsoorten of de piekaantallen altijd in maanden lagen, waarin volledig geteld werd, altijd in de maanden, waarin niet volledig werd geteld, of juist verspreid over de verschillende maanden. Dit leverde het volgende resultaat op:

- 34 soorten: alle piekmaanden in de volledig getelde maanden;
- 10 soorten: alle piekmaanden in de niet volledig getelde maanden;
- 16 soorten: in twee jaar de piek in de altijd volledig getelde maanden en in 1 jaar in een niet volledig getelde maanden;
- 18 soorten: in 1 jaar de piek in de altijd volledig getelde maanden en in 2 jaren in een niet volledig getelde maanden;
- 12 soorten geen volledige gegevens (o.a. meeuwen).

Voor het seizoen 2013/2014 is gekeken in welke maand de piek van de verschillende soorten valt (tabel F-2). Voor 16 soorten geldt dat de piekmaand in een niet volledig getelde maand valt en dus mogelijk een onderschatting oplevert. Voor 11 soorten geldt dat de piekmaand mogelijk verschoven is naar een andere maand, wanneer vergeleken wordt met de seizoenen 2009/2010 – 2011/2012.

| Ned. naam               | 2009/2010 | 2010/2011   | 2011/2012 | 2013/14 | Ned. naam            | 2009/2010  | 2010/2011  | 2011/2012 | 2013/14     |
|-------------------------|-----------|-------------|-----------|---------|----------------------|------------|------------|-----------|-------------|
| aalscholver             | dec       | okt         | jan       | sep     | lepelaar             | aug        | aug        | aug       | aug         |
| alk                     |           |             |           |         | meerkoet             | feb        | feb        | dec       | dec         |
| bergeend                | jul       | jul         | aug       | jul     | middelste zaagbek    | dec        | maa        | jan       | nov         |
| blauwe kiekendief       | feb       | dec         | nov       | nov-dec | oeverloper           | jul        | jul        | aug       | jul         |
| blauwe reiger           | jan       | sep         | jul       | nov     | paarse strandloper   | feb        |            | jan       |             |
| bontbekplevier wew/na   | aug       | aug         | aug       | aug     | pijlstaart           | nov        | nov        | dec       | nov         |
| bonte strandloper alpin | nov       | nov         | dec       | okt     | purperreiger         | aug-mrt    | apr        |           | aug         |
| bosruiter               | jul       | mei         | mei       | aug-sep | regenwulp            | jul        | aug        | aug       | aug         |
| brandgans               | jan       | dec         | apr       | mrt     | roodkeelduiker       | feb        | nov        | feb       | jan         |
| brilduiker              | nov-dec   | nov-jan-feb | jan       | nov-jan | rosse grutto WSW Afr | mei        | mei        | mei       | mei         |
| bruine kiekendief       | aug       | aug         | jul       | aug     | scholekster          | aug        | aug        | aug       | aug         |
| dodaars                 | nov       | nov         | nov       | dec     | slechtvalk           | jan-feb    | okt-jan-ma | nov       | jan         |
| drieteenmeeuw           | okt       |             |           |         | slobeend             | apr        | nov        | maa       | nov         |
| drieteenstrandloper     | okt       | okt         | nov       | mei     | smient               | jan        | dec        | feb       | nov         |
| dwerggans               |           |             |           |         | sneeuwvangs          |            | okt        | dec-jan   | dec         |
| eidereend               | sep       | aug         | nov       | dec     | sneeuwgorst          | feb        | dec        | dec       | dec         |
| frater                  | dec-feb   | dec         | nov       | dec     | sperwer              | feb        | okt-jan    | okt       | sep         |
| fuut                    | nov       | nov         | dec       | nov     | steenloper           | feb        | feb        | dec       | dec         |
| goudplevier NW-Eur: E   | okt       | okt         | nov       | okt     | stelkluut            |            |            | mei       | jul-dec-jan |
| grauwe gans             | nov       | nov         | okt       | dec     | stormmeeuw           |            |            |           |             |
| grauwe kiekendief       |           |             |           |         | strandleeuwerik      |            |            | dec       |             |
| groenpootruiter         | jul       | aug         | aug       | jul     | strandplevier        | aug        | aug        | aug       | aug         |
| grote mantelmeeuw       |           |             |           |         | tafeleend            | dec        | feb        | jan-feb   | feb         |
| grote zee-eend          |           |             |           |         | temminks strandloper |            |            |           | sep         |
| grote zilverreiger      | sep       | okt         | okt       | nov     | toendrarietgans      | dec        | jan        | jan       | dec         |
| grutto (ijslandse)      | okt       | okt         | sep       | aug     | tureluur             | mei        | aug        | jul       | mrt         |
| havik                   | sep-feb   | aug         | okt-nov   | nov     | velduil              | nov-dec-fe | dec        | dec-jan   | nov-jan     |
| ijsvogel                | okt-jan   | jul-nov     | okt       | sep-okt | visarend             | sep        | aug-sep    | sep       | aug-sep     |
| jan-van-gent            | okt       | okt         |           |         | waterhoen            | feb        | jan        | jan       | jan         |
| kanoetstrandloper cana  | mei       | jan         | dec       | okt     | waterral             | sep-feb    | sep        | nov       | aug         |
| kemphaan                | nov       | apr         | dec-jan   | aug     | watersnip            | okt        | nov        | okt       | okt         |
| kievit                  | nov       | nov         | nov       | jan     | wilde eend           | sep        | jan        | aug       | dec         |
| kleine alk              |           |             |           |         | wintertaling         | feb        | nov        | jan       | jan         |
| kleine jager            | okt       |             | jan       |         | witgatje             | jul        | apr        | aug       | aug         |
| kleine plevier          | jun       | apr         | jun       | aug     | wulp                 | aug        | aug        | aug       | aug         |
| kleine rietgans         | nov       |             |           |         | zeearend             | feb        | jan        | nov-dec   |             |
| kleine strandloper      | jul       | sep         | aug       | sep     | zeekoet              |            |            | jan       | dec         |
| kleine zilverreiger     | aug-sep   | aug         | aug       | nov     | zilvermeeuw          |            |            |           |             |
| kleine zwaan            | dec       | dec         | okt       | dec     | zilverplevier        | mei        | okt        | okt       | okt         |
| kluut                   | mrt       | mrt         | mrt       | dec     | zwartbuikrotgans     | jan        | feb        | feb       | jan         |
| knobbelzwaan            | jan       | mrt         | mei       | dec     | zwarte ruiter        | sep        | okt        | sep       | sep         |
| kolgans                 | mrt       | dec         | dec       | jan     | zwarte zee-eend      | nov        |            |           |             |
| krakeend                | feb       | dec         | jan       | jan     | kokmeeuw             |            |            |           |             |
| krombekstrandloper      | jul       | aug         | aug       | aug     | dwergmeeuw           |            |            |           |             |
| kuifeend                | feb       | jan         | dec       | jan     | kleine mantelmeeuw   |            |            |           |             |

Tabel F-2: Overzicht van de aantalspieken in de telseizoenen 2009-2011, toen de Westerschelde werd geteld, en in seizoenen 2013, toen in de helft van de maanden het gehele gebied werd geteld en in de overige maanden alleen met behulp van steekproeven. Blauw = piek in volledige telmaand en geel = piek in steekproefmaand. Voor het seizoen 2013 is aangegeven of het piekaantal waarschijnlijk een onderschatting oplevert (rood) of in een andere maand valt dan in eerdere jaren (lichtrood)

#### Seizoengemiddelden sleutelsoorten (Natura 2000-soorten en soorten die voldoen aan 1%-norm)

Het niet volledig tellen van de Westerschelde in de zes steekproefmaanden kan mogelijk gevolgen hebben voor het totaal aantal getelde vogels en de daarvan afgeleide seizoengemiddelden. Indien alle belangrijke gebieden worden geteld kunnen de getelde aantallen goed overeen komen met de werkelijke aantallen.

Voor de seizoenen 2011/2012 en 2013/2014 zijn de werkelijk getelde aantallen vergeleken met de door Sovon berekende seizoengemiddelden van de Natura 2000-soorten. Dit wordt weergegeven in tabel F-3.

| Soort                   | seizoen 2011/2012 |          |              | seizoen 2013/2014 |          |              |
|-------------------------|-------------------|----------|--------------|-------------------|----------|--------------|
|                         | Geteld            | berekend | verschil (%) | Geteld            | berekend | verschil (%) |
| Bergeend                | 5.796             | 5796     | 0,00         | 9.947             | 10743    | -7,41        |
| Bontbekplevier          | 503               | 503      | 0,08         | 381               | 416      | -8,47        |
| Bonte strandloper       | 10.981            | 11291    | -2,74        | 9.923             | 11235    | -11,67       |
| Brandgans               | 1.092             | 1092     | -0,02        | 1.611             | 2876     | -44,00       |
| Drieteenstrandloper     | 1.353             | 1353     | 0,01         | 458               | 564      | -18,88       |
| Fuut                    | 41                | 41       | 0,00         | 33                | 37       | -10,59       |
| Goudplevier             | 374               | 374      | 0,02         | 242               | 285      | -15,20       |
| Grauwe gans             | 5.986             | 7612     | -21,36       | 4.933             | 6260     | -21,21       |
| Groenpootruiter         | 53                | 53       | -0,16        | 36                | 42       | -13,29       |
| Grutto                  | 162               | 162      | -0,31        | 59                | 98       | -40,31       |
| Kanoetstrandloper       | 1.030             | 1030     | 0,02         | 703               | 727      | -3,35        |
| Kievit                  | 2.437             | 2437     | 0,01         | 3.100             | 3481     | -10,96       |
| Kleine zilverreiger     | 53                | 53       | -0,63        | 50                | 56       | -10,27       |
| Kleine zwaan            | 2                 | 2        | -8,33        | 2                 | 3        | -19,44       |
| Kluut                   | 387               | 386      | 0,13         | 317               | 385      | -17,62       |
| Kolgans                 | 556               | 556      | 0,06         | 558               | 606      | -7,92        |
| Krakeend                | 42                | 42       | -0,40        | 35                | 43       | -18,02       |
| Lepelaar                | 100               | 100      | -0,25        | 135               | 156      | -13,73       |
| Middelste zaagbek       | 9                 | 10       | -5,83        | 7                 | 8        | -17,71       |
| Pijlstaart              | 812               | 812      | -0,02        | 1.488             | 1524     | -2,37        |
| Rosse grutto            | 922               | 923      | -0,08        | 585               | 624      | -6,25        |
| Scholekster             | 6.250             | 6280     | -0,49        | 6.191             | 7424     | -16,60       |
| Slechtvalk              | 17                | 17       | 0,00         | 12                | 15       | -20,00       |
| Slobeend                | 83                | 83       | -0,20        | 60                | 86       | -29,75       |
| Smient                  | 5.582             | 5952     | -6,22        | 5.645             | 5892     | -4,19        |
| Steenloper              | 139               | 139      | -0,30        | 83                | 111      | -25,30       |
| Strandplevier           | 11                | 10       | 5,00         | 8                 | 10       | -15,83       |
| Toendrarietgans         | 273               | 273      | 0,12         | 182               | 219      | -16,70       |
| Tureluur                | 625               | 624      | 0,08         | 501               | 622      | -19,53       |
| Wilde eend              | 6.550             | 6550     | 0,00         | 5.732             | 6789     | -15,57       |
| Wintertaling            | 715               | 715      | 0,03         | 807               | 876      | -7,86        |
| Wulp                    | 3.138             | 3343     | -6,14        | 3.366             | 3856     | -12,70       |
| Zeearend                | 0                 | 0        |              | 0                 | 0        |              |
| Zilverplevier           | 1.674             | 1675     | -0,04        | 1.346             | 1438     | -6,42        |
| Zwarte ruiter           | 96                | 96       | 0,09         | 68                | 79       | -14,35       |
| Gemiddeld verschil in % |                   |          | -1,41        |                   |          | -15,40       |

Tabel F-3: *Vergelijking van het getelde aantal vogels en het seizoen gemiddelde aantal vogels in de Westerschelde in de seizoenen 2011 en 2013. Bij de berekening van het seizoen gemiddelde is gecorrigeerd voor niet volledige tellingen. De berekende waarden zijn ontleend aan [www.sovon.nl](http://www.sovon.nl) (Netwerk Ecologische Monitoring: Sovon, RWS, CBS).*

In telseizoen 2011/2012 komen de telgegevens vrijwel volledig overeen met berekende seizoen gemiddelden (gemiddeld verschil 1,41%), maar in telseizoen 2013/2014 liggen de telgegevens gemiddeld 15% lager dan het berekende seizoen gemiddelde. De soorten die vooral talrijk zijn in de wintermaanden (smient, kolgans), wanneer de Westerschelde volledig geteld wordt, hebben een kleinere afwijking dan soorten die vooral in de zomermaanden talrijk zijn (grutto, tureluur).

Voor de soorten met een instandhoudingsdoel (ihd) wordt het seizoen gemiddelde door Sovon berekend en gepubliceerd. Ook de brandgans, die geen ihd heeft maar wel aan de 1%-norm voldoet, is in de tabellen van Sovon opgenomen. Voor de overige soorten worden geen

vergelijkbare berekeningen gemaakt. Aangezien de seizoengemiddelden alleen voor de gehele Westerschelde worden berekend, is het ook niet mogelijk om de ontwikkeling van de sleutelsoorten niet-broedvogels per zone in de Westerschelde weer te geven. Deze ontwikkeling is alleen maar op niveau 2 te geven.

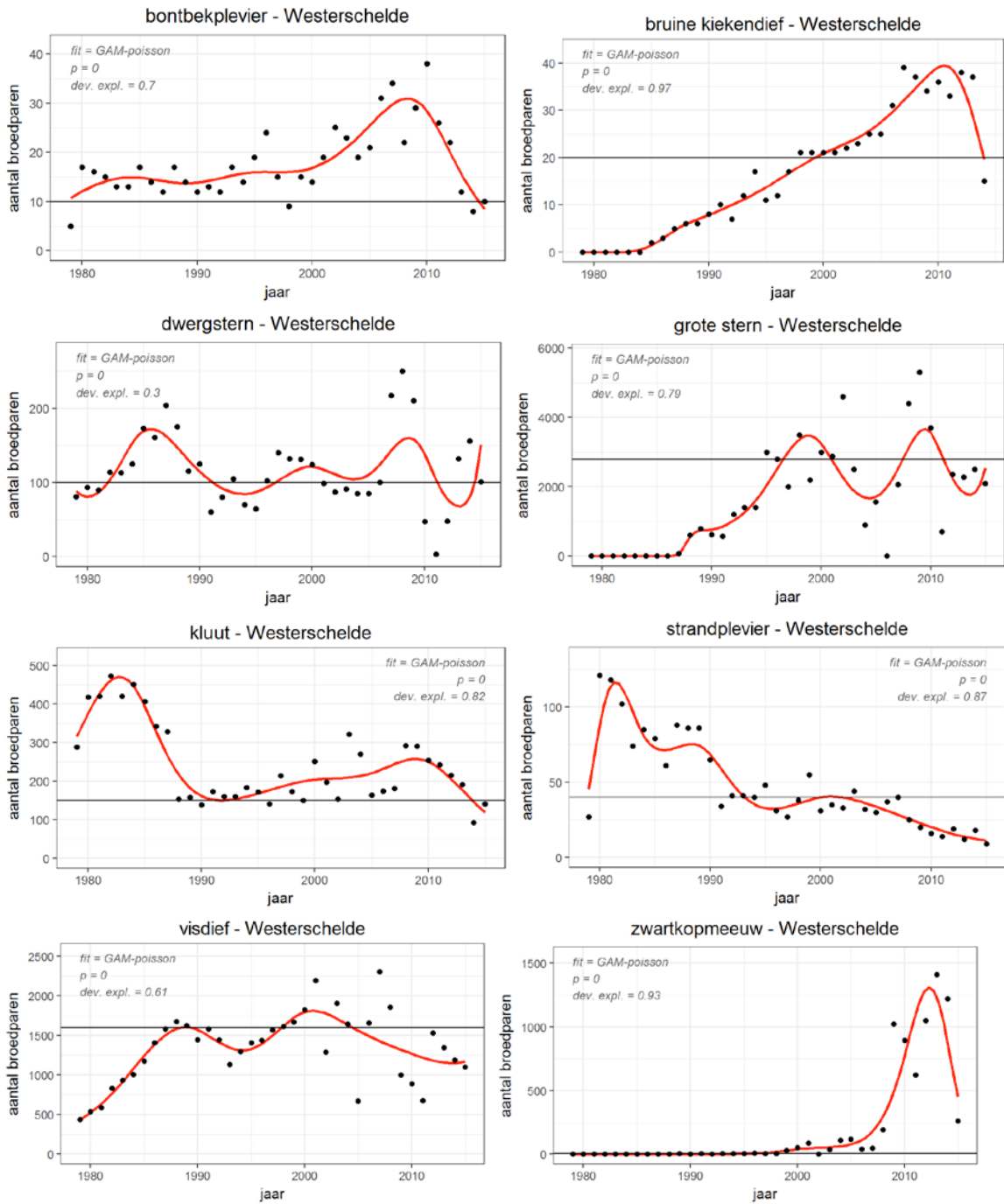
#### *Exoten*

Er zijn voor de Westerschelde door het gewijzigde telprogramma van de laatste jaren geen volledige gegevens over het voorkomen van exotensoorten en de aantallen exoten beschikbaar. Hierdoor bestaat de mogelijkheid dat af en toe het voorkomen van exoten wordt onderschat. Aangezien er in 6 maanden wel volledig wordt geteld is de kans klein dat soorten in een telseizoen ten onrechte niet worden opgemerkt. De aantalsontwikkeling wordt mogelijk sterker beïnvloed. Op basis van tabel F3 wordt geschat dat het aantal gemiddeld met 15% wordt onderschat, maar per individuele soort kan dit sterk verschillen, afhankelijk van de maanden waarin het zwaartepunt in het voorkomen ligt.

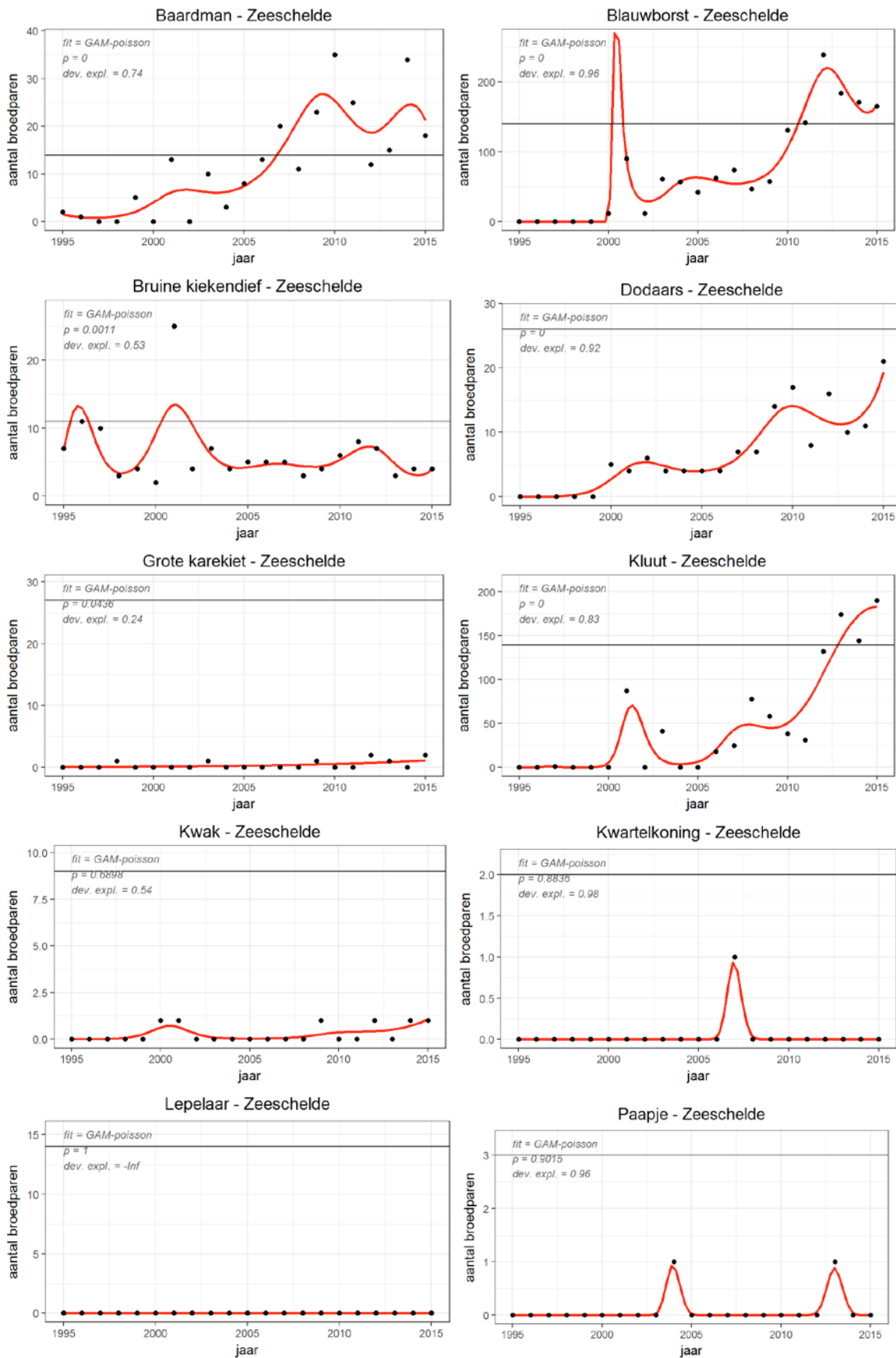
#### *Trends broedvogels Westerschelde*

In figuur F-4 wordt een overzicht gegeven van de trends van broedvogels met een instandhoudingsdoel in de Westerschelde. Figuur F-5 geeft de trend van de broedvogels met een instandhoudingsdoel voor de Zeeschelde.

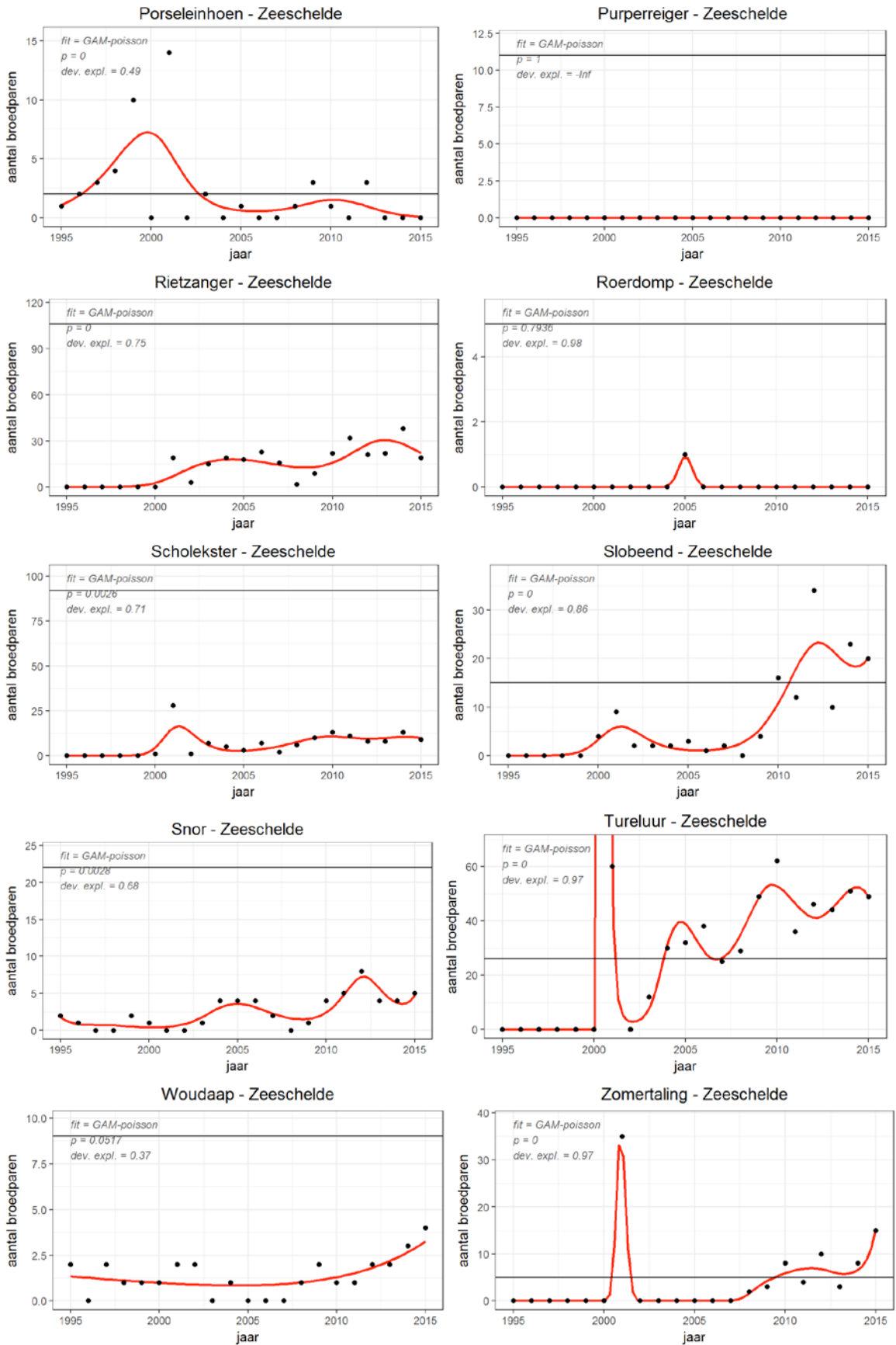




Figuur F-1: Ontwikkeling van zeven kustbroedvogelsoorten in de Westerschelde met een instandhoudingsdoel.

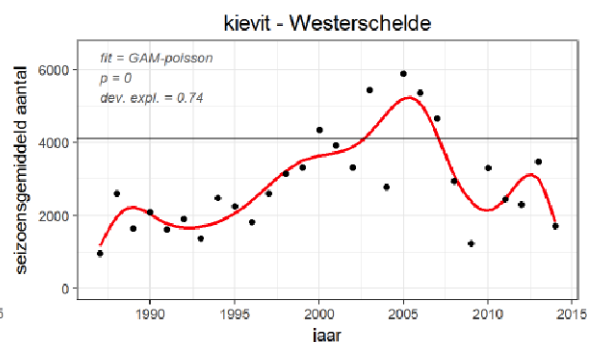
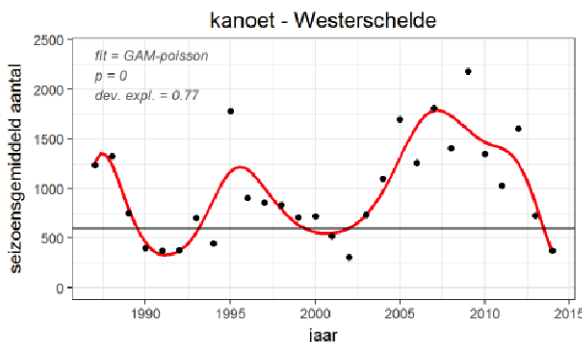
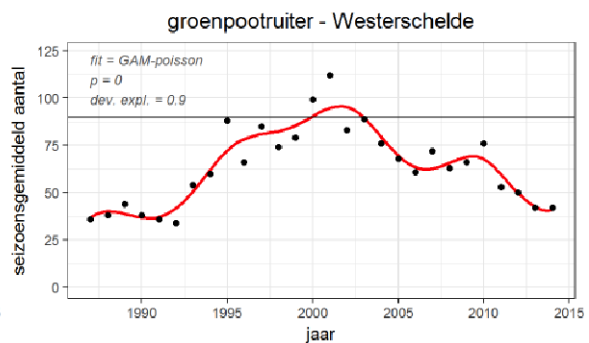
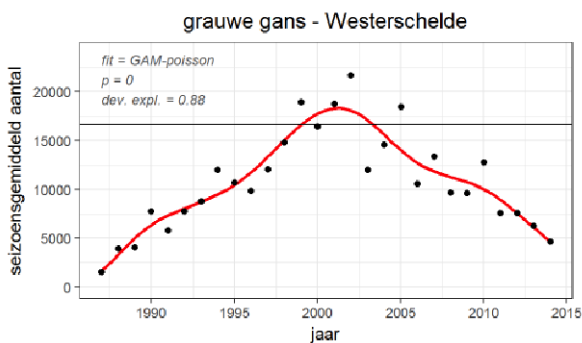
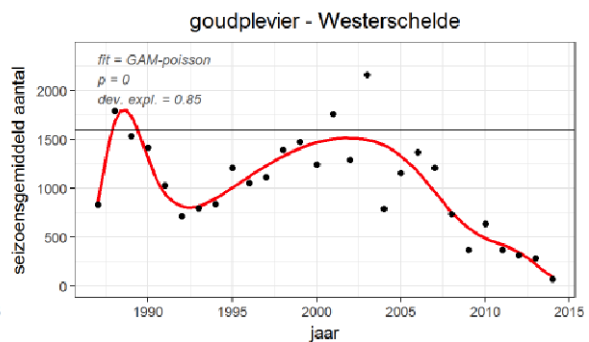
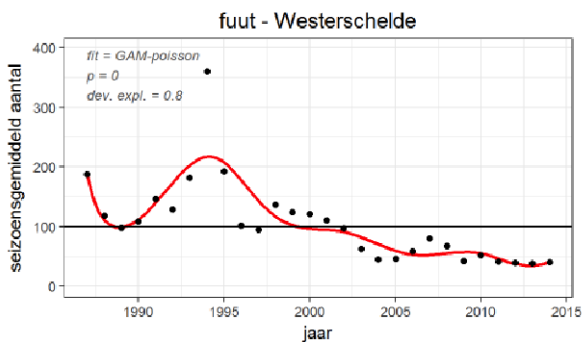
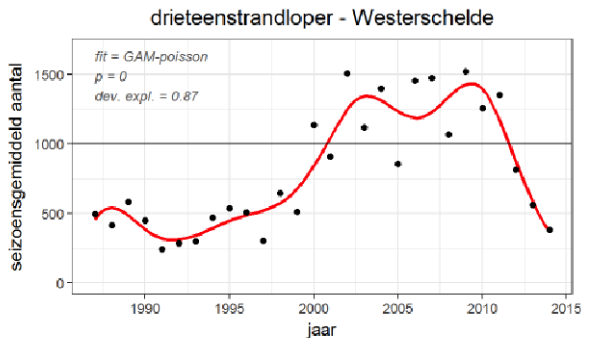
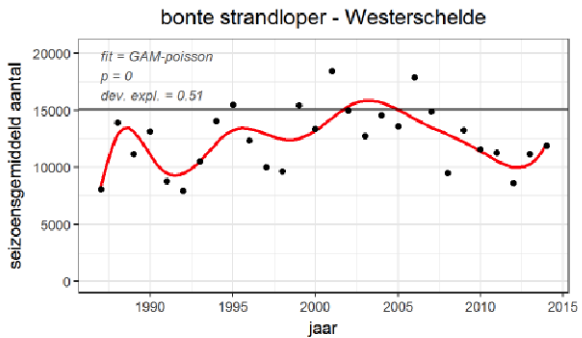
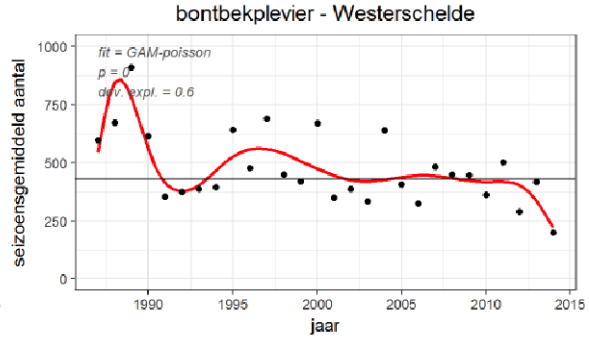
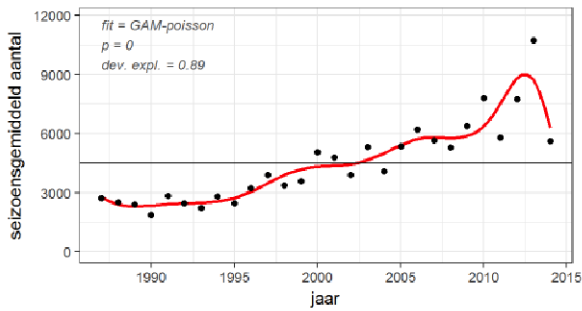


Figuur F-2: Ontwikkeling van de broedvogelsoorten in de Zeeschelde met een instandhoudingsdoel.

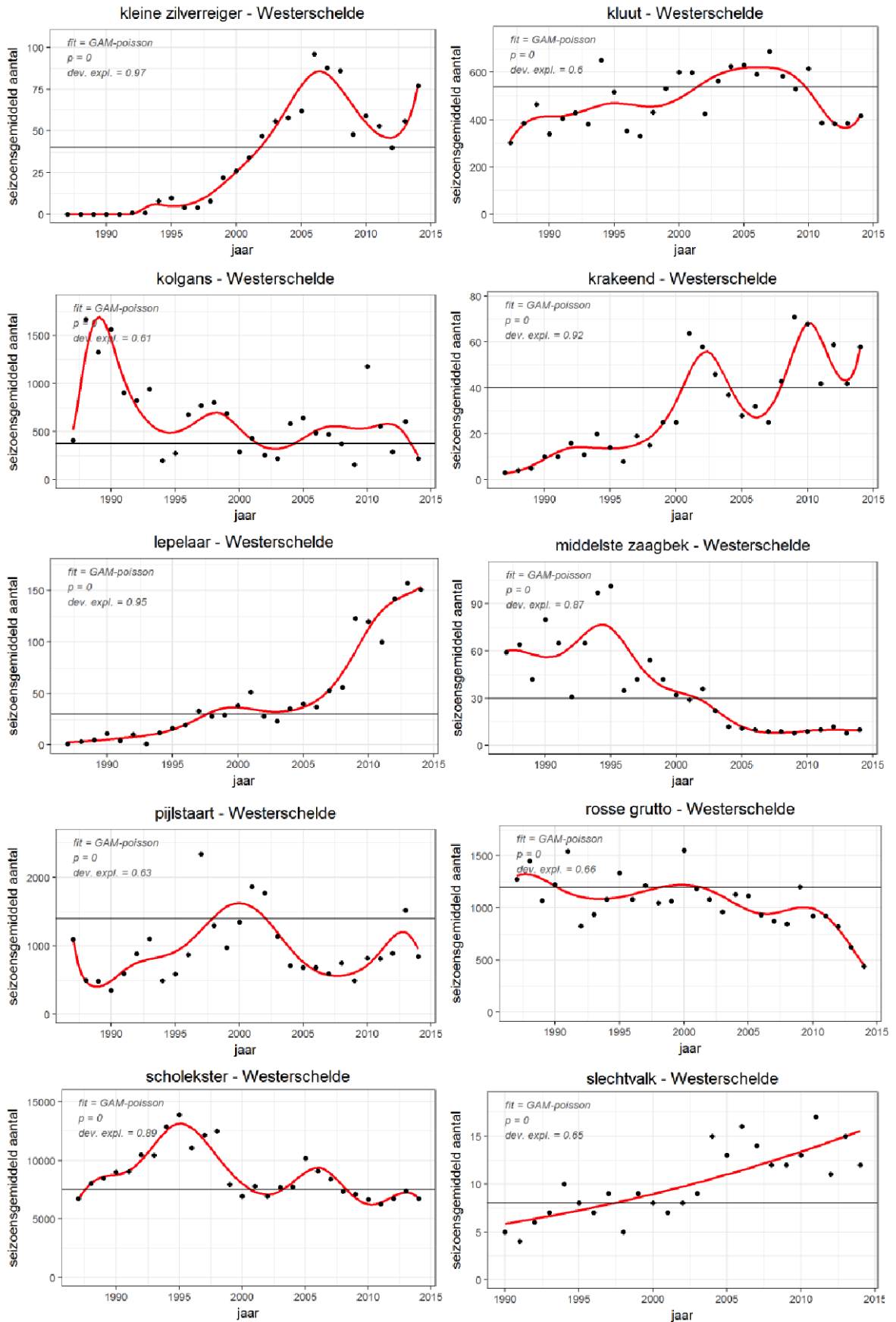


Vervolg Figuur F-2.

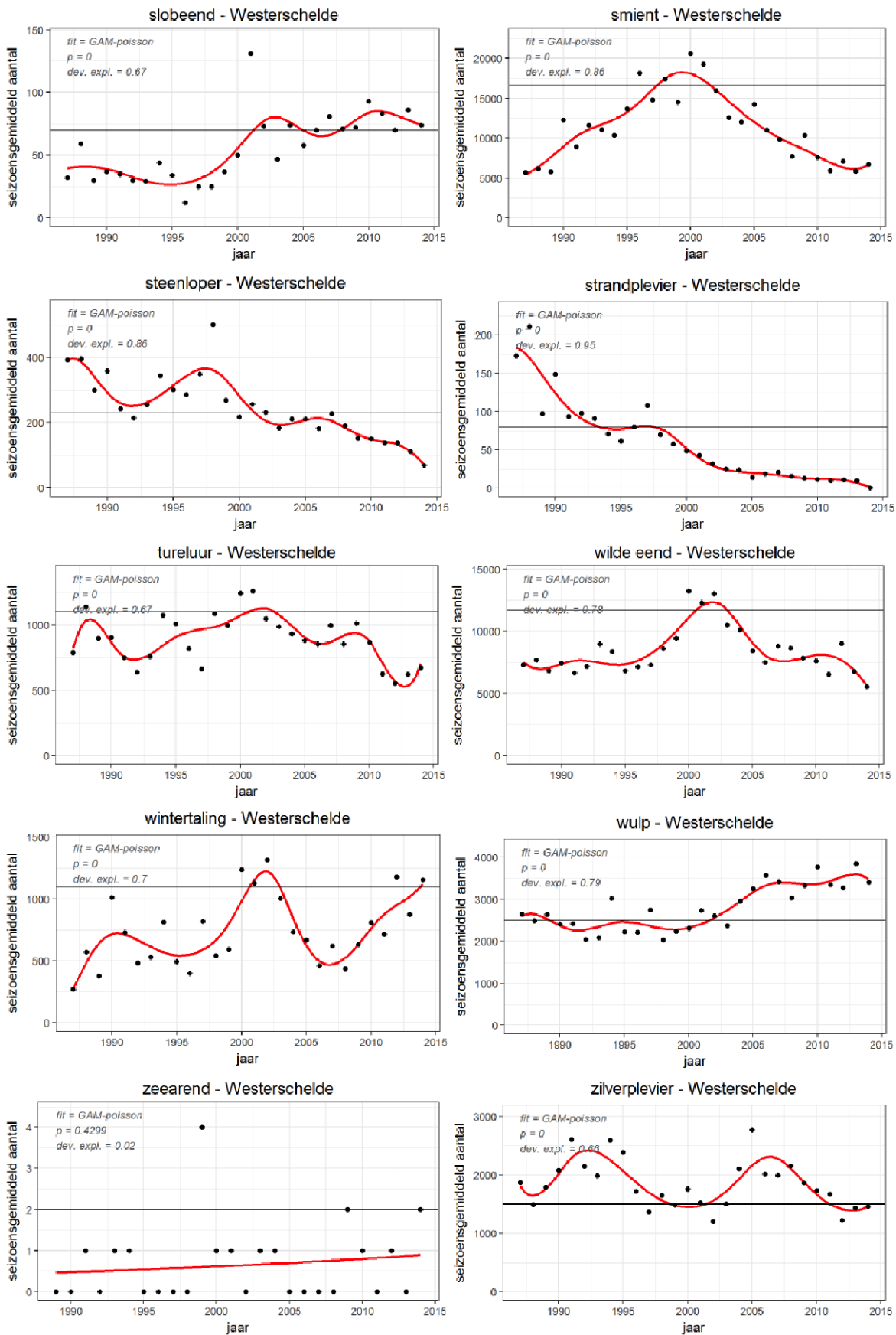
Ontwikkeling van het seizoengemiddelde van niet-broedvogelsoorten Westerschelde  
 bergend - Westerschelde



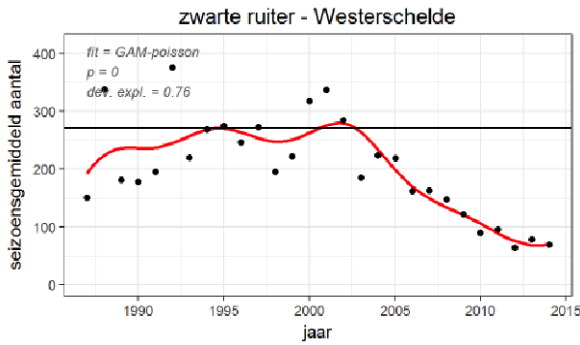
Figuur F-3: Ontwikkeling van het seizoengemiddelde van niet-broedvogelsoorten in de Westerschelde met een instandhoudingsdoel. De horizontale streep geeft het instandhoudingsdoel aan.



Vervolg Figuur F-3.

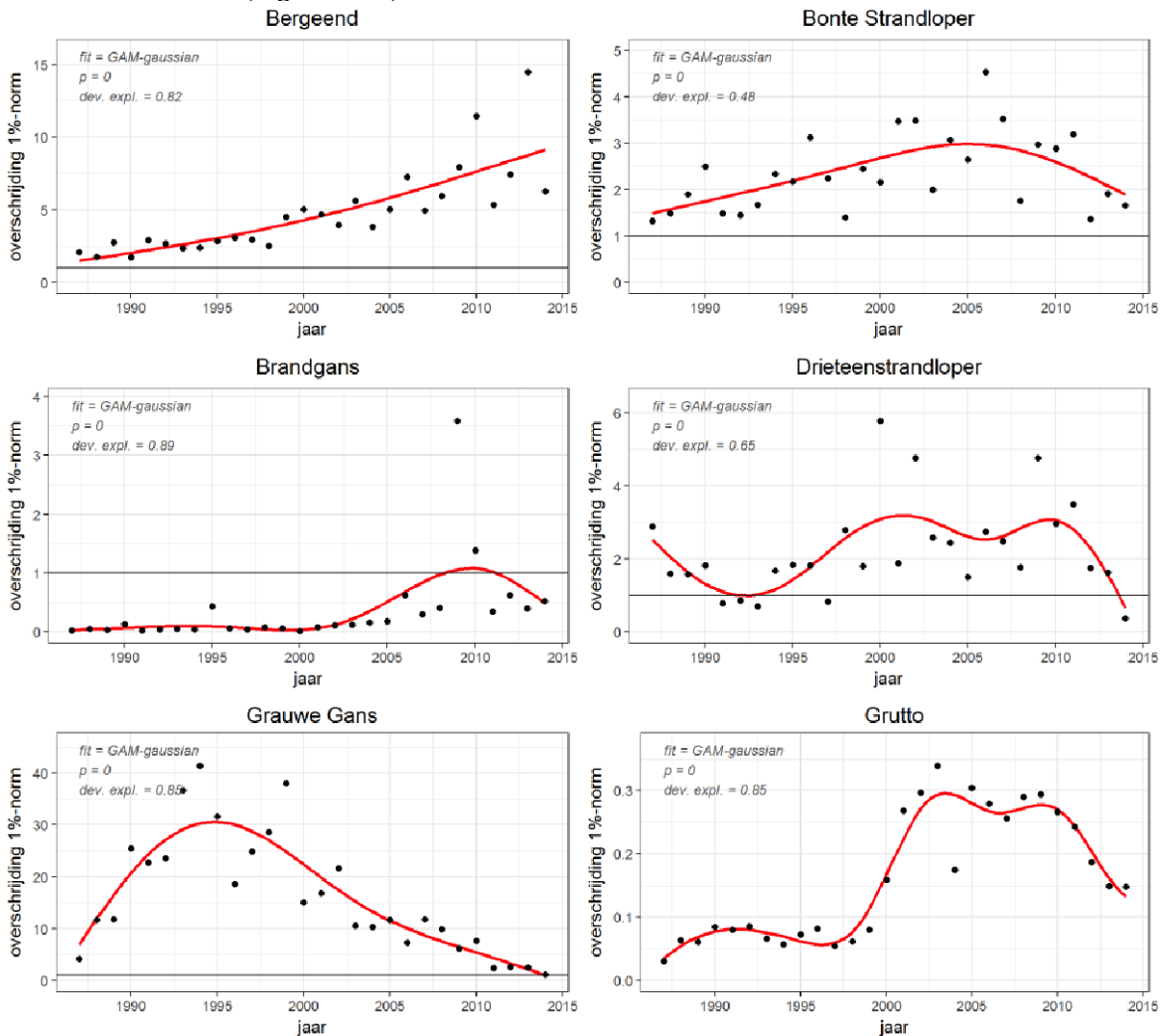


Vervolg Figuur F-3.

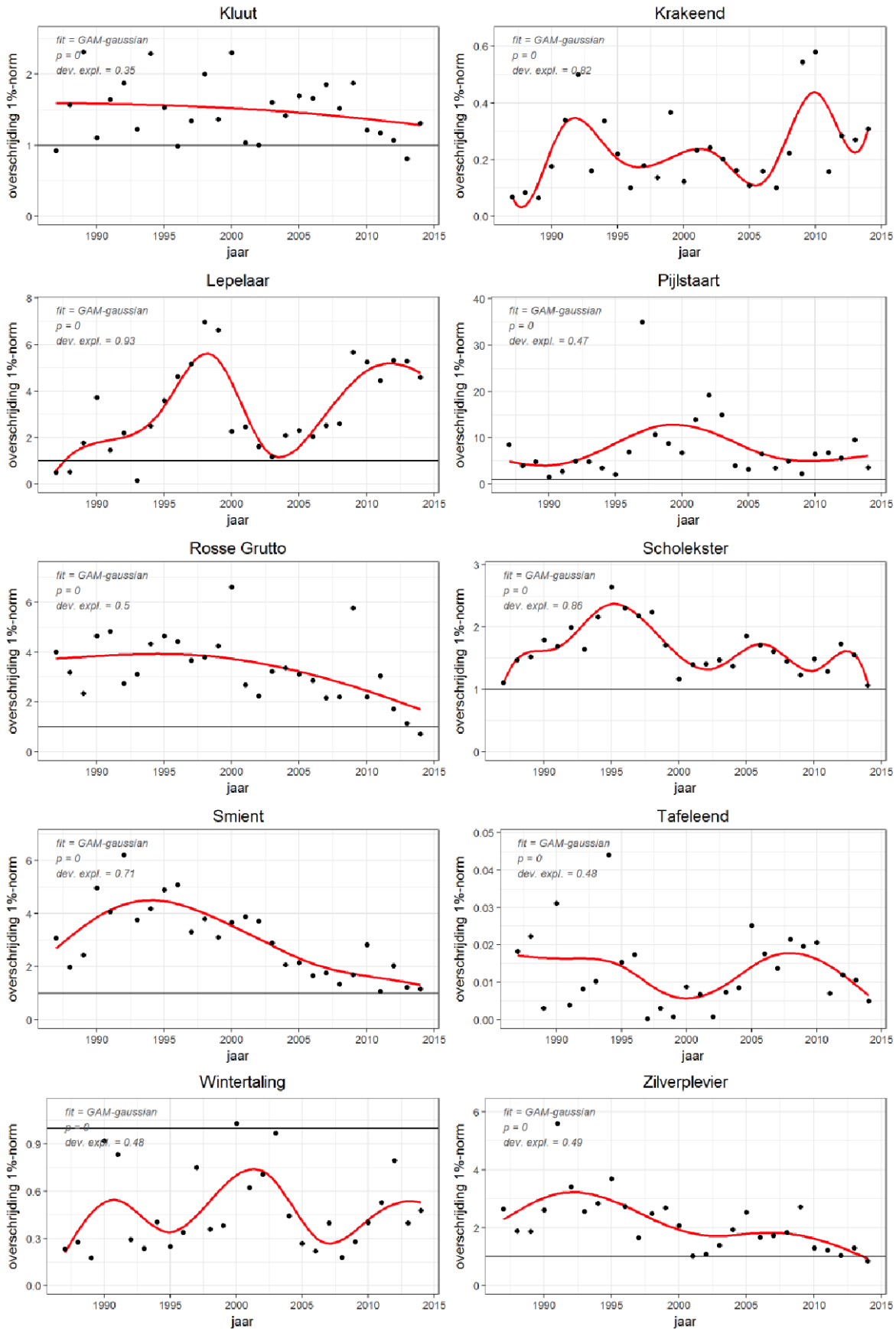


Vervolg Figuur F-3.

Ontwikkeling van de overschrijding van de 1%-norm door niet-broedvogelsoorten in de Westerschelde (Figuur F-4)



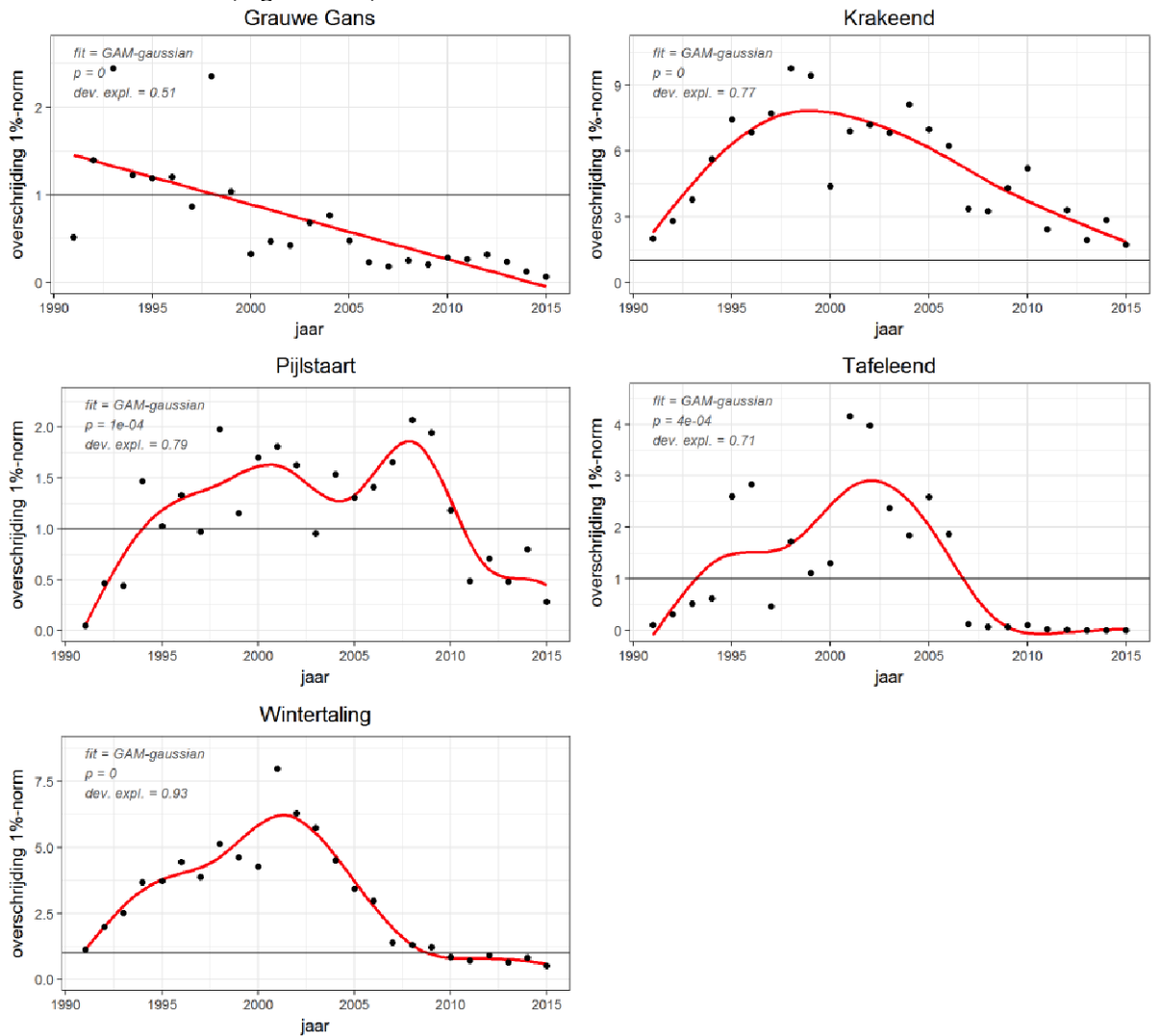
Figuur F-4: Overschrijding van niet-broedvogelsoorten in de Westerschelde van de 1%-norm.



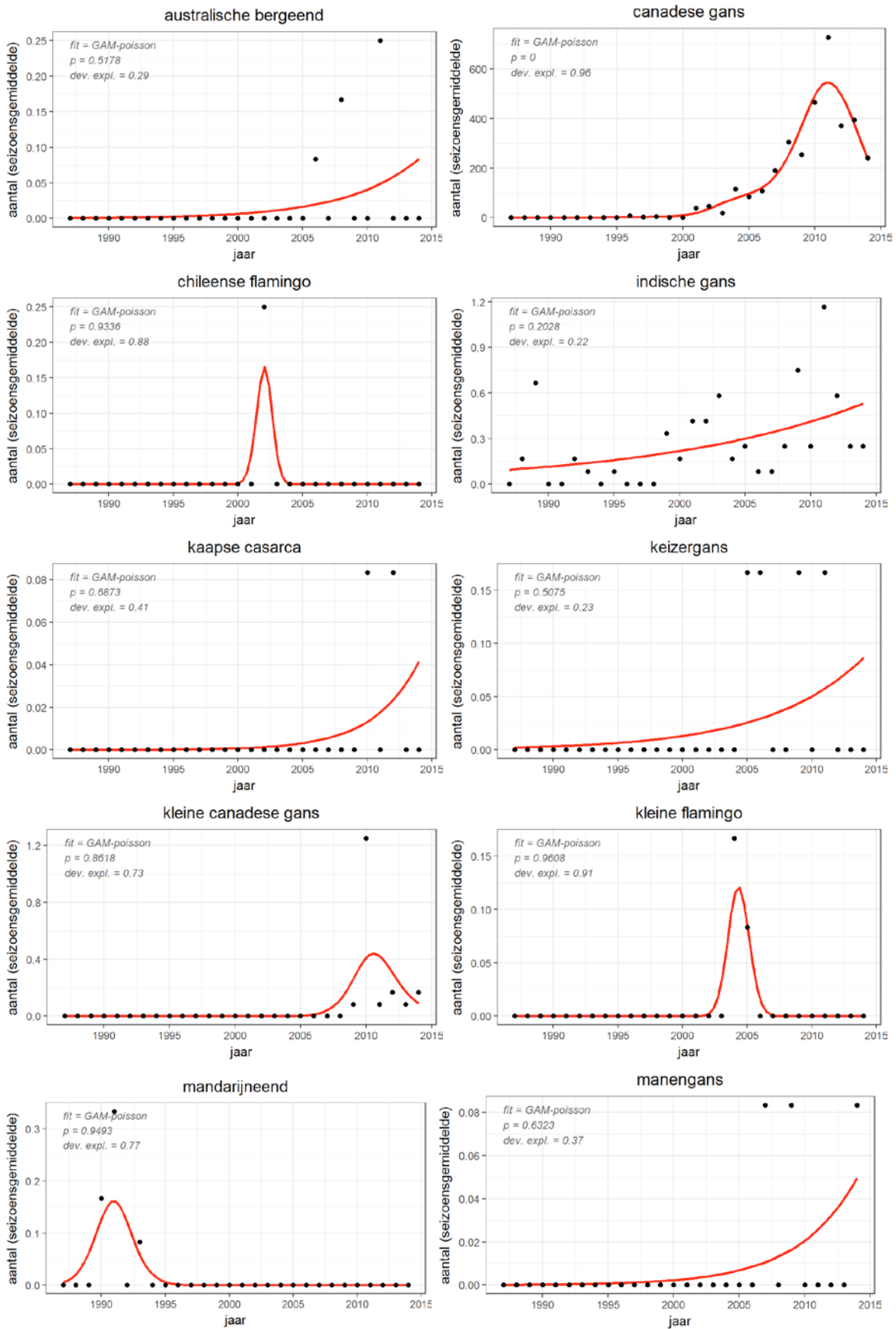
Vervolg Figuur F-4.



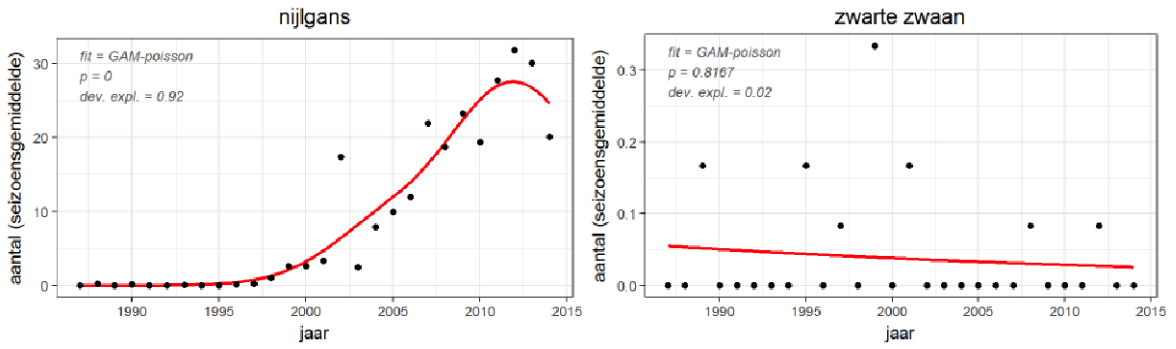
Ontwikkeling van de overschrijding van de 1%-norm door niet-broedende watervogels in de Zeeschelde (Figuur F-5).



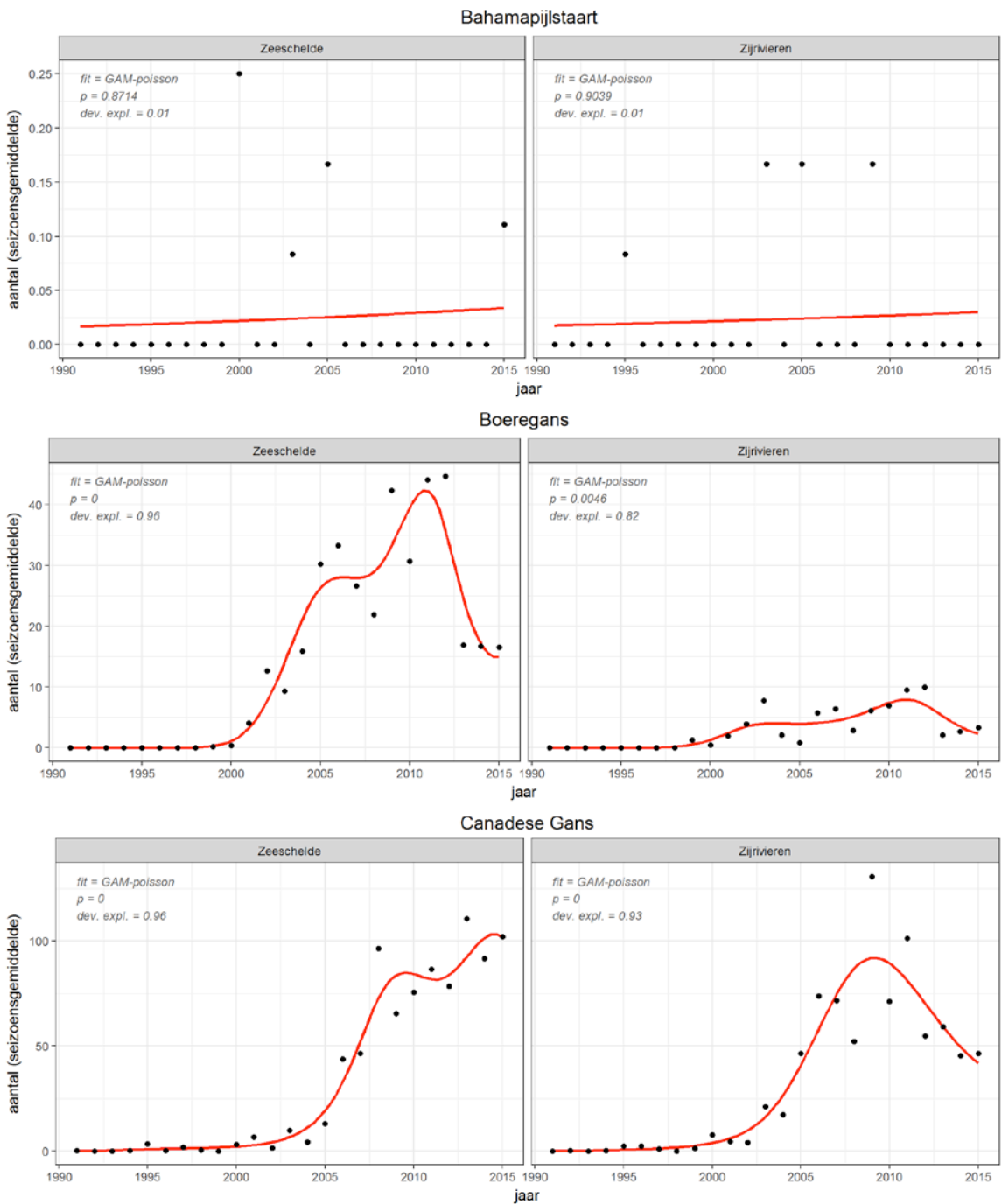
Figuur F-5: Trend van de overschrijdingen van de 1% norm door niet-broedvogels in de Zeeschelde. De horizontale lijn geeft de 1%-norm aan.



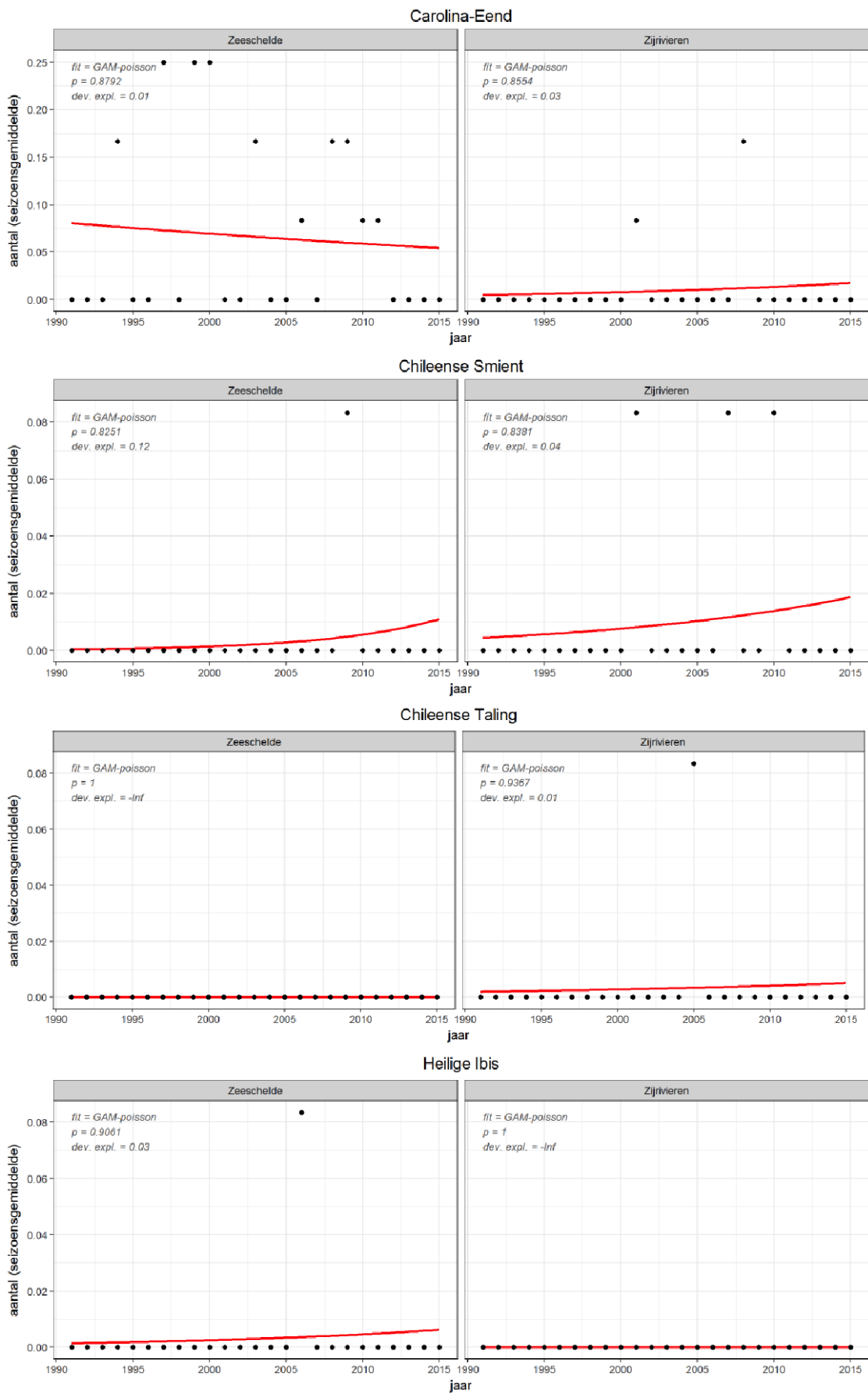
Figuur F-6: Aantalsontwikkeling van verschillende exotische watervogels in de Westerschelde.



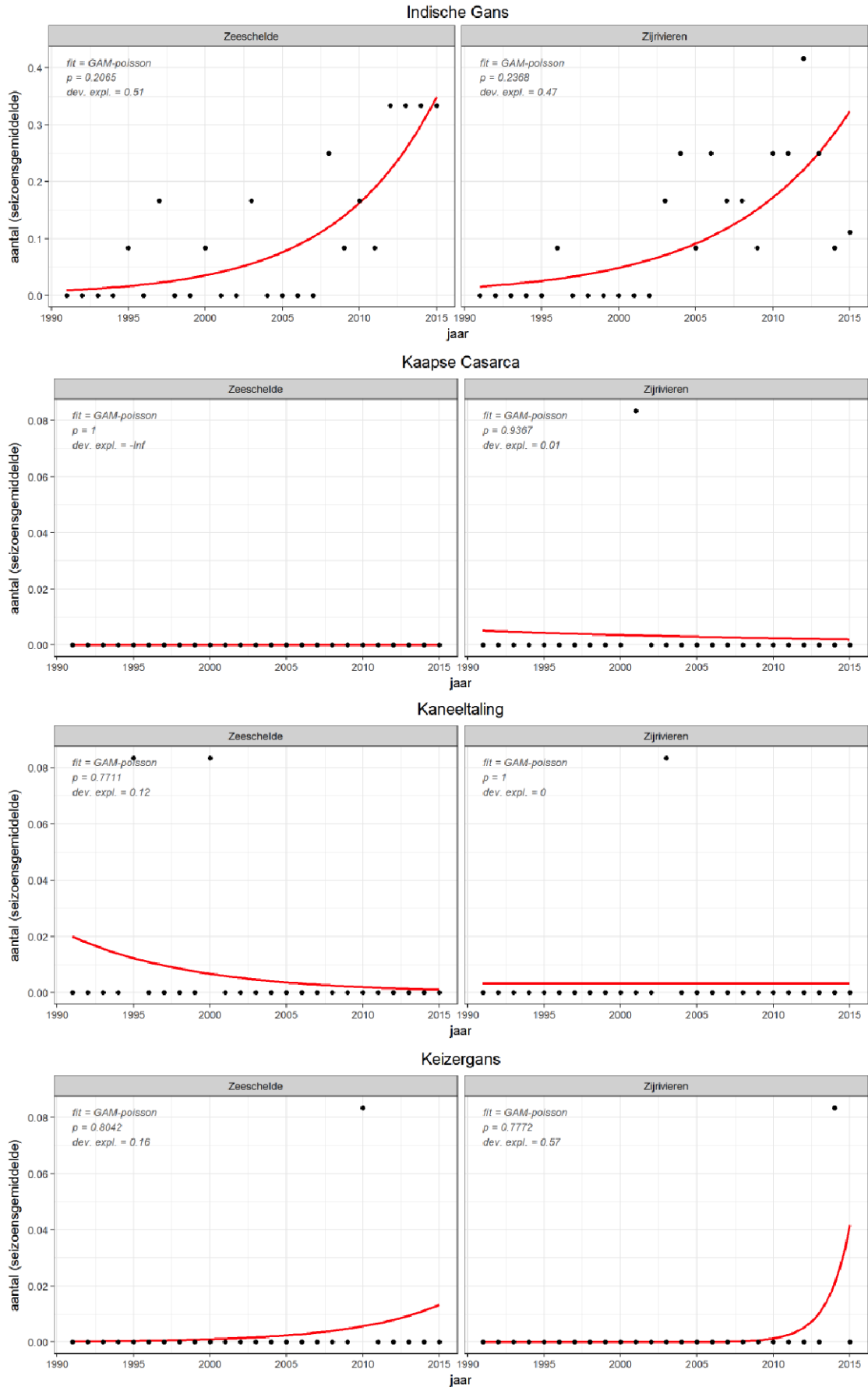
Vervolg Figuur F-6.



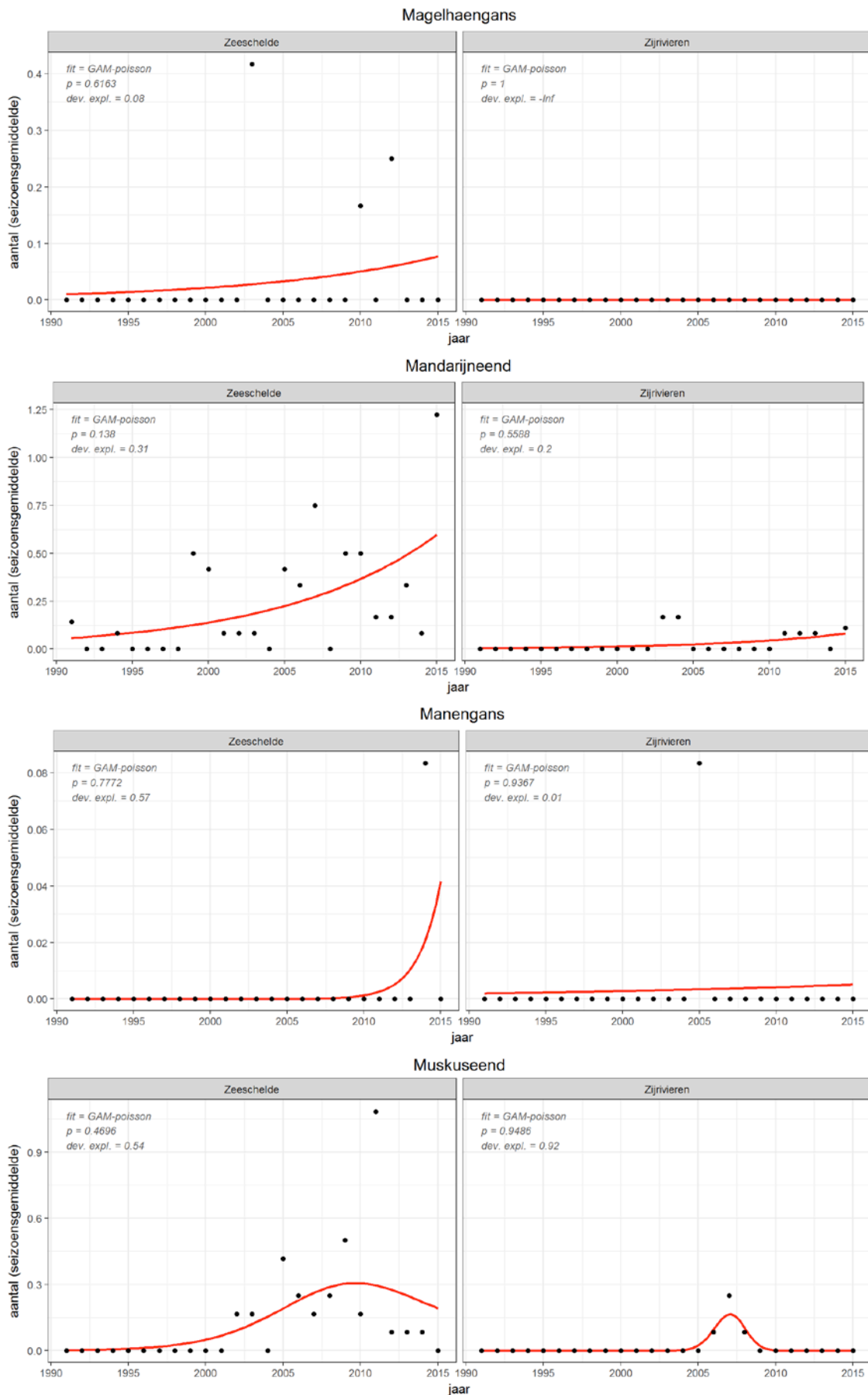
Figuur F-7: Aantalsontwikkeling van verschillende exotische watervogels in de Zeeschelde.



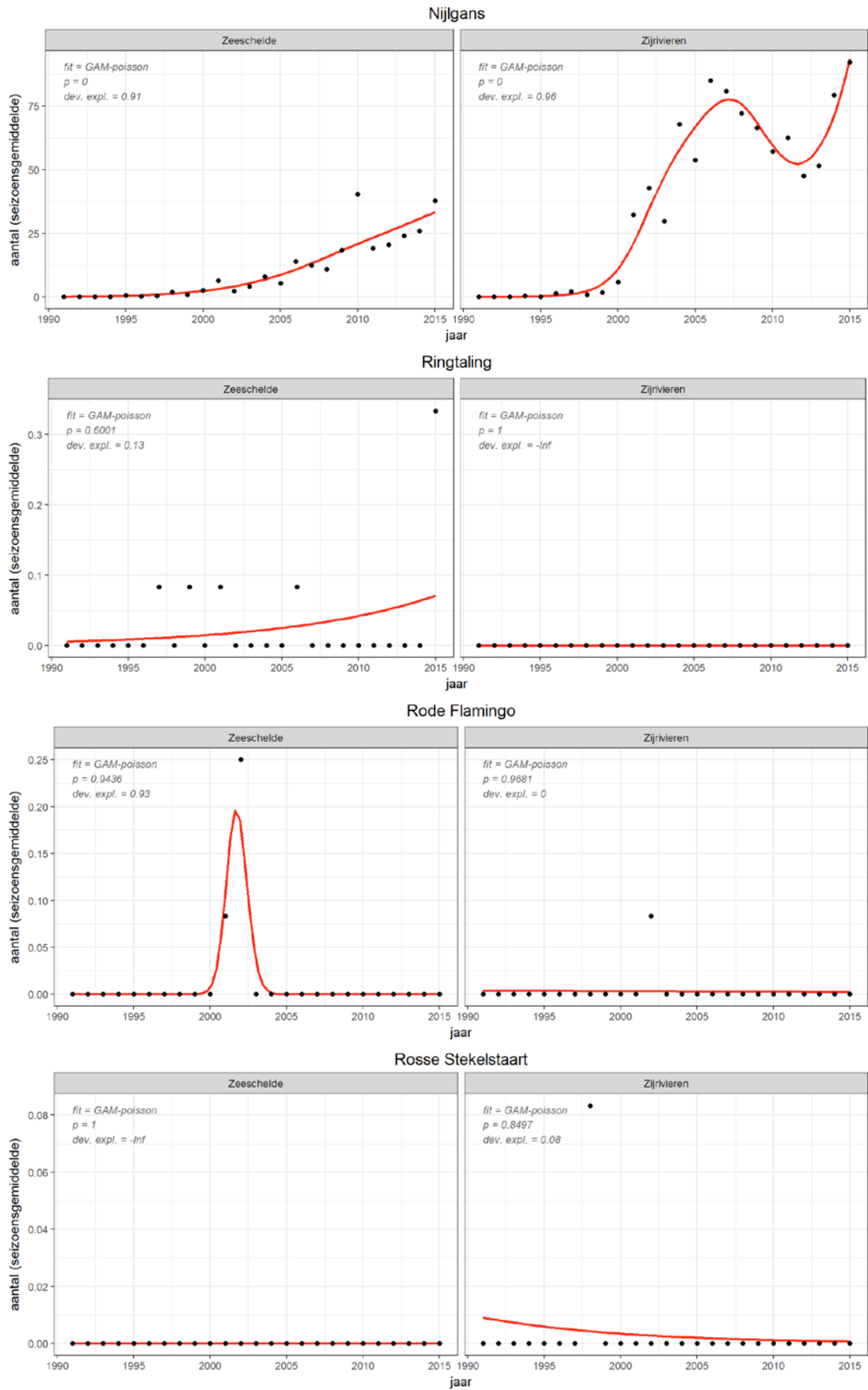
Vervolg Figuur F-7.



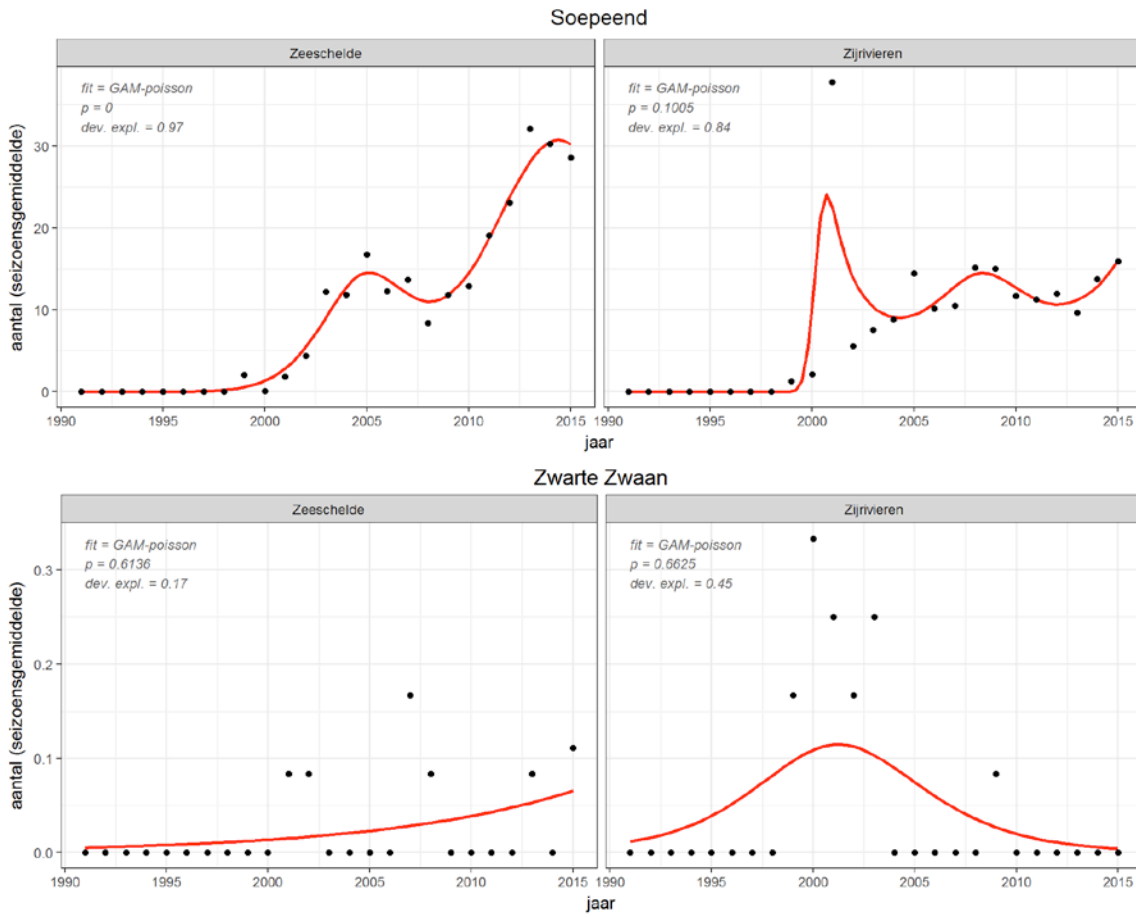
Vervolg Figuur F-7.



Vervolg Figuur F-7.



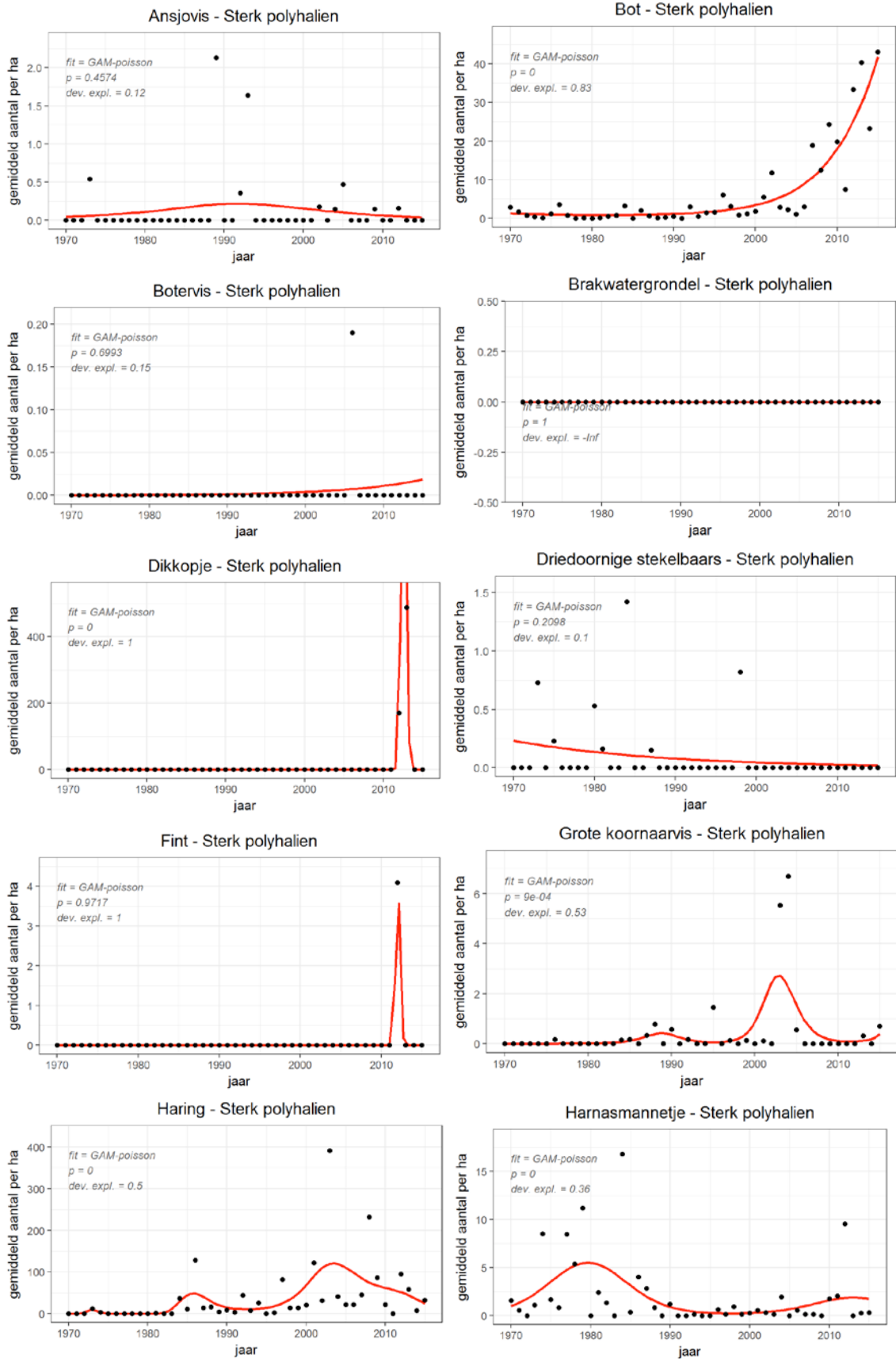
Vervolg Figuur F-7.



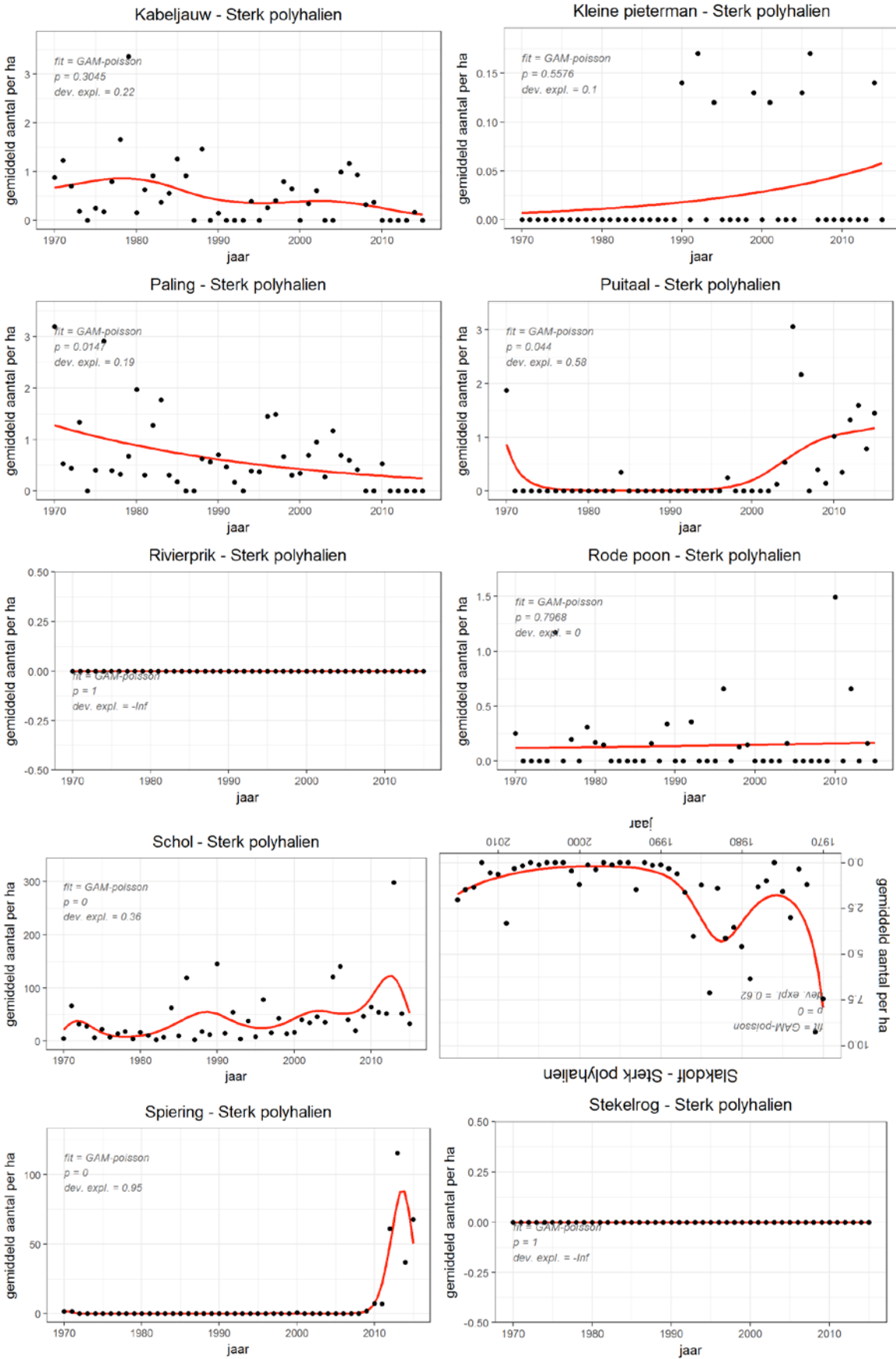
Vervolg Figuur F-7.



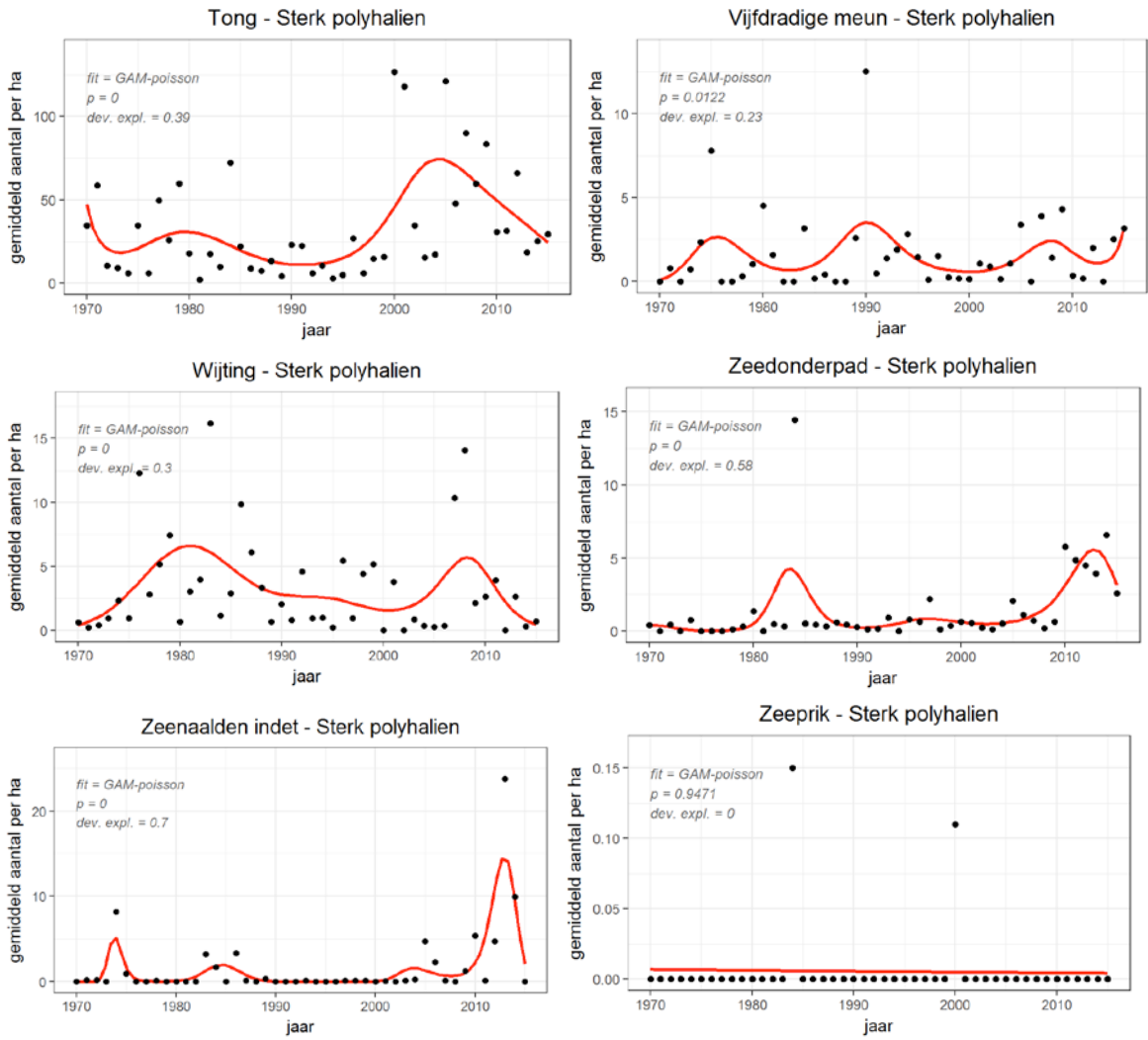
Ontwikkeling vissen in de Westerschelde



Figuur F-8: Vissen: voorkomen sleutelsoorten in de Sterk polyhaliene zone van de Westerschelde.

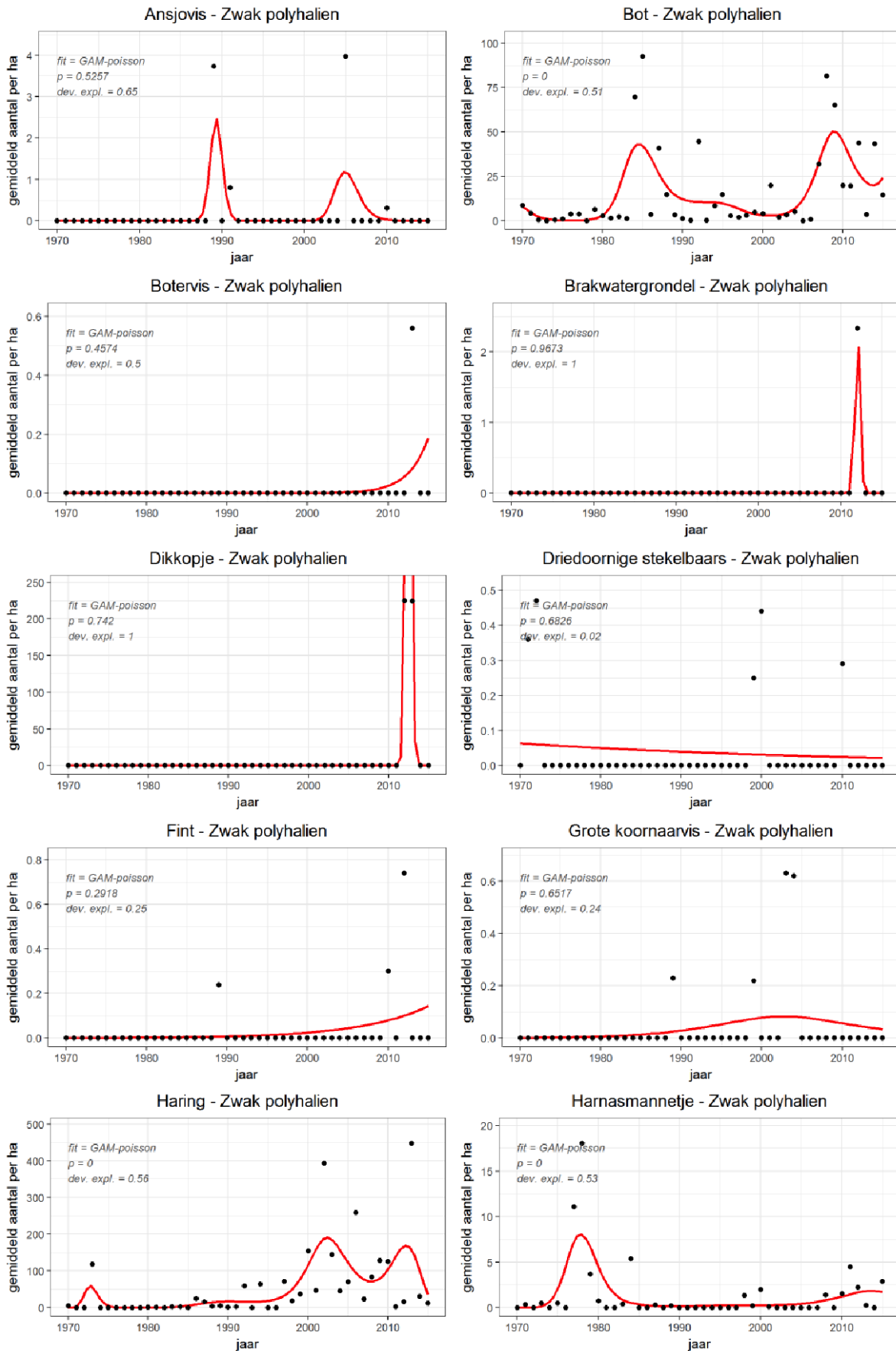


Vervolg Figuur F-8 Vissen: voorkomen sleutelsoorten in de Sterk polyhaliene zone van de Westerschelde.

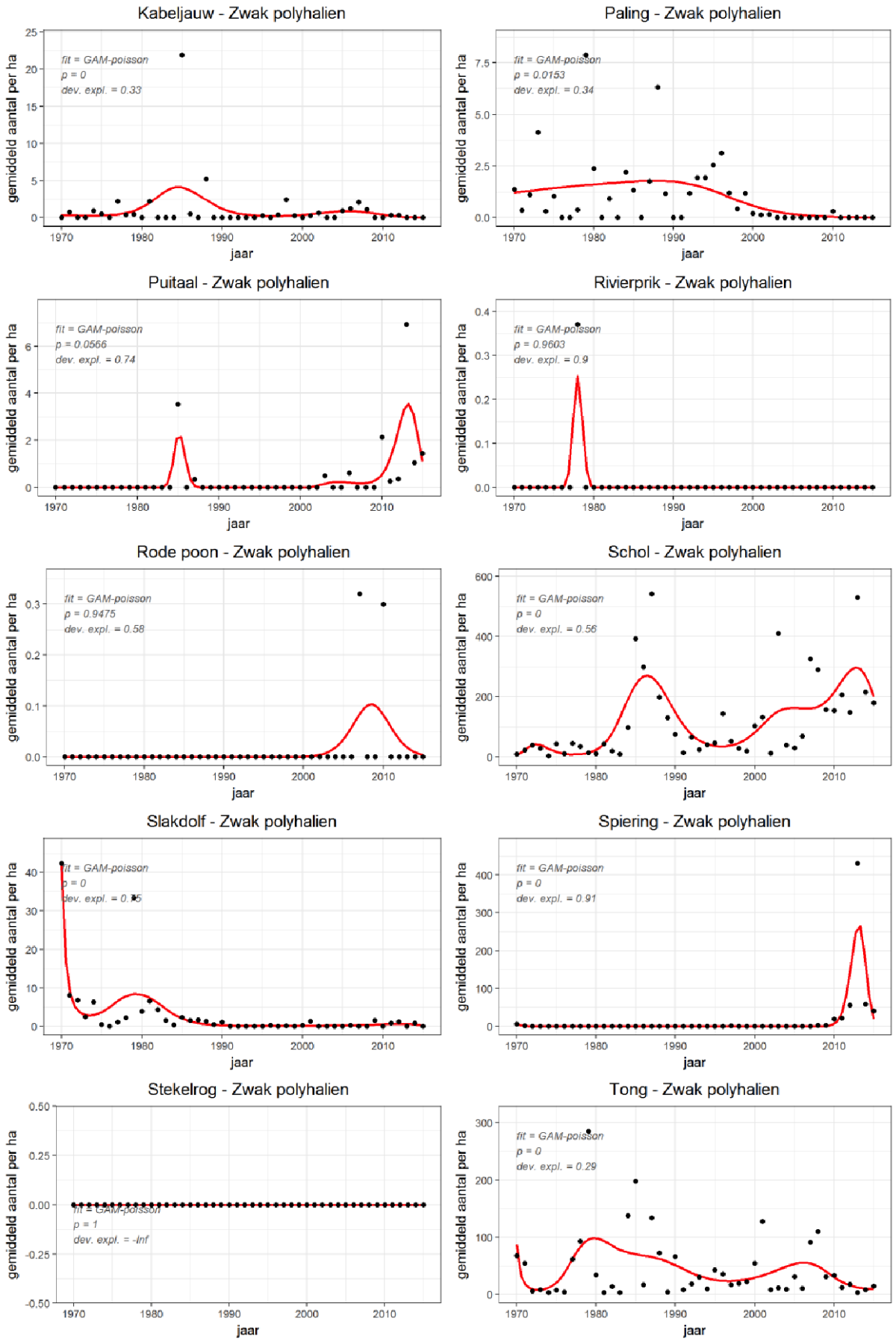


Vervolg Figuur F-8 Vissen: voorkomen sleutelsoorten in de Sterk polyhaliene zone van de Westerschelde.

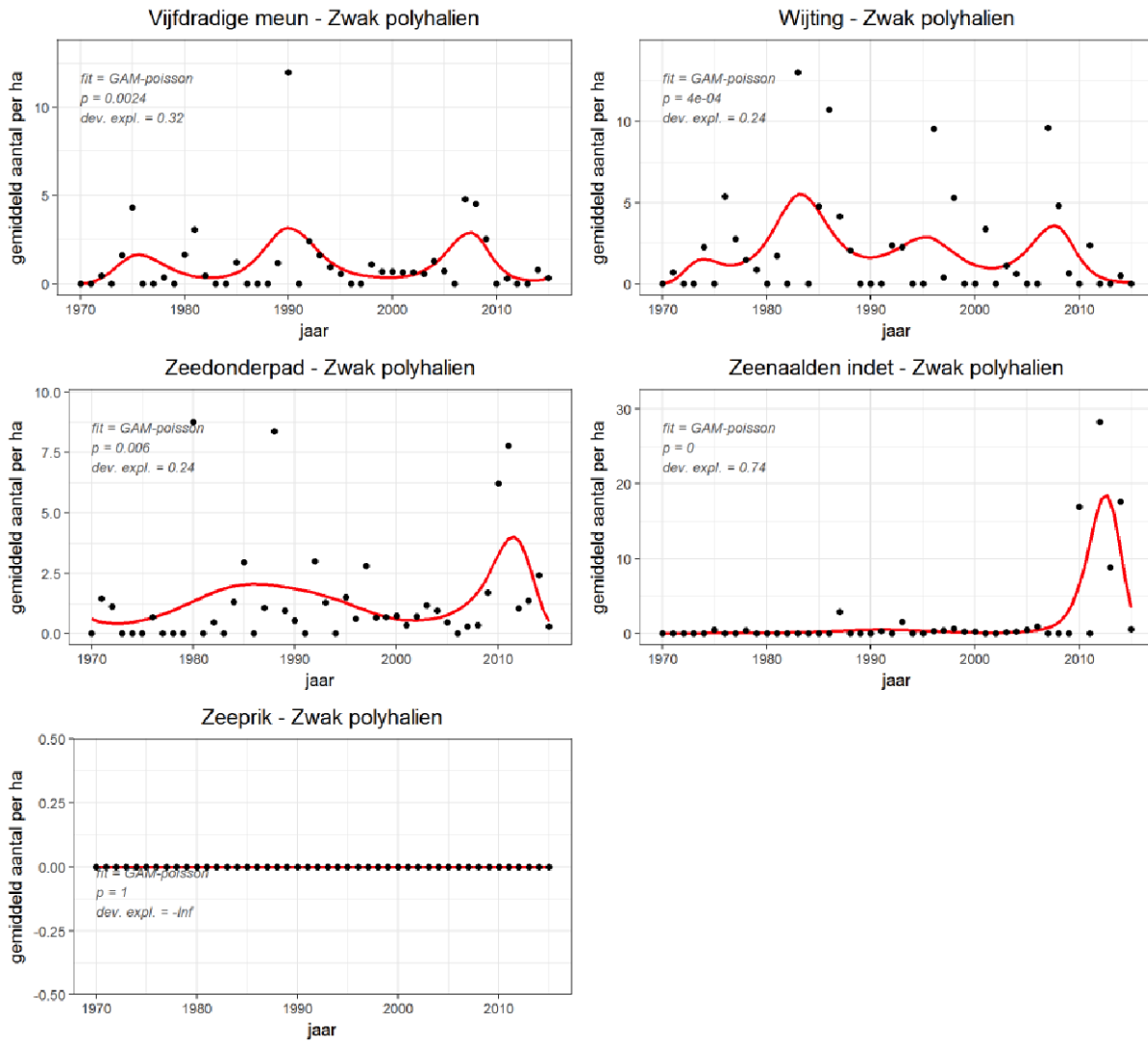
Voorkomen sleutelsoorten vissen in de Zwak polyhaliene zone Westerschelde



Figuur F-9: Vissen: voorkomen sleutelsoorten in de Zwak polyhaliene zone van de Westerschelde.

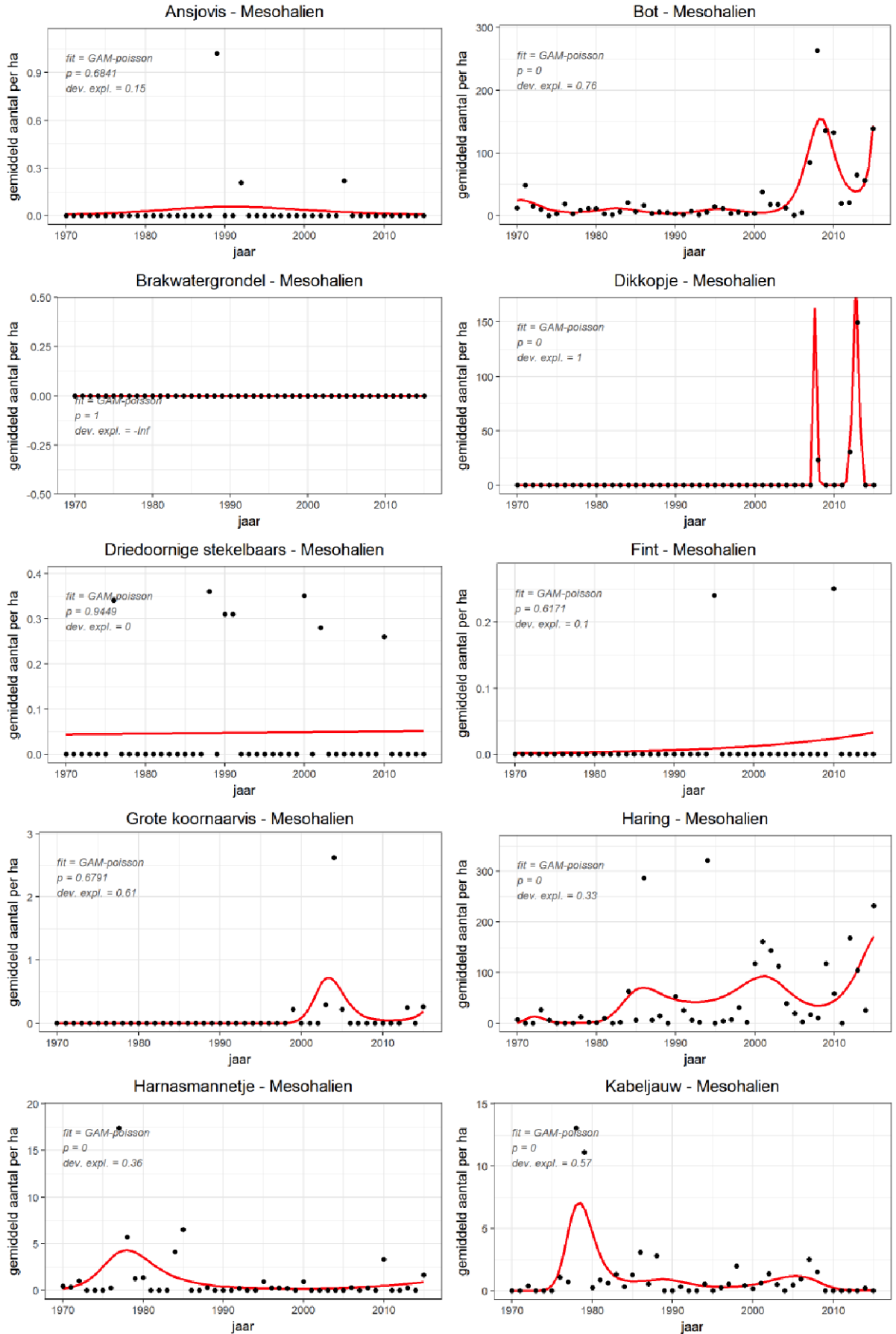


Vervolg Figuur F-9 Vissen: voorkomen sleutelsoorten in de Zwak polyhaliene zone van de Westerschelde.

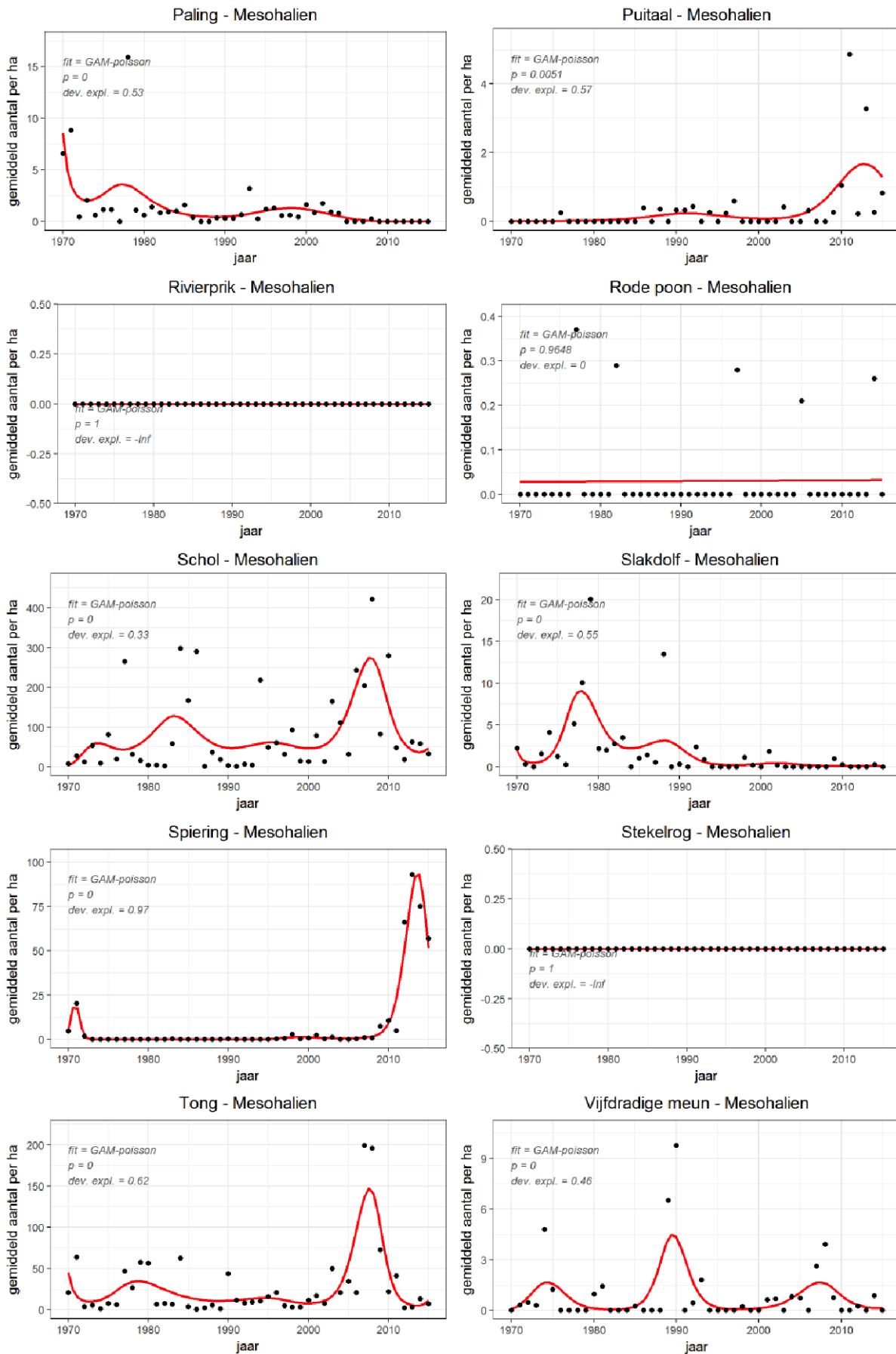


Vervolg Figuur F-9 Vissen: voorkomen sleutelsoorten in de Zwak polyhaliene zone van de Westerschelde.

Voorkomen sleutelsoorten vissen in de Mesohaliene zone van de Westerschelde

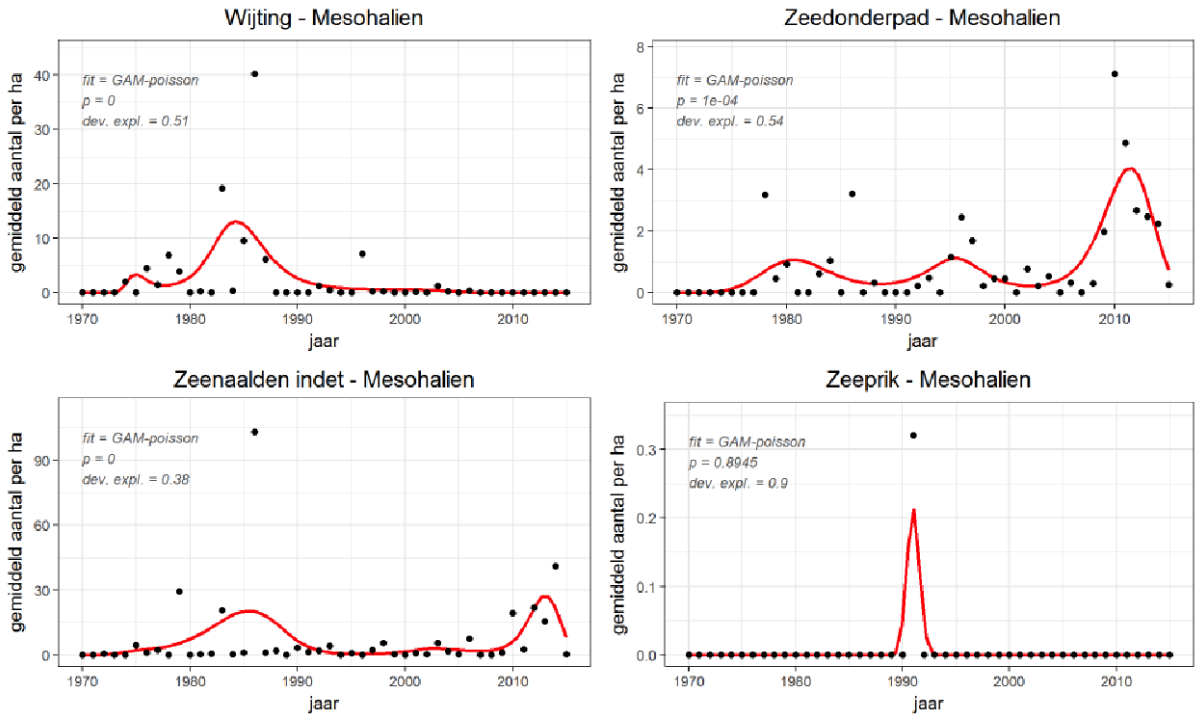


Figuur F-10: Vissen: voorkomen sleutelsoorten in de Mesohaliene zone van de Westerschelde.



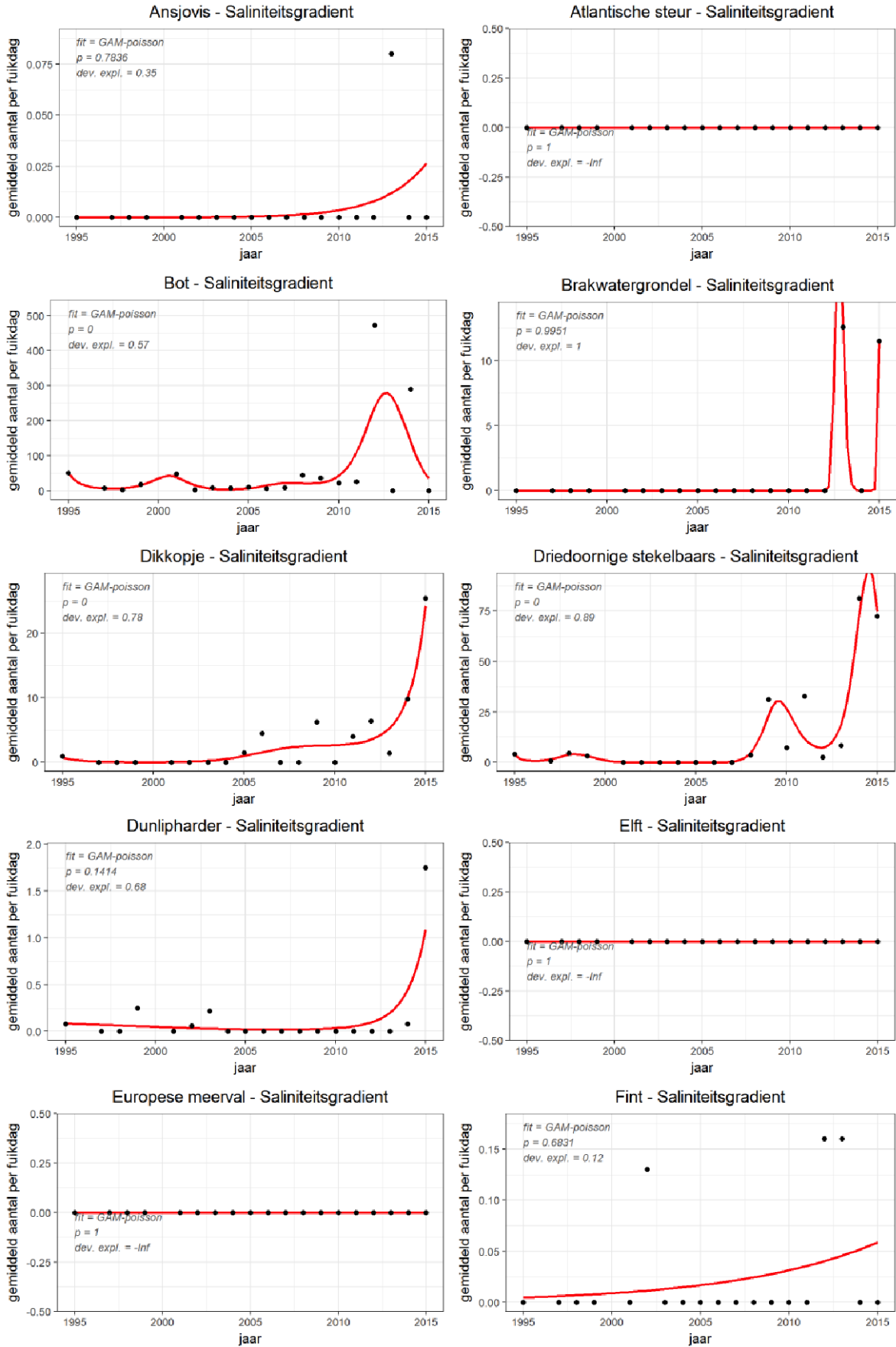
Vervolg figuur F-10 Vissen: voorkomen sleutelsoorten in de Mesohaliene zone van de Westerschelde.



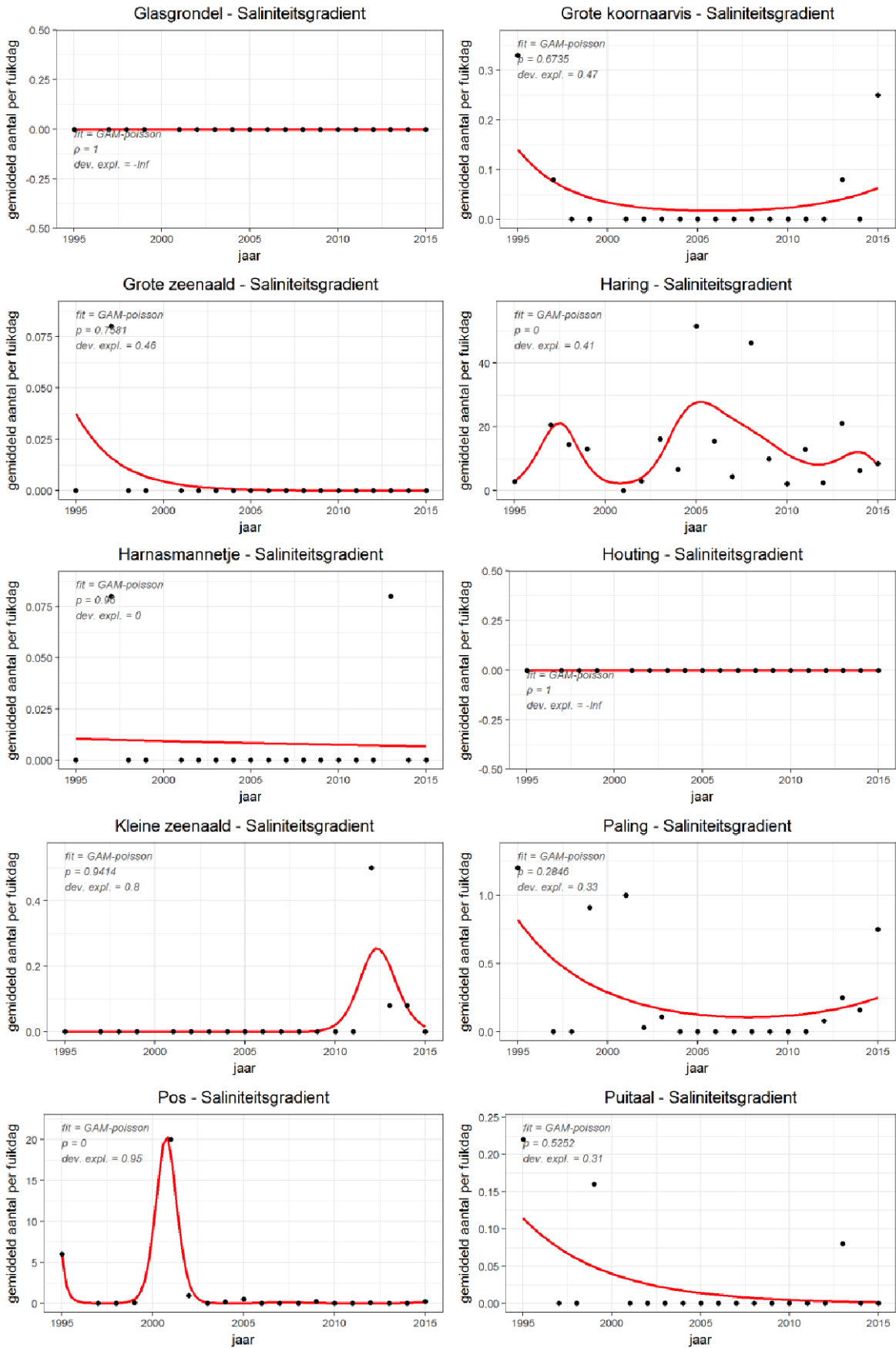


Vervolg Figuur F-10 Vissen: voorkomen sleutelsoorten in de Mesohaliene zone van de Westerschelde.

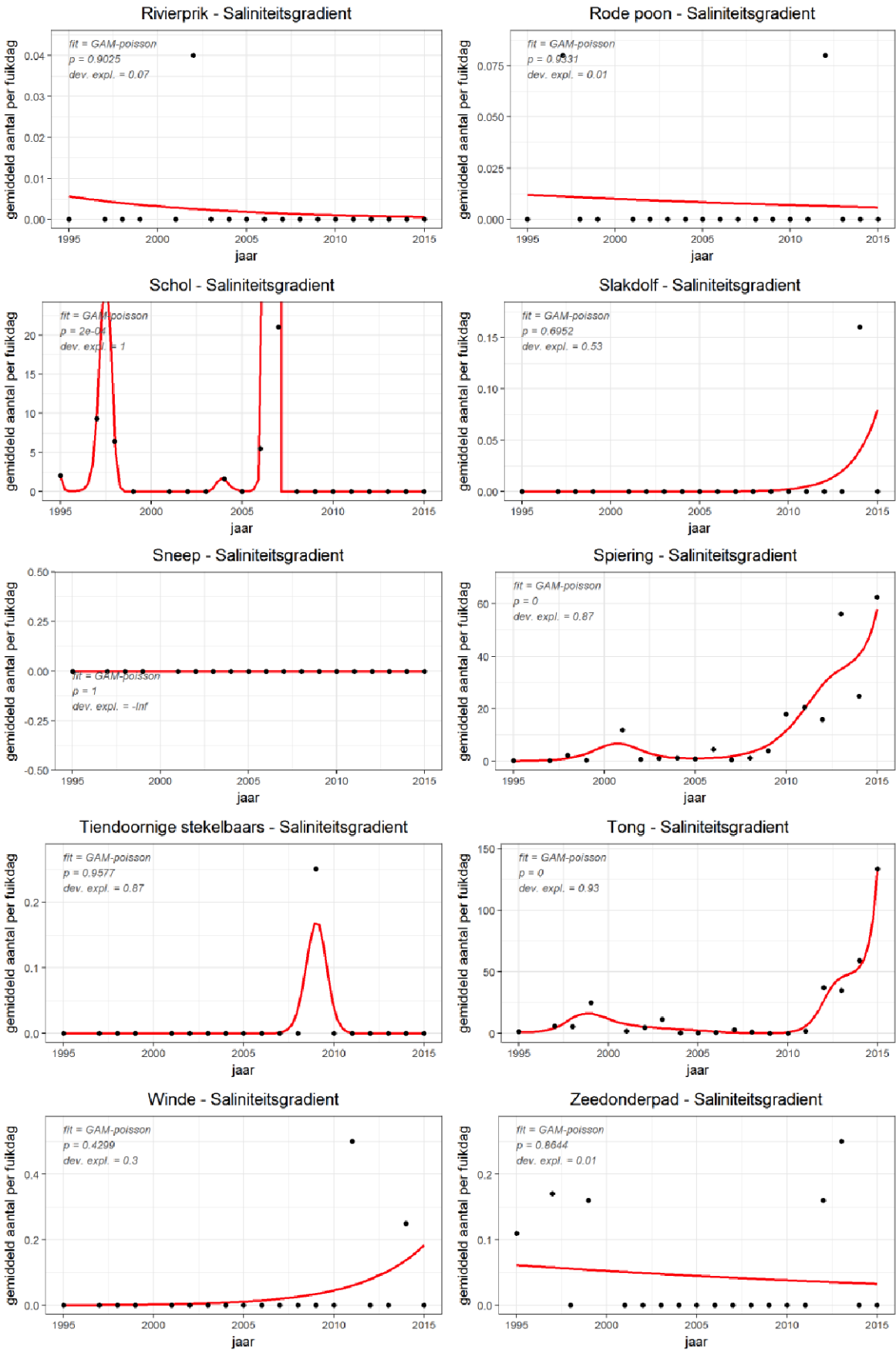
Voorkomen sleutelsoorten vissen in de zone sterke Saliniteitsgradiënt in de Zeeschelde



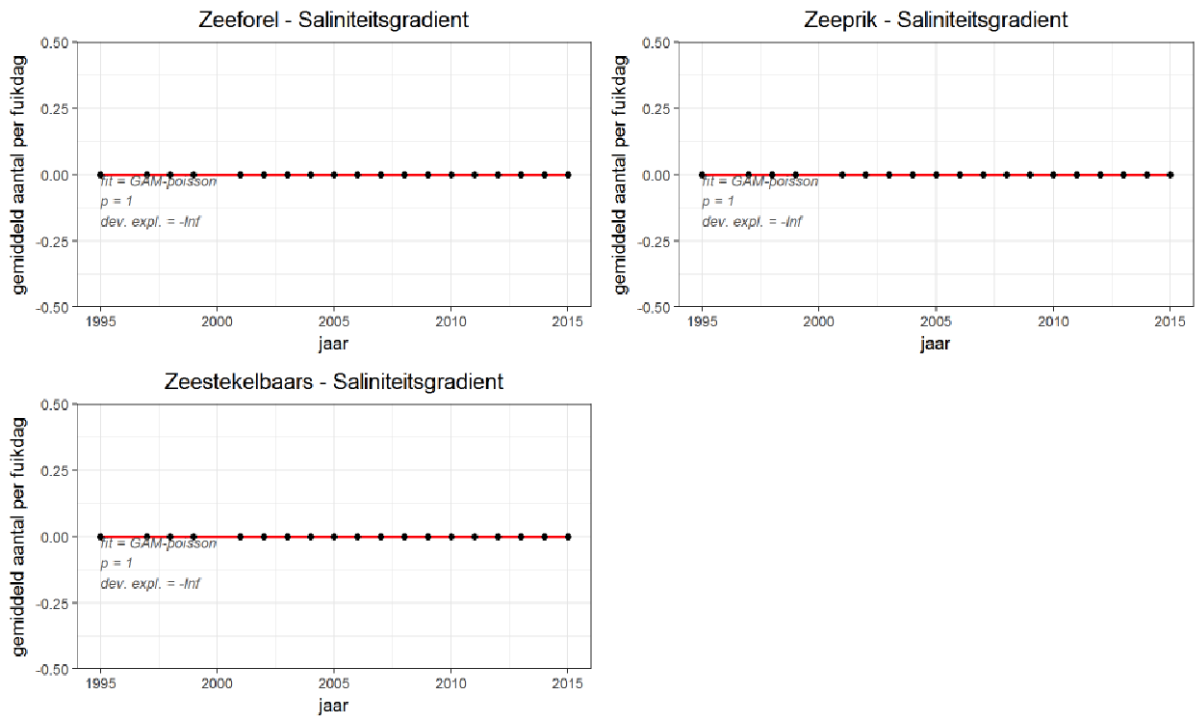
Figuur F-11: Vissen: voorkomen sleutelsoorten in de de zone sterke Saliniteitsgradiënt van de Zeeschelde.



Vervolg Figuur F-11 Vissen: voorkomen sleutelsoorten in de zone sterke Saliniteitsgradient van de Zeeschelde.

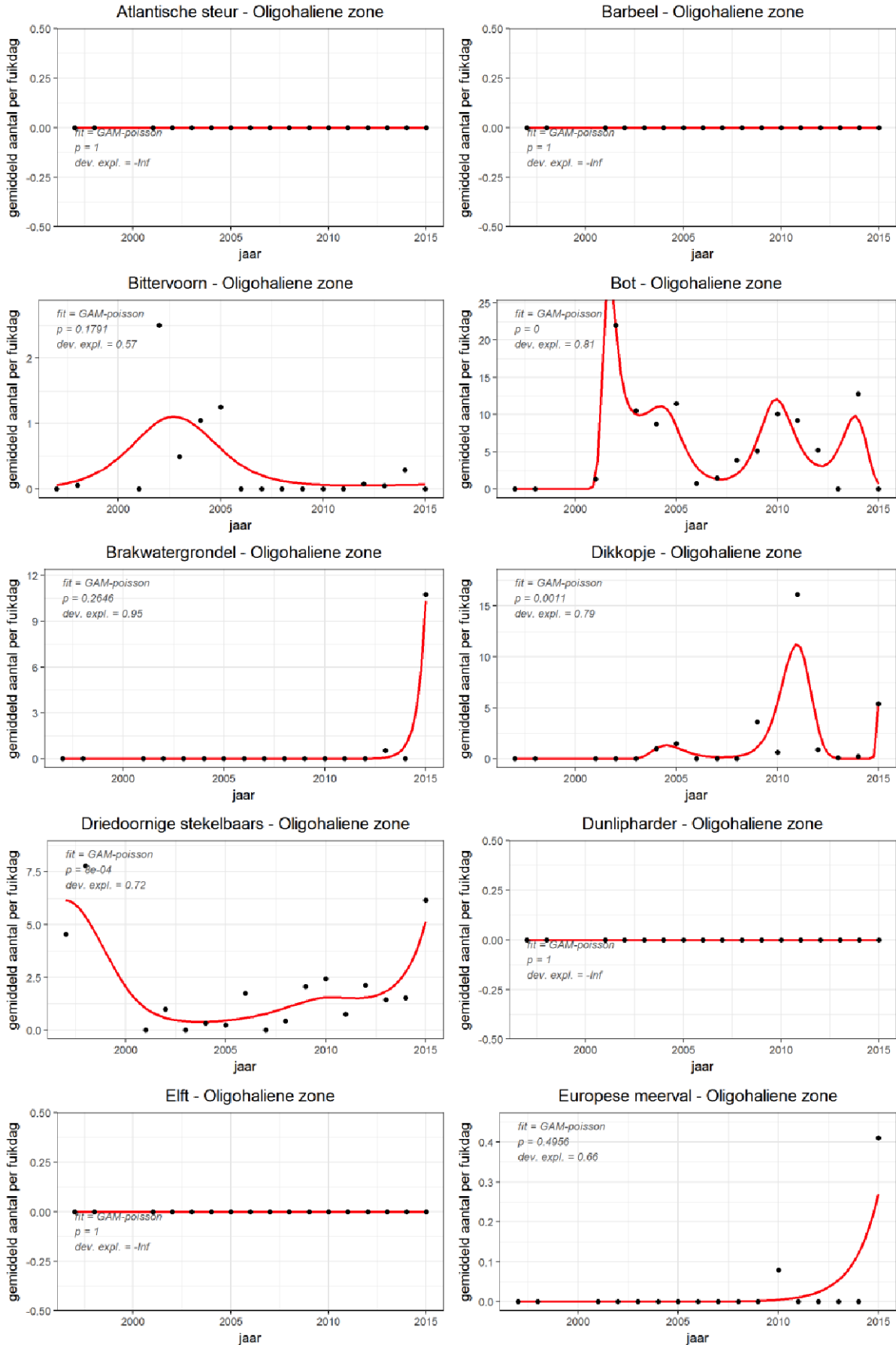


Vervolg Figuur F-11 Vissen: voorkomen sleutelsoorten in de zone sterke Saliniteitsgradient van de Zeeschelde.

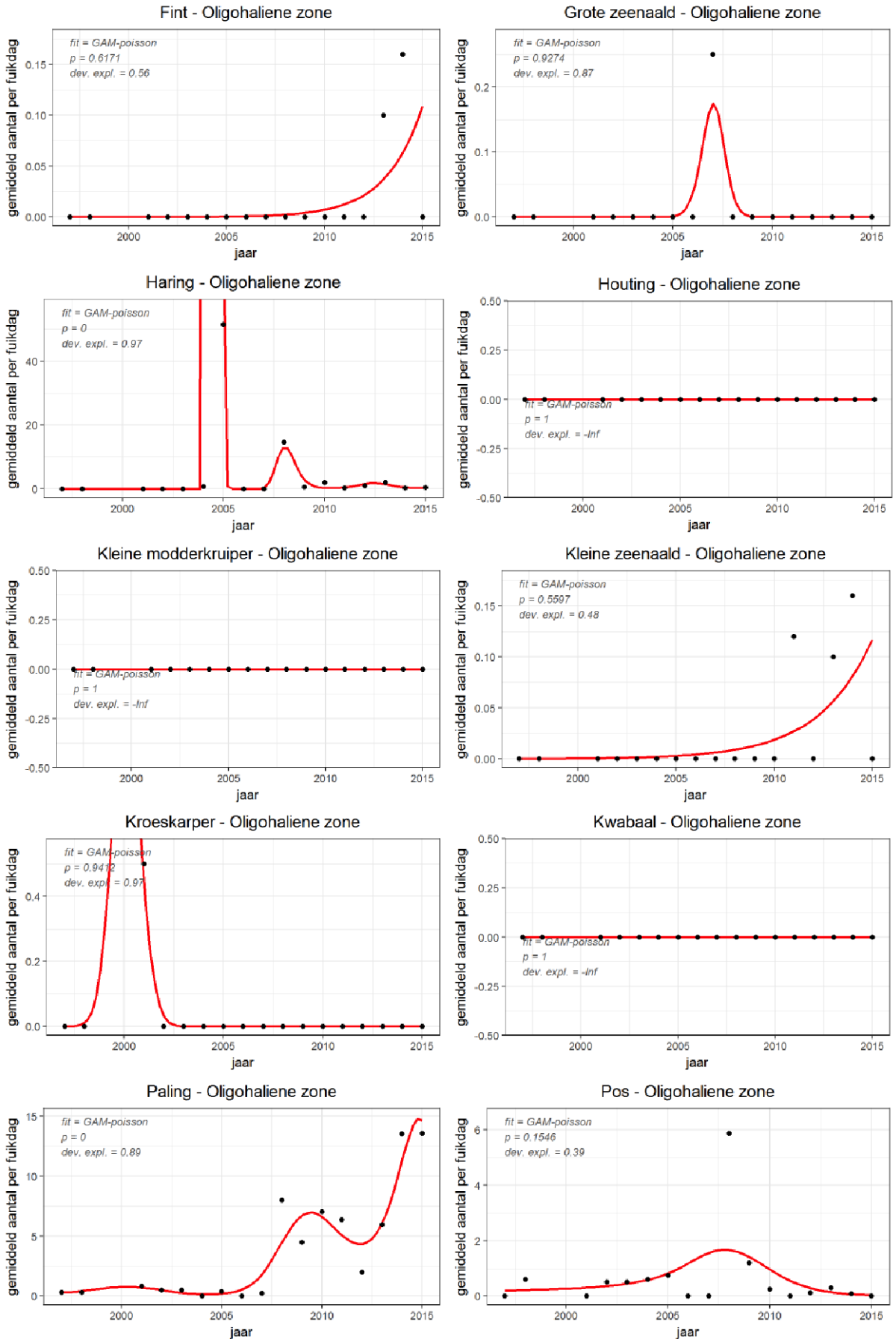


Vervolg Figuur F-11 Vissen: voorkomen sleutelsoorten in de zone sterke Saliniteitsgradiënt van de Zeeschelde.

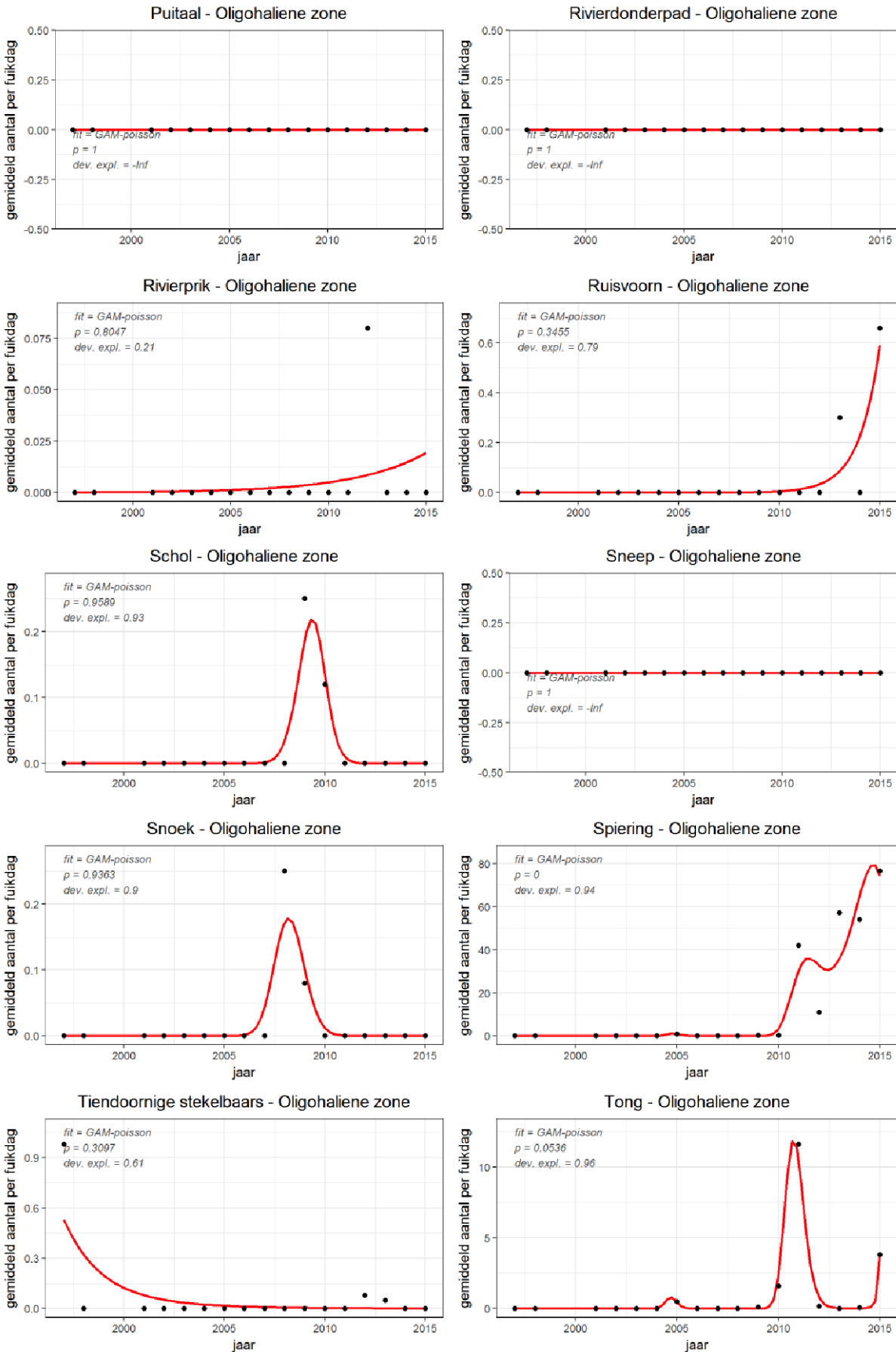
Voorkomen sleutelsoorten vissen in de Oligohaliene zone in de Zeeschelde



Figuur F-12: Vissen: Voorkomen sleutelsoorten in de Oligohaliene zone van de Zeeschelde.

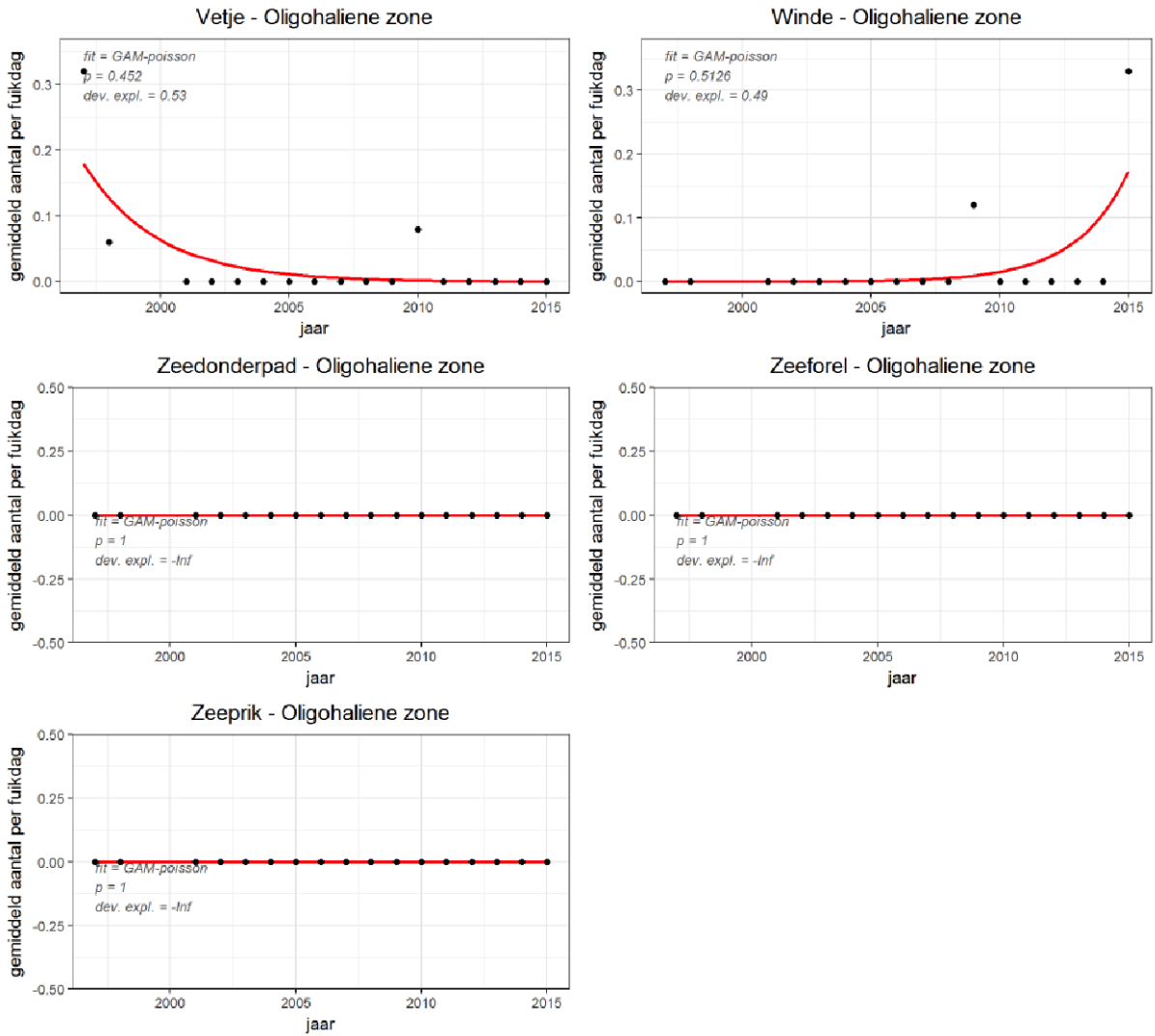


Vervolg Figuur F-12 Vissen: Voorkomen sleutelsoorten in de Oligohaliene zone van de Zeeschelde.



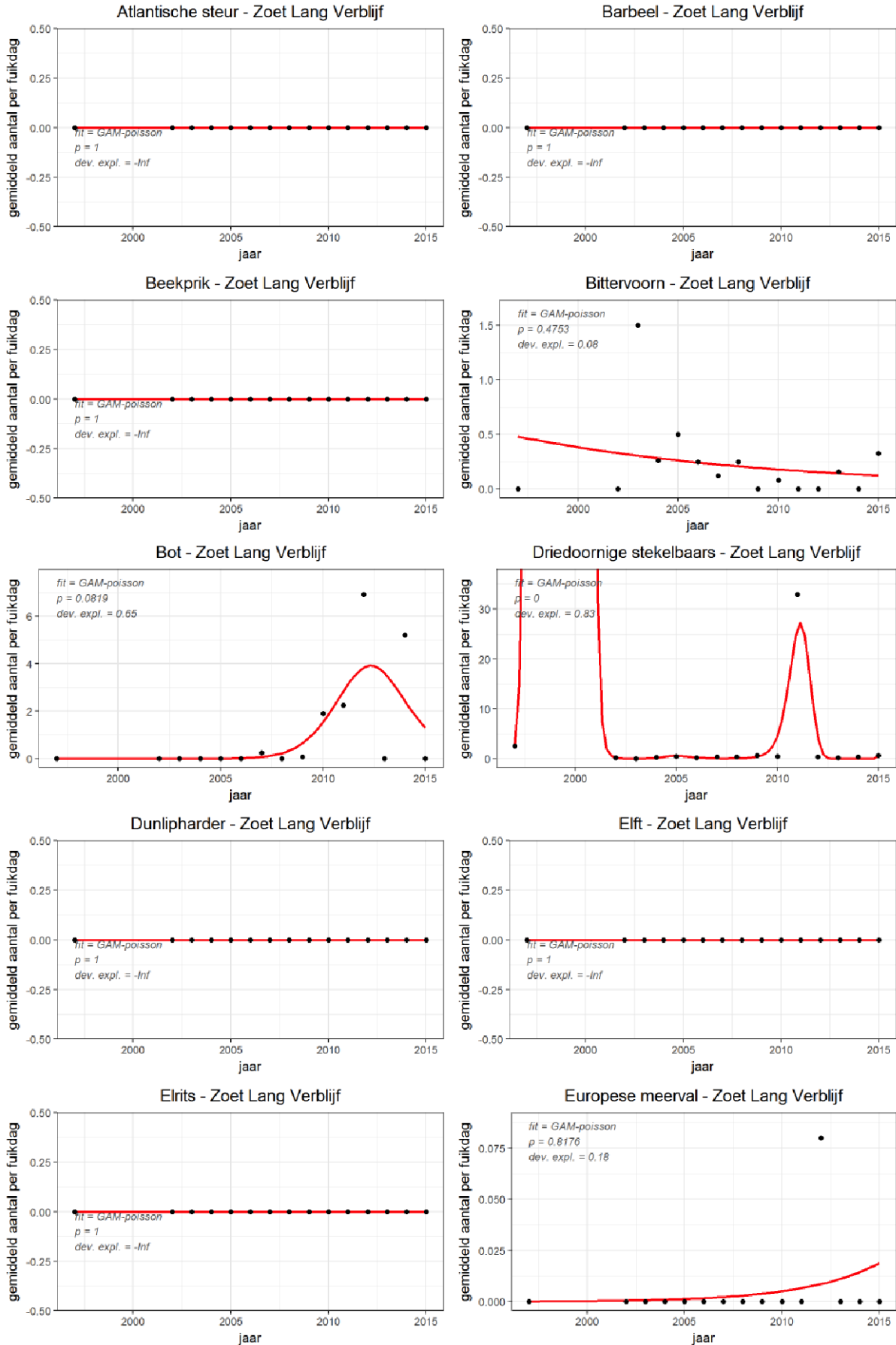
Vervolg Figuur F-12 Vissen: Voorkomen sleutelsoorten in de Oligohaliene zone van de Zeeschelde.



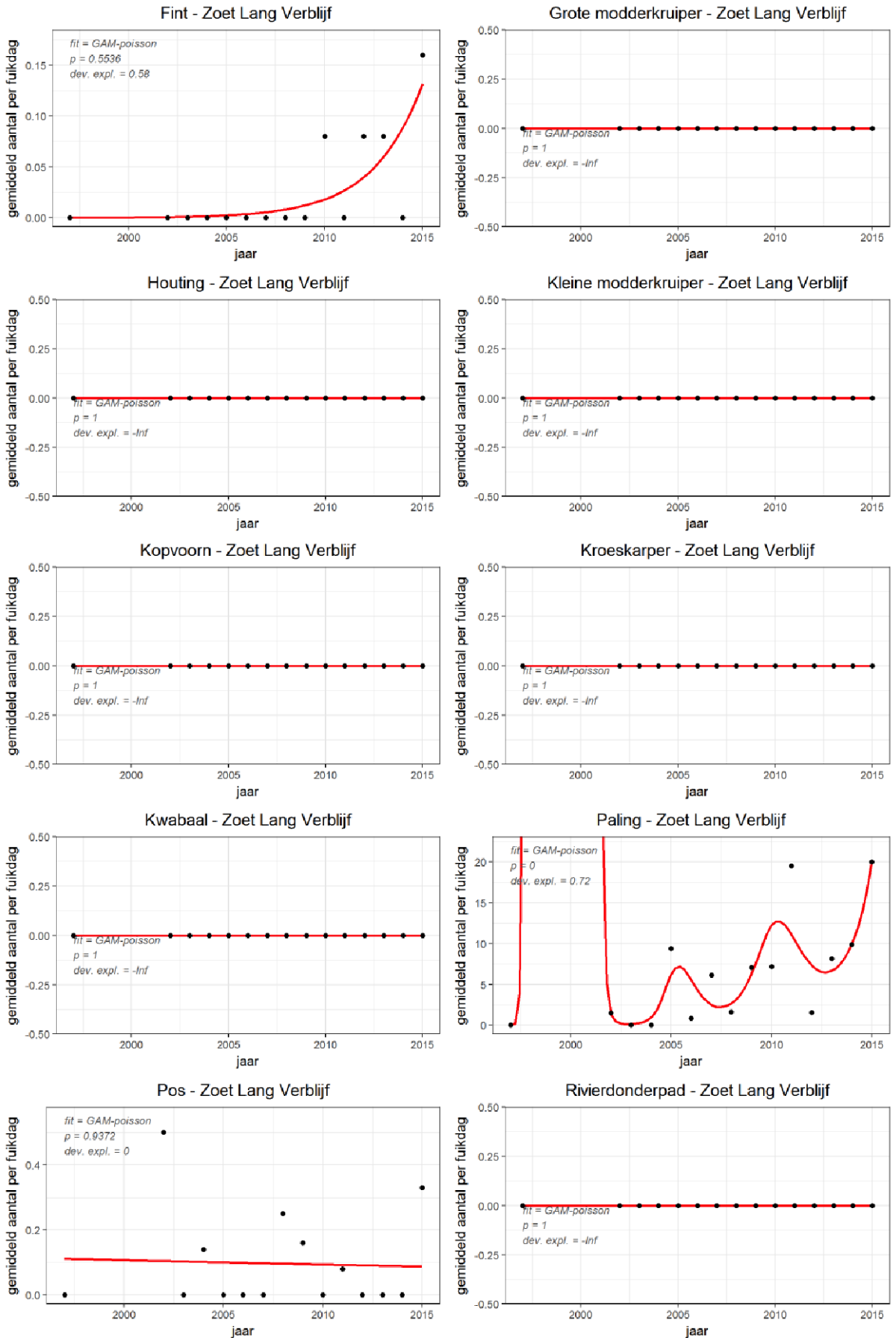


Vervolg Figuur F-12 Vissen: Voorkomen sleutelsoorten in de Oligohaliene zone van de Zeeschelde.

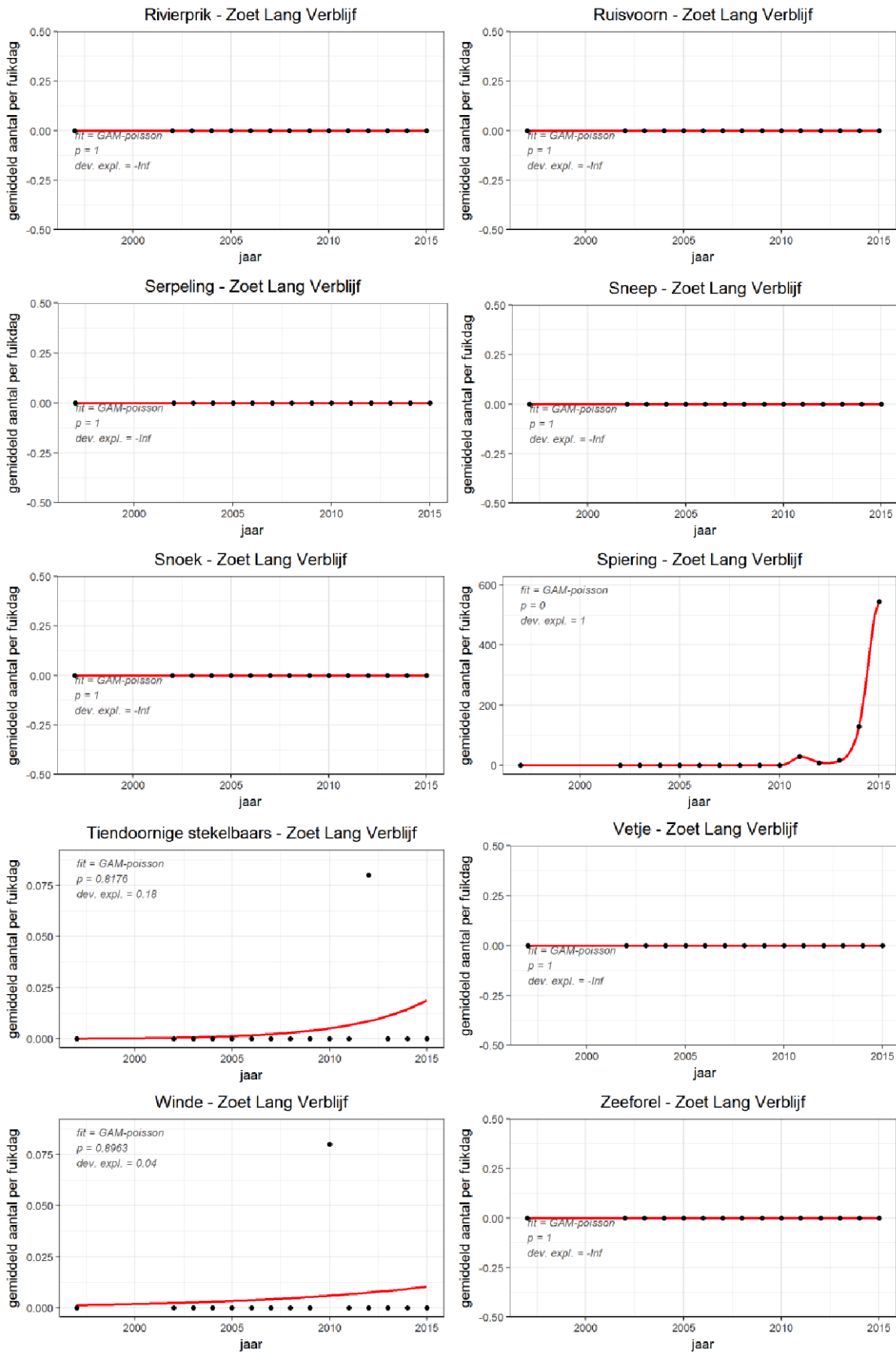
Voorkomen sleutelsoorten vissen in de zone Zoet lange verblijftijd in de Zeeschelde



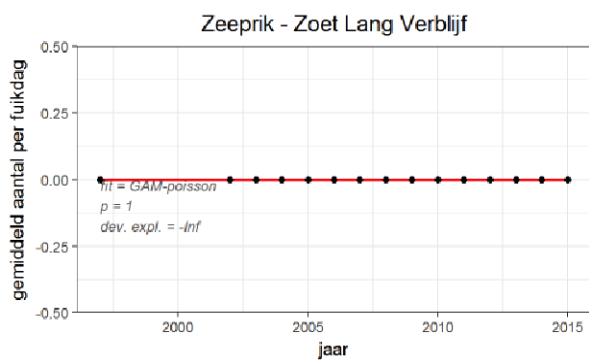
Figuur F-13: Vissen: voorkomen sleutelsoorten in de zone Zoet Lange verblijftijd van de Zeeschelde.



Vervolg Figuur F-13 Vissen: voorkomen sleutelsoorten in de zone Zoet Lange verblijftijd van de Zeeschelde.

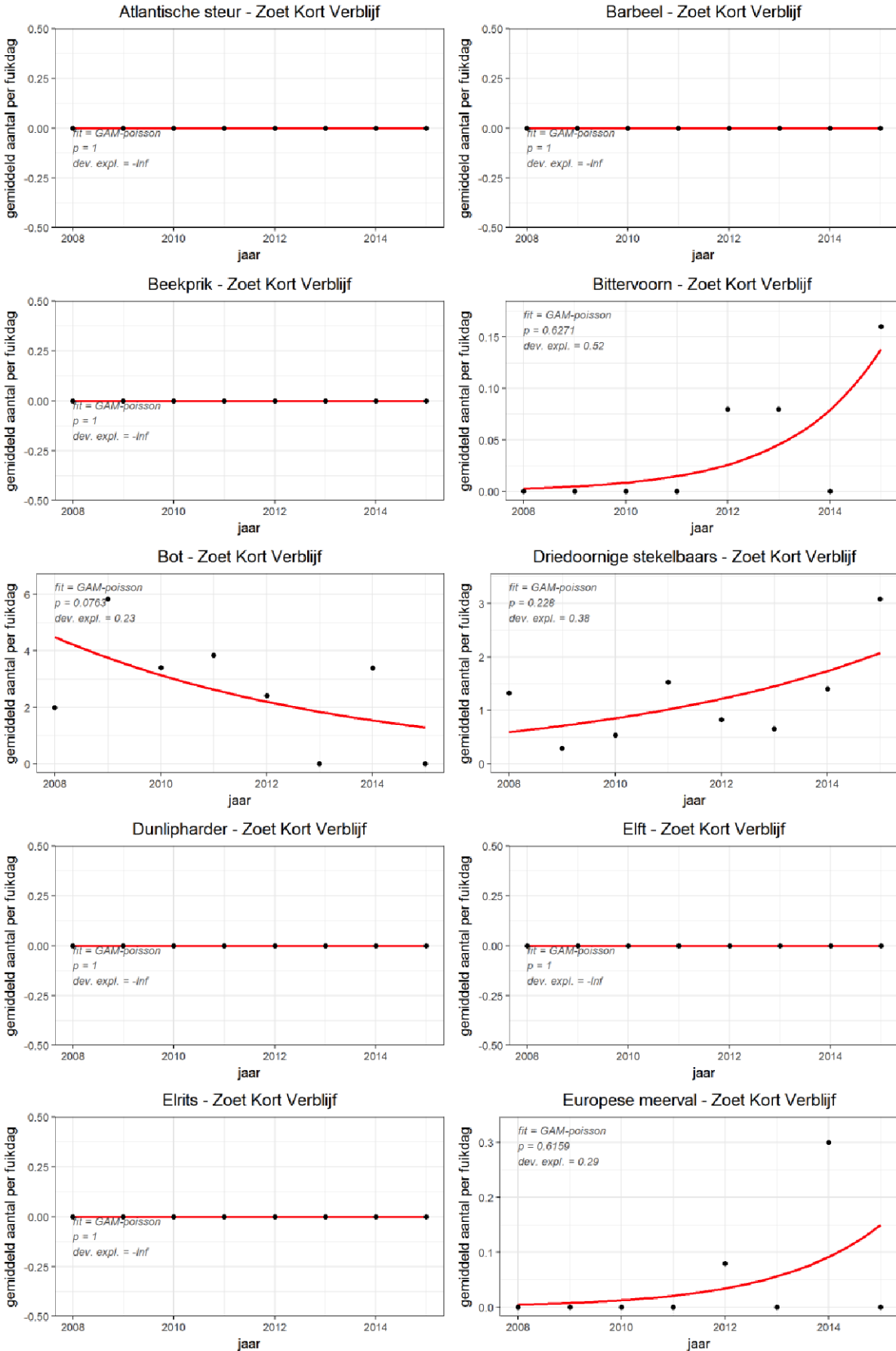


Vervolg Figuur F-13 Vissen: voorkomen sleutelsoorten in de zone Zoet Lange verblijftijd van de Zeeschelde.

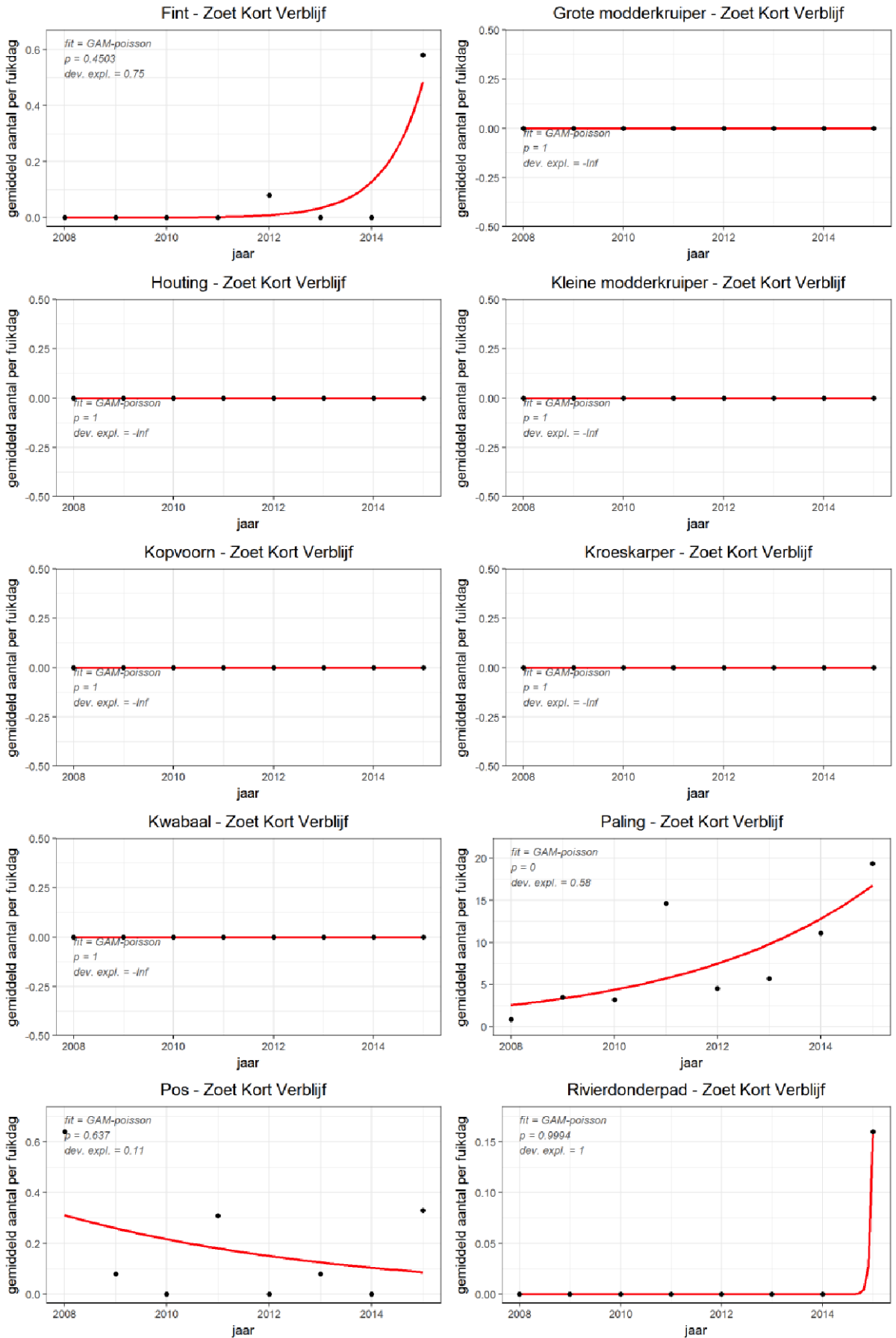


Vervolg Figuur F-13 Vissen: voorkomen sleutelsoorten in de zone Zoet Lange verblijftijd van de Zeeschelde.

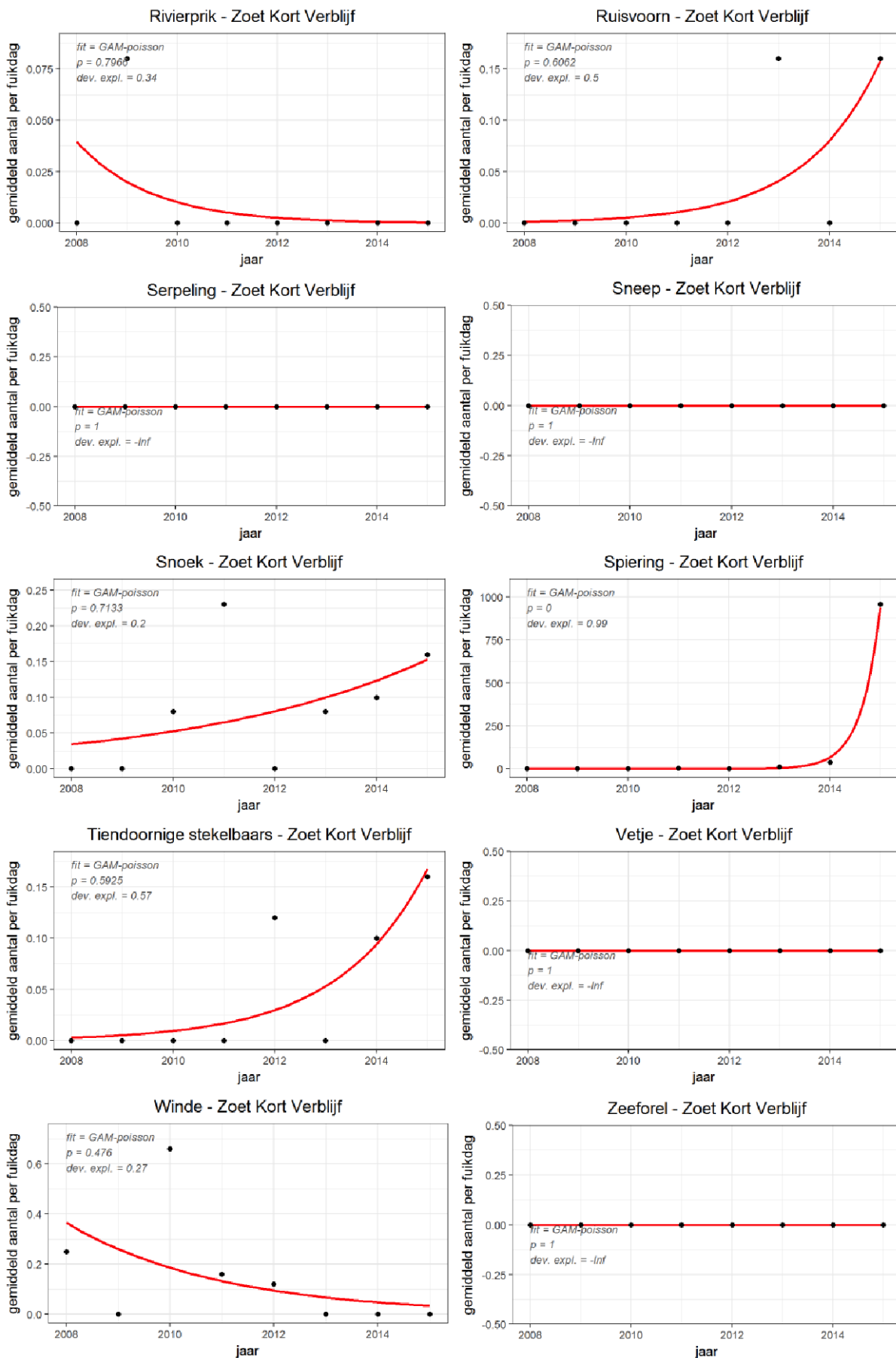
Voorkomen sleutelsoorten vissen in de zone Zoet korte verblijftijd in de Zeeschelde



Figuur F-14: Vissen: voorkomen sleutelsoorten in de zone Zoet korte verblijftijd van de Zeeschelde.

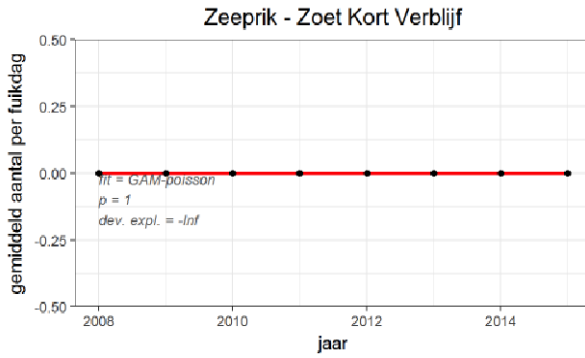


Vervolg Figuur F-14 Vissen: voorkomen sleutelsoorten in de zone Zoet korte verblijftijd van de Zeeschelde.



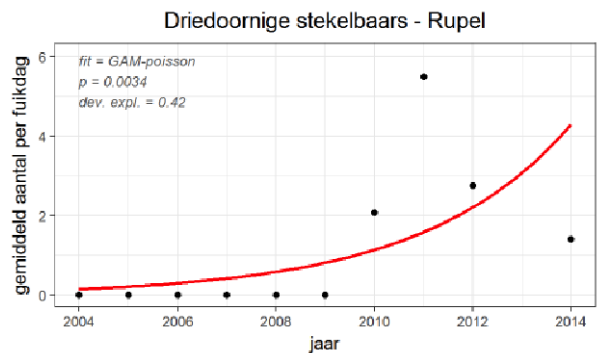
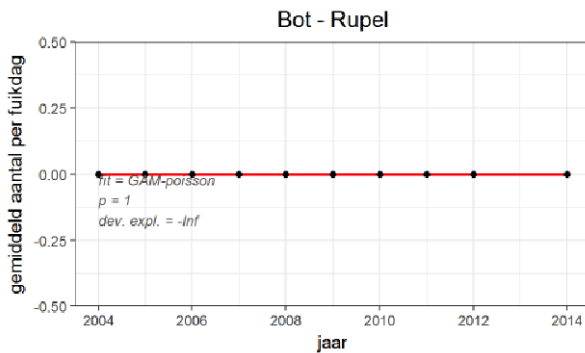
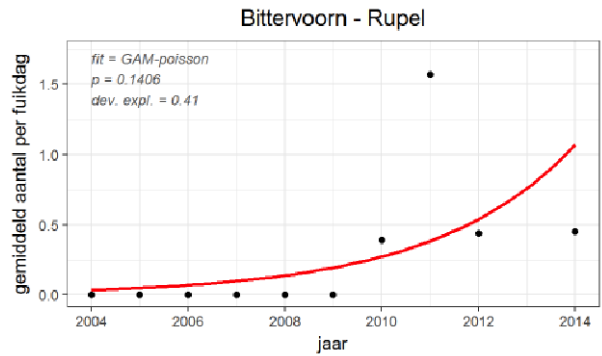
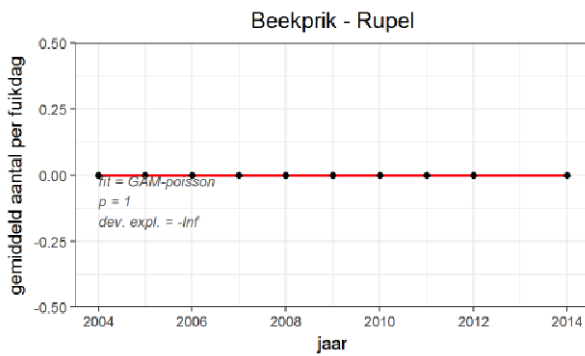
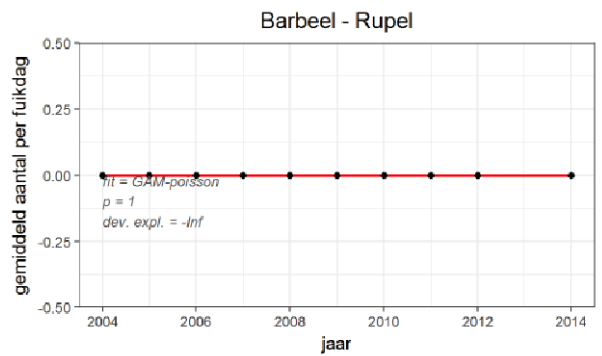
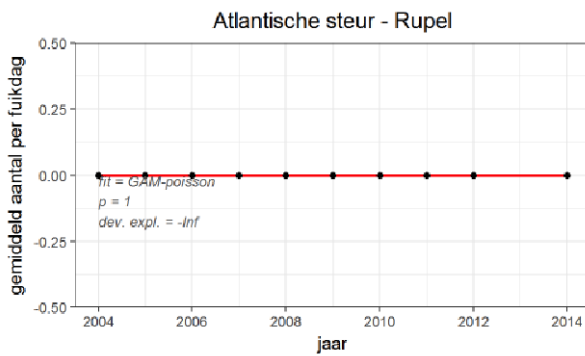
Vervolg Figuur F-14 Vissen: voorkomen sleutelsoorten in de zone Zoet korte verblijftijd van de Zeeschelde.



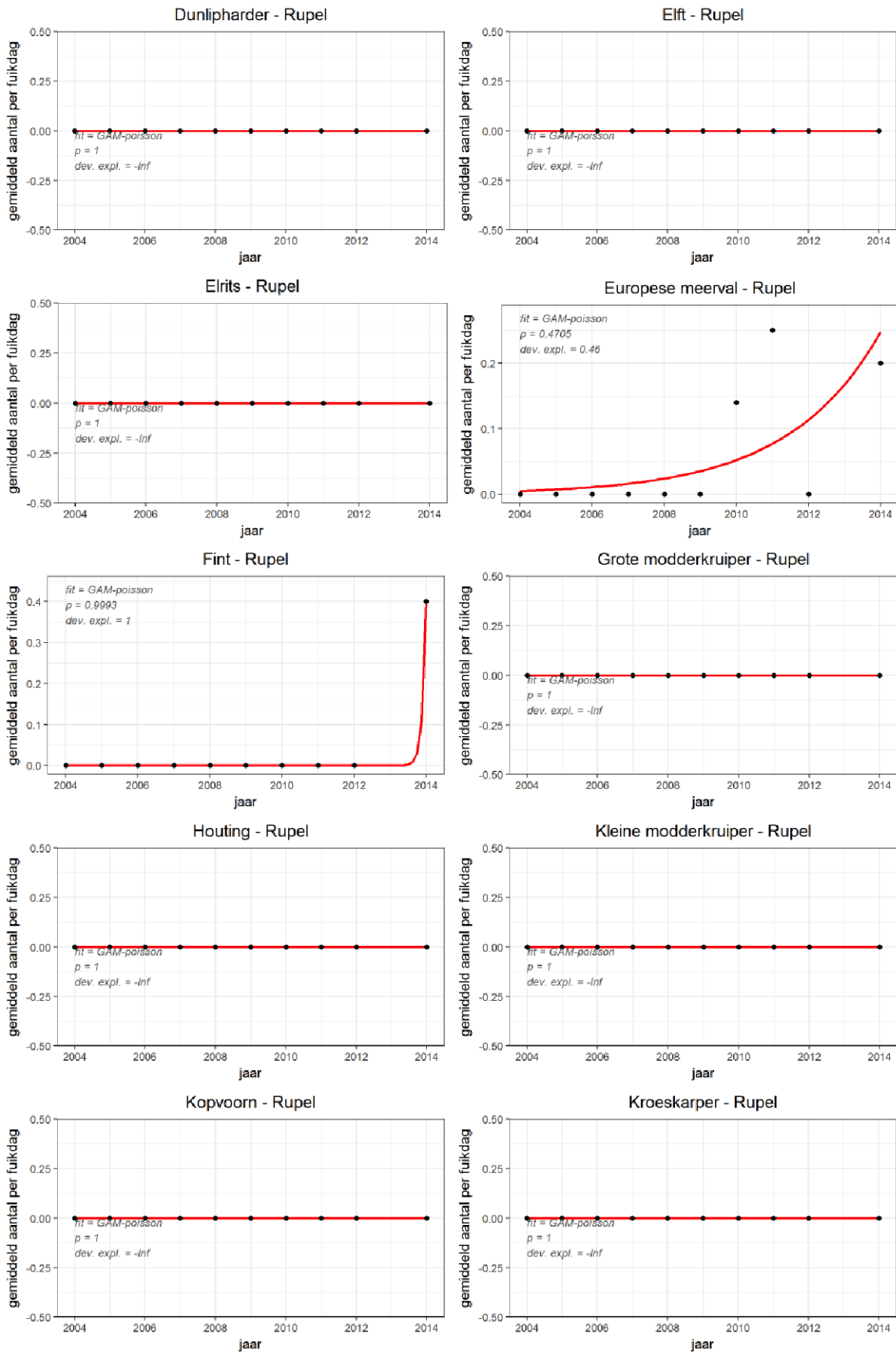


Vervolg Figuur F-14 Vissen: voorkomen sleutelsoorten in de zone Zoet korte verblijftijd van de Zeeschelde.

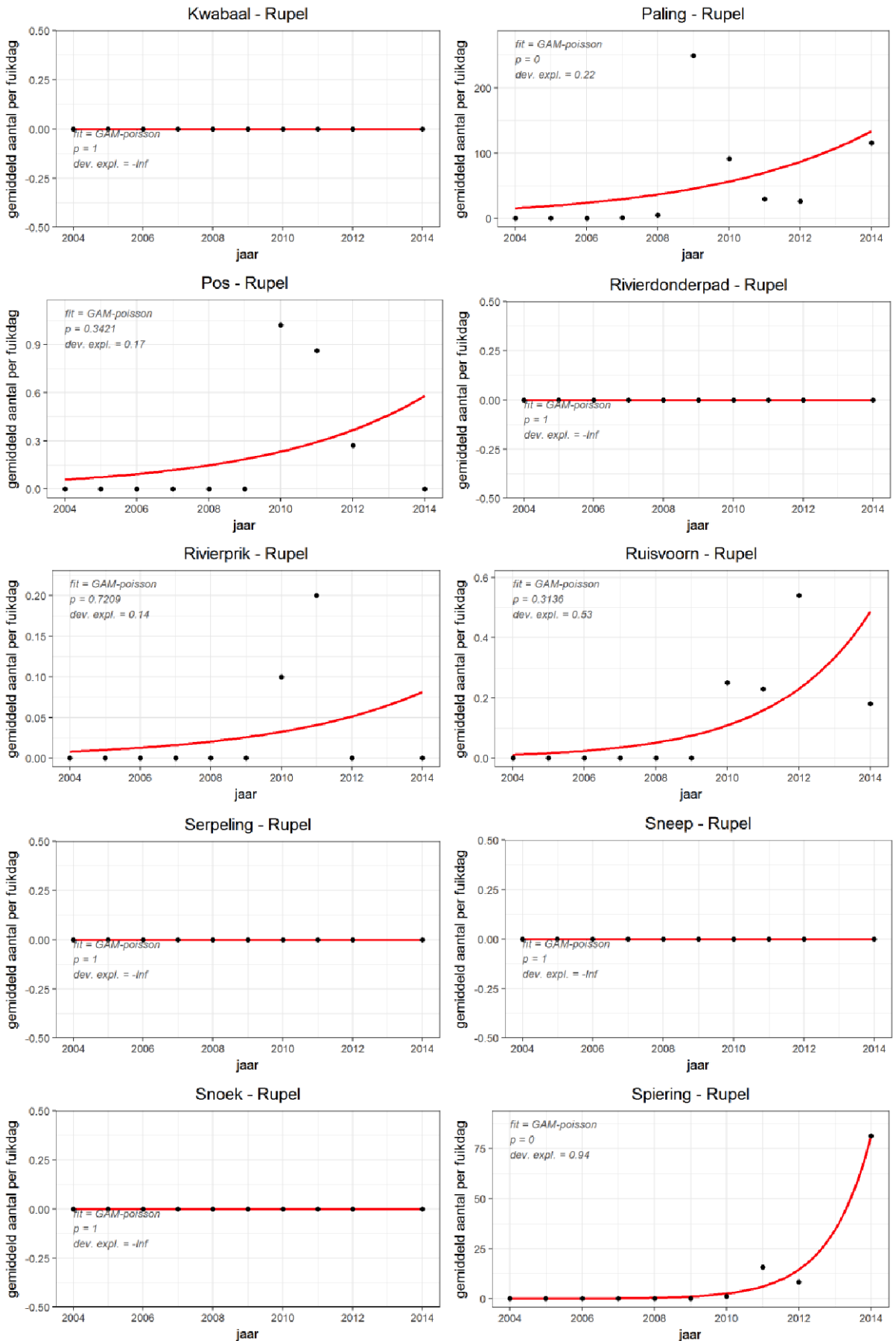
Voorkomen sleutelsoorten vissen in de zone Rupel van de Zeeschelde



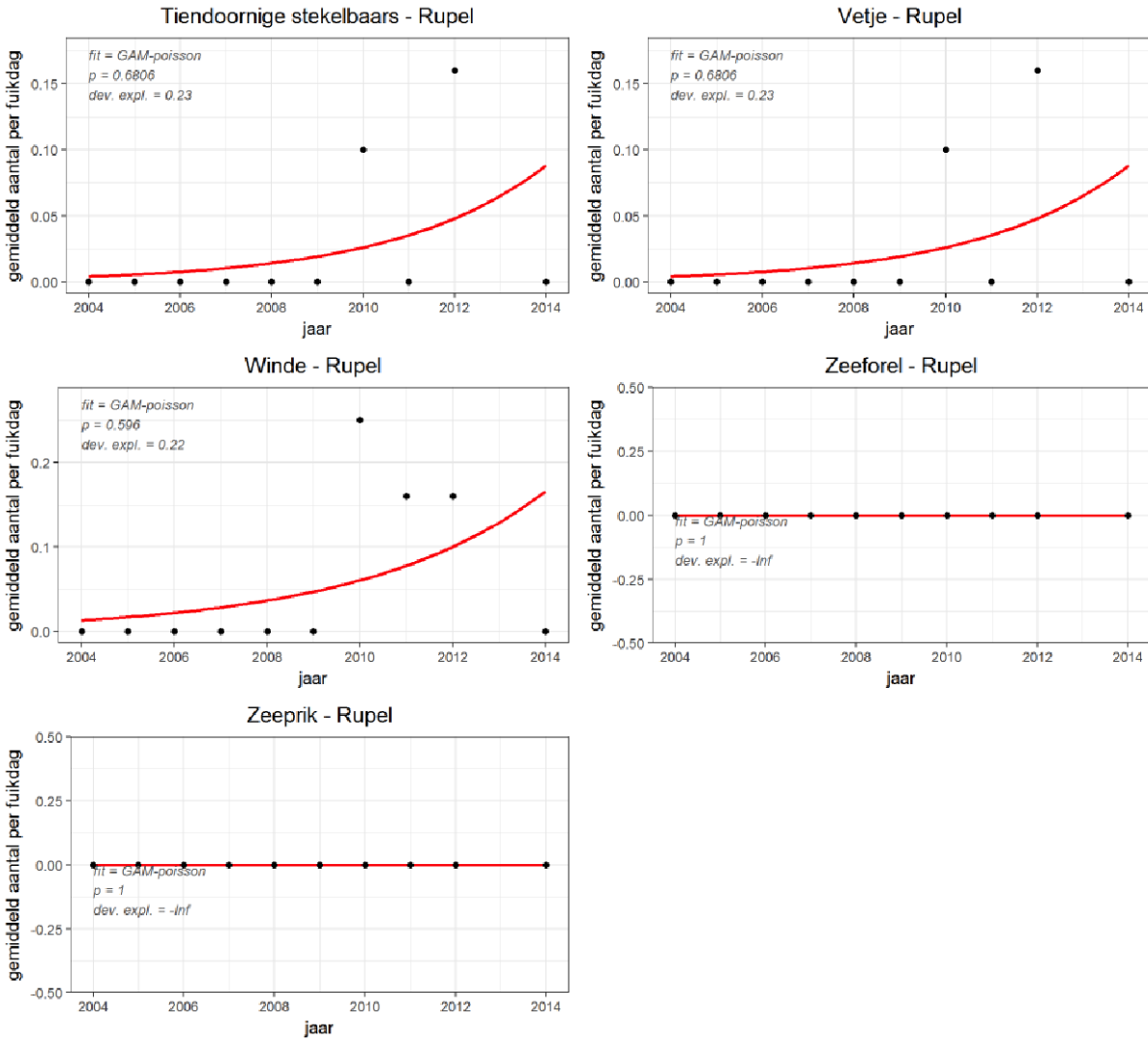
Figuur F-15: Vissen: voorkomen sleutelsoorten in de zone Rupel van de Zeeschelde.



Vervolg Figuur F-15 Vissen: voorkomen sleutelsoorten in de zone Rupel van de Zeeschelde.

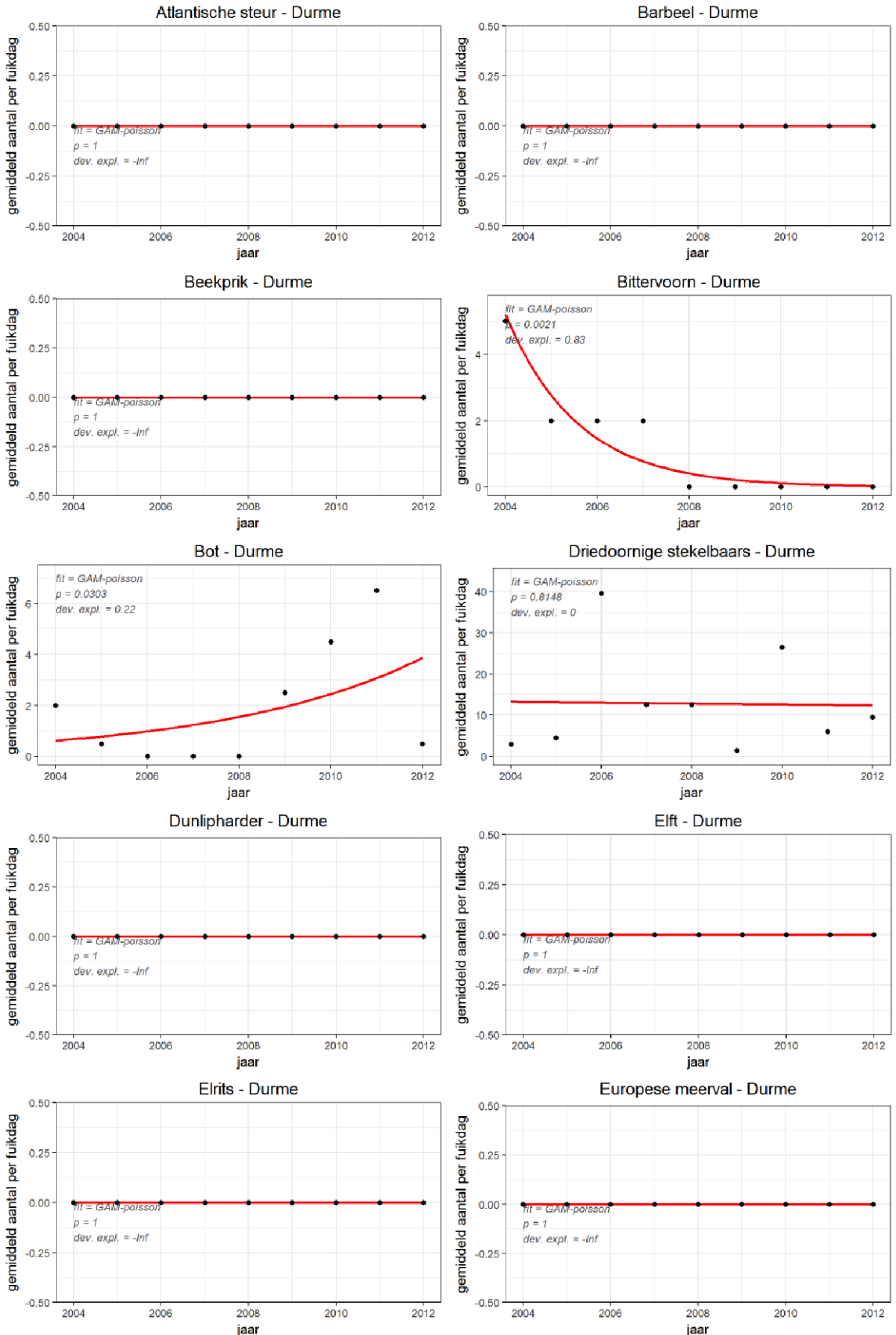


Vervolg Figuur F-15 Vissen: voorkomen sleutelsoorten in de zone Rupel van de Zeeschelde.

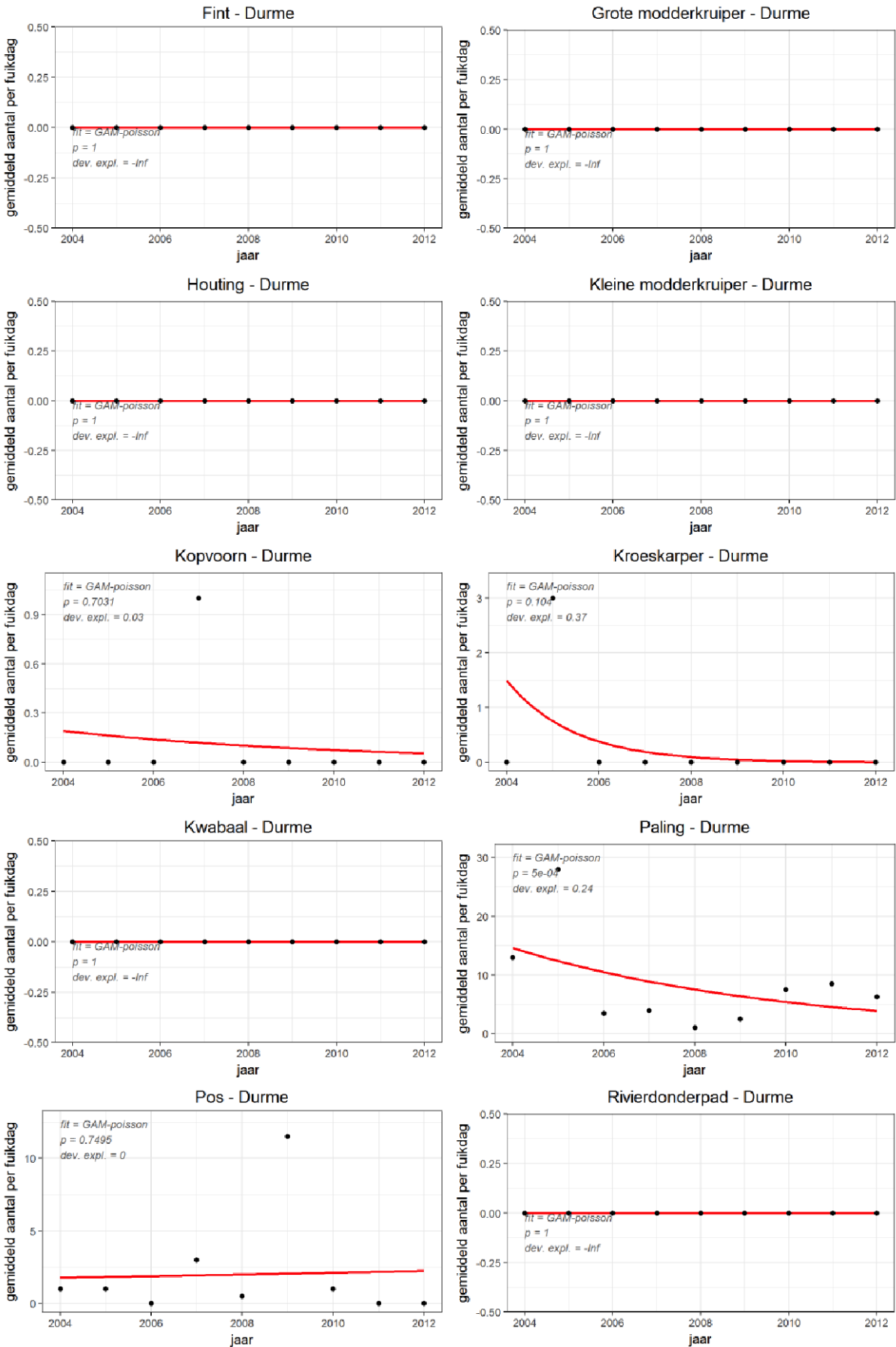


Vervolg Figuur F-15 Vissen: voorkomen sleutelsoorten in de zone Rupel van de Zeeschelde.

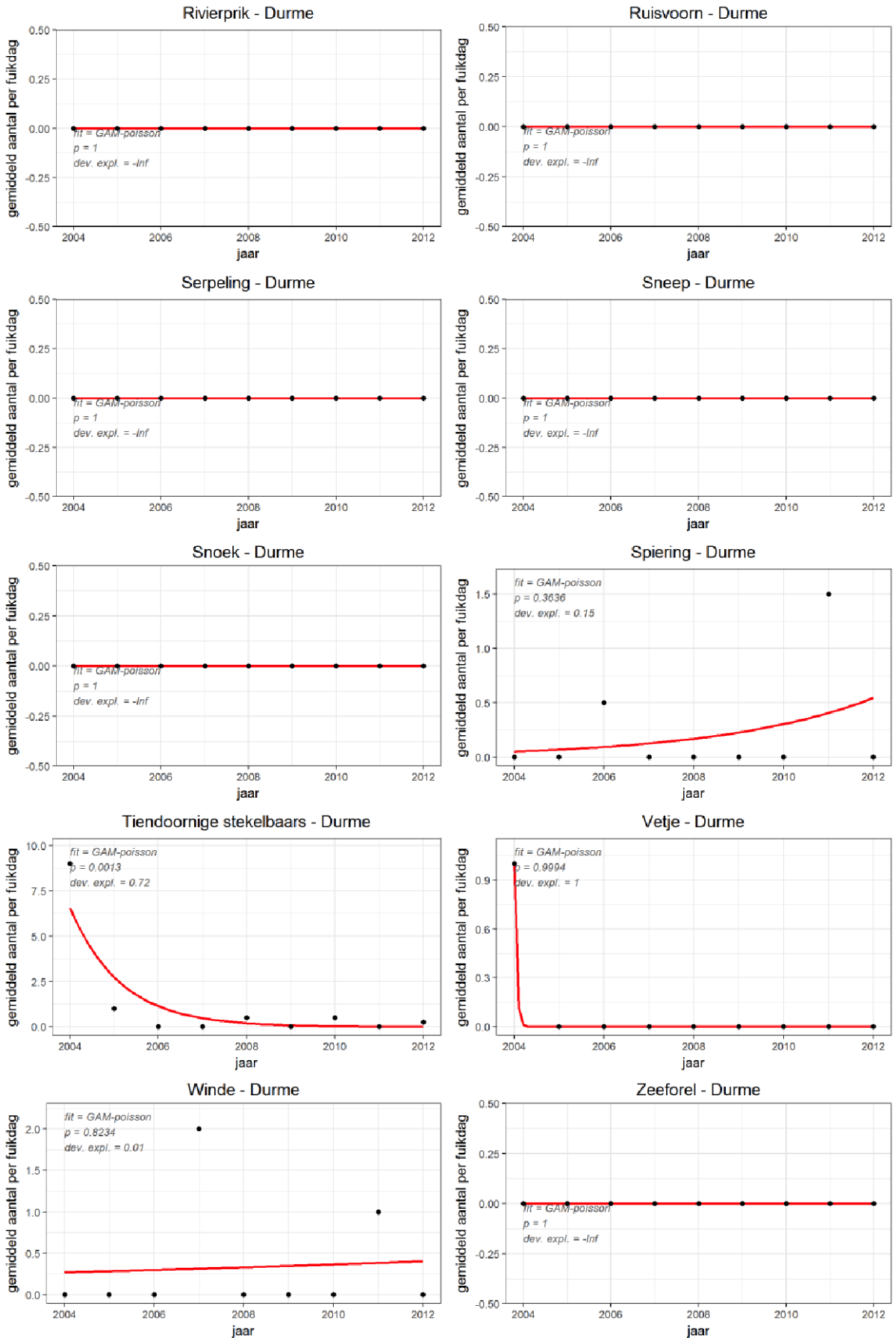
Voorkomen sleutelsoorten vissen in de zone Durme van de Zeeschelde.



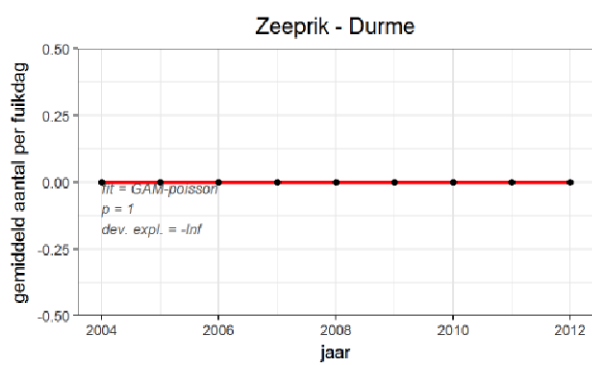
Figuur F-16: Vissen: voorkomen sleutelsoorten in de zone Durme van de Zeeschelde.



Vervolg Figuur F-16 Vissen: voorkomen sleutelsoorten in de zone Durme van de Zeeschelde.

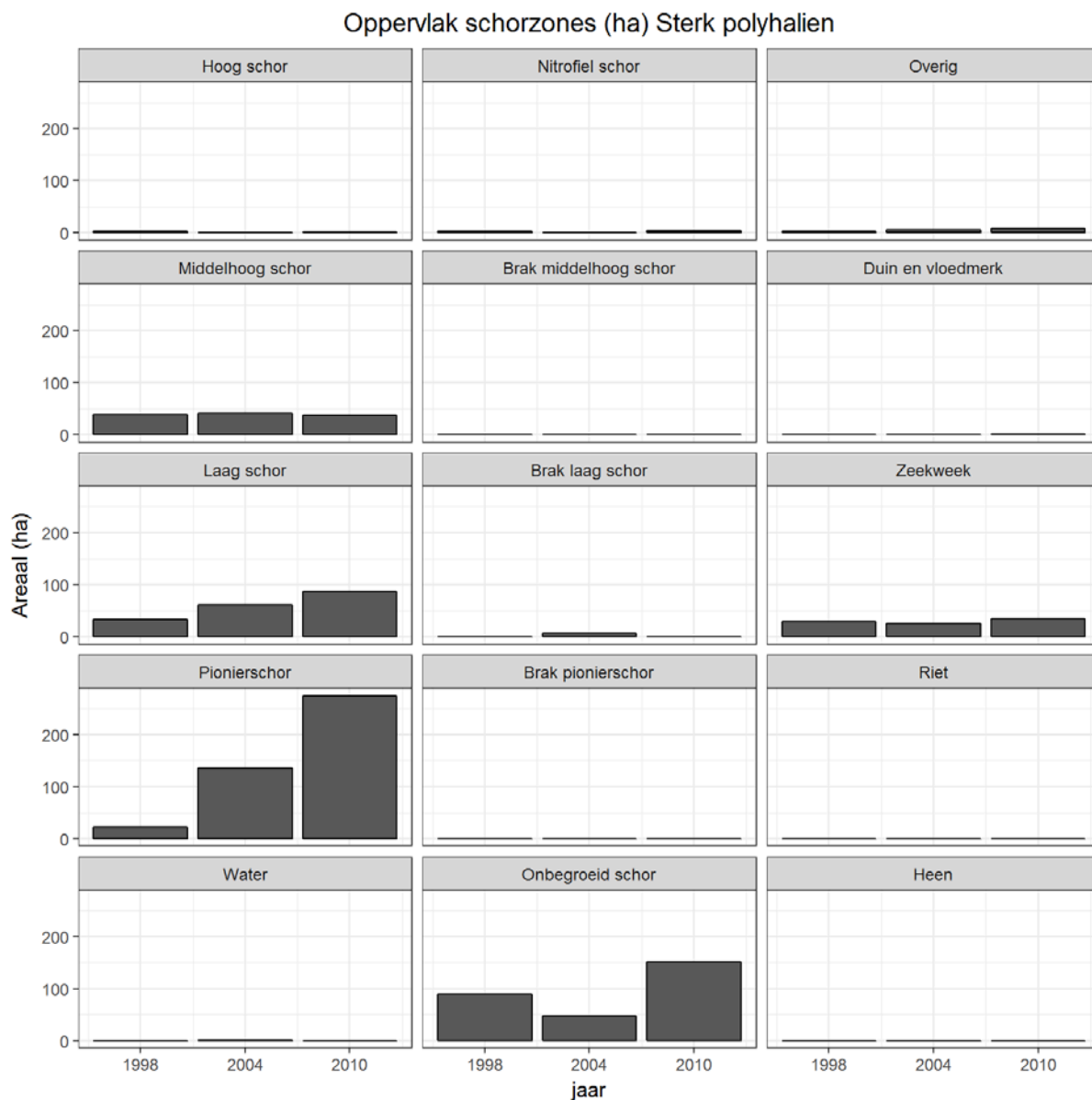


Vervolg Figuur F-16 Vissen: voorkomen sleutelsoorten in de zone Durme van de Zeeschelde.

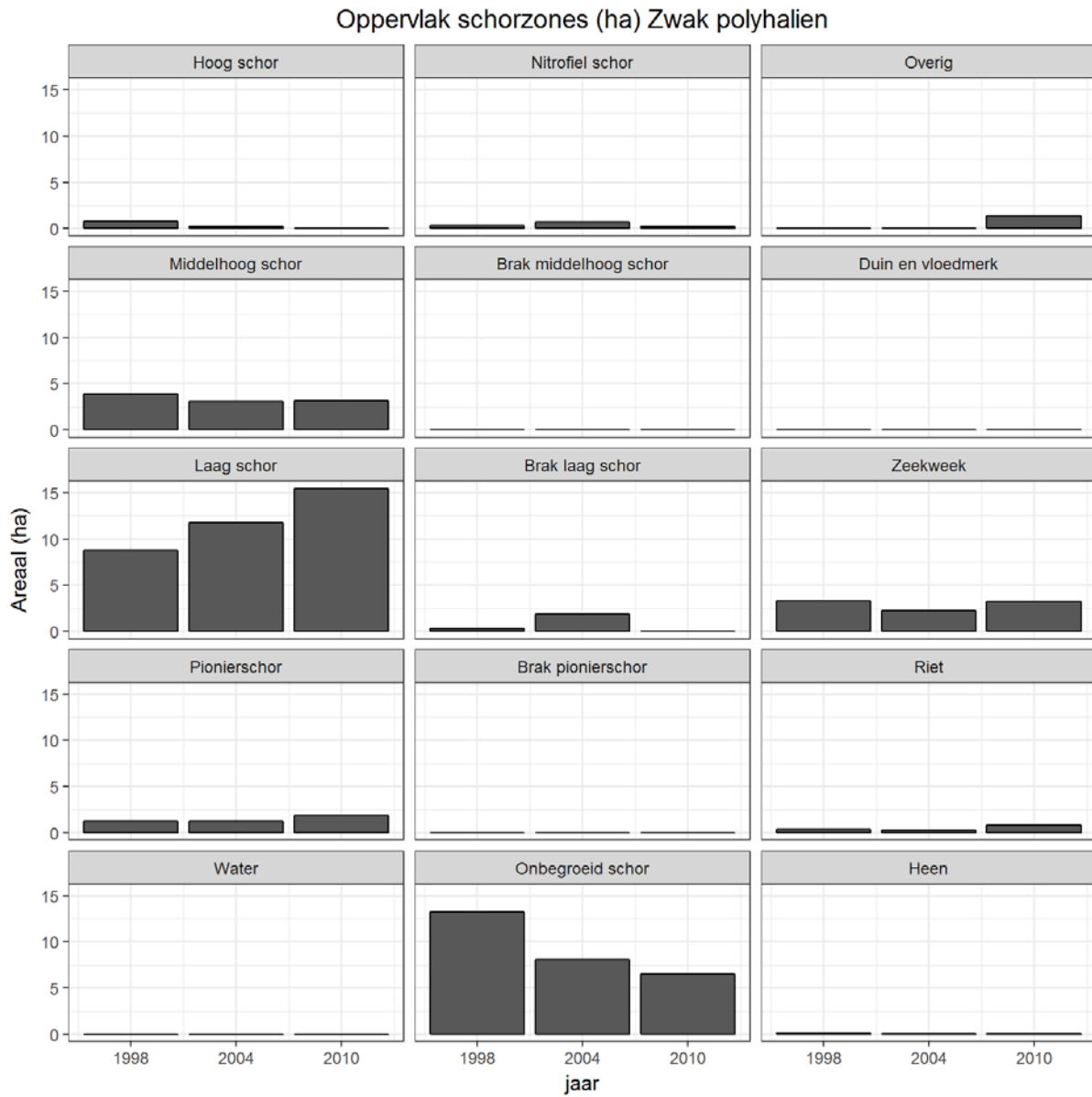


Vervolg Figuur F-16 Vissen: voorkomen sleutelsoorten in de zone Durme van de Zeeschelde.



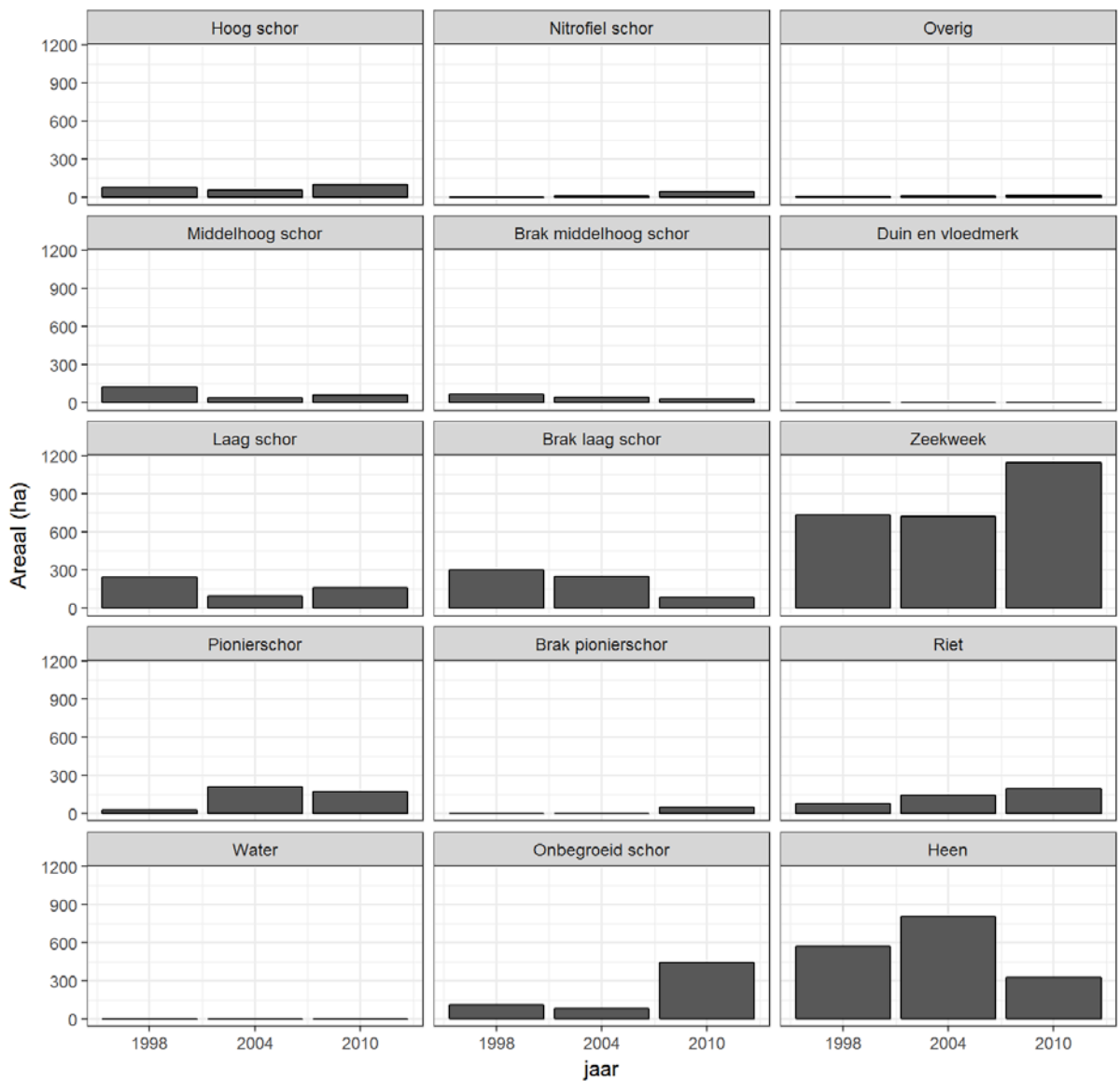


Figuur F-17: Vegetatie: ontwikkeling schorzones in de zone Sterk polyhalien van de Westerschelde.

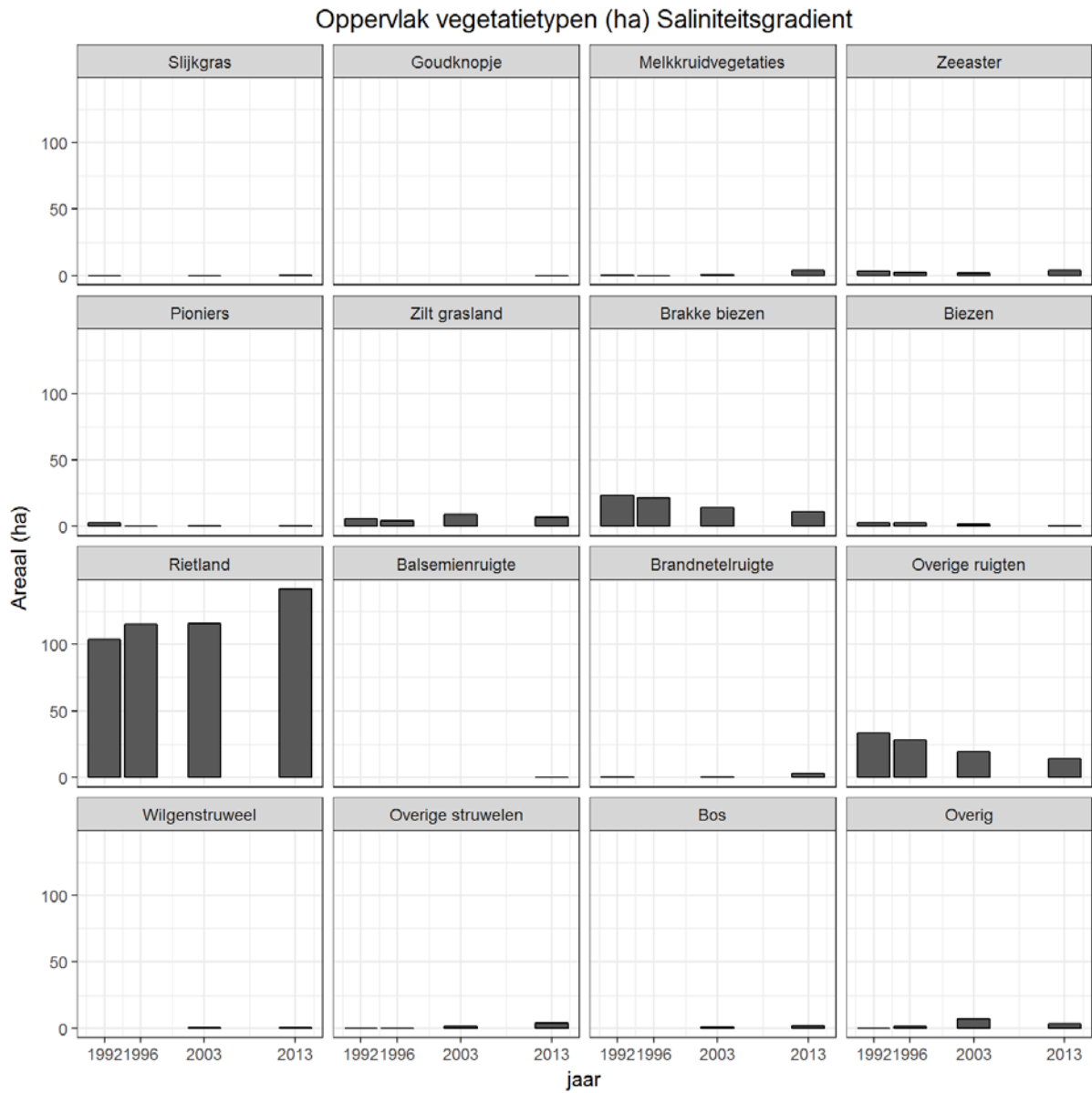


Figuur F-18: Vegetatie: ontwikkeling schorzones in de zone Zwak polyhalien van de Westerschelde.

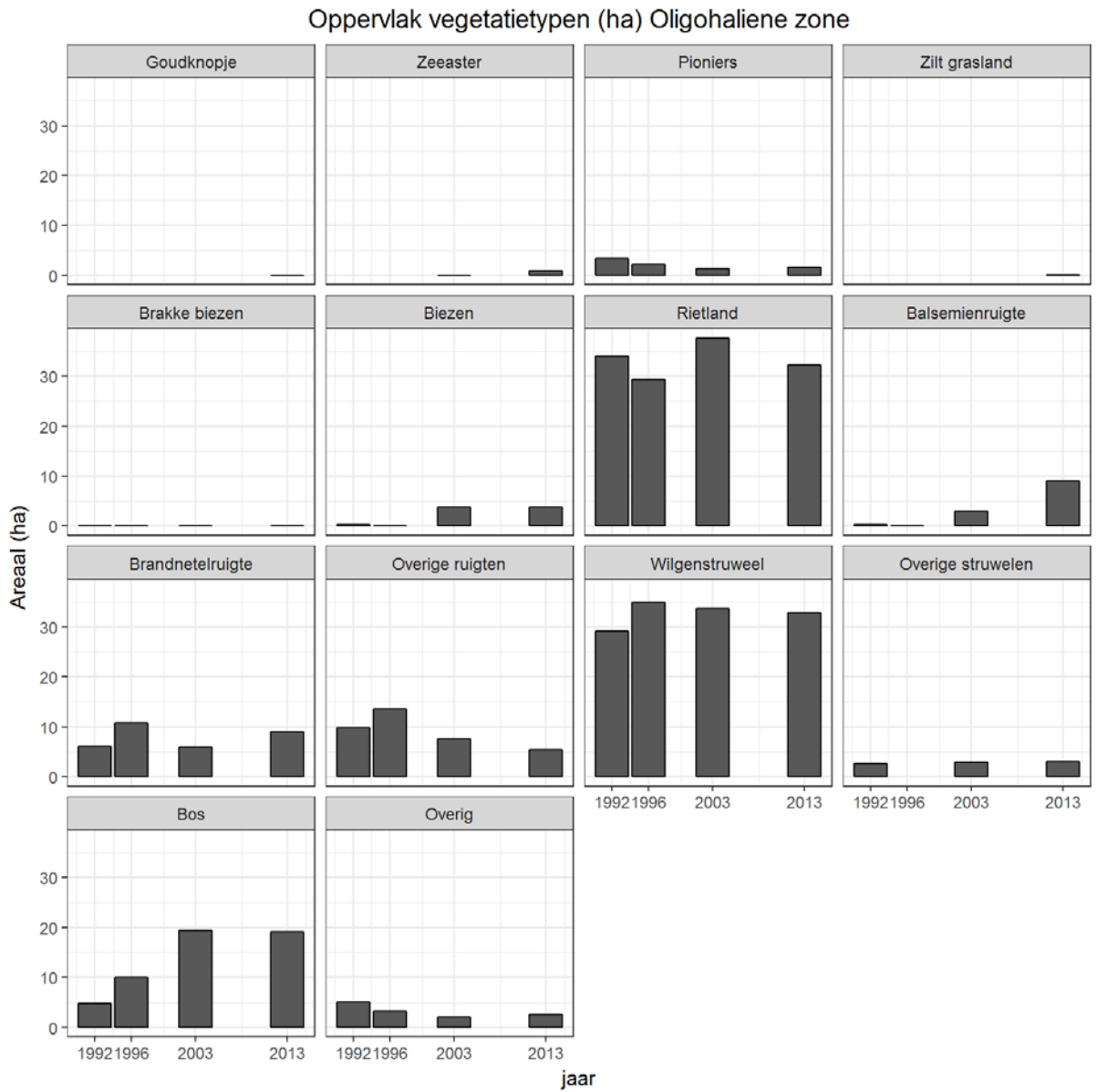
Oppervlak schorzones (ha) Mesohalien



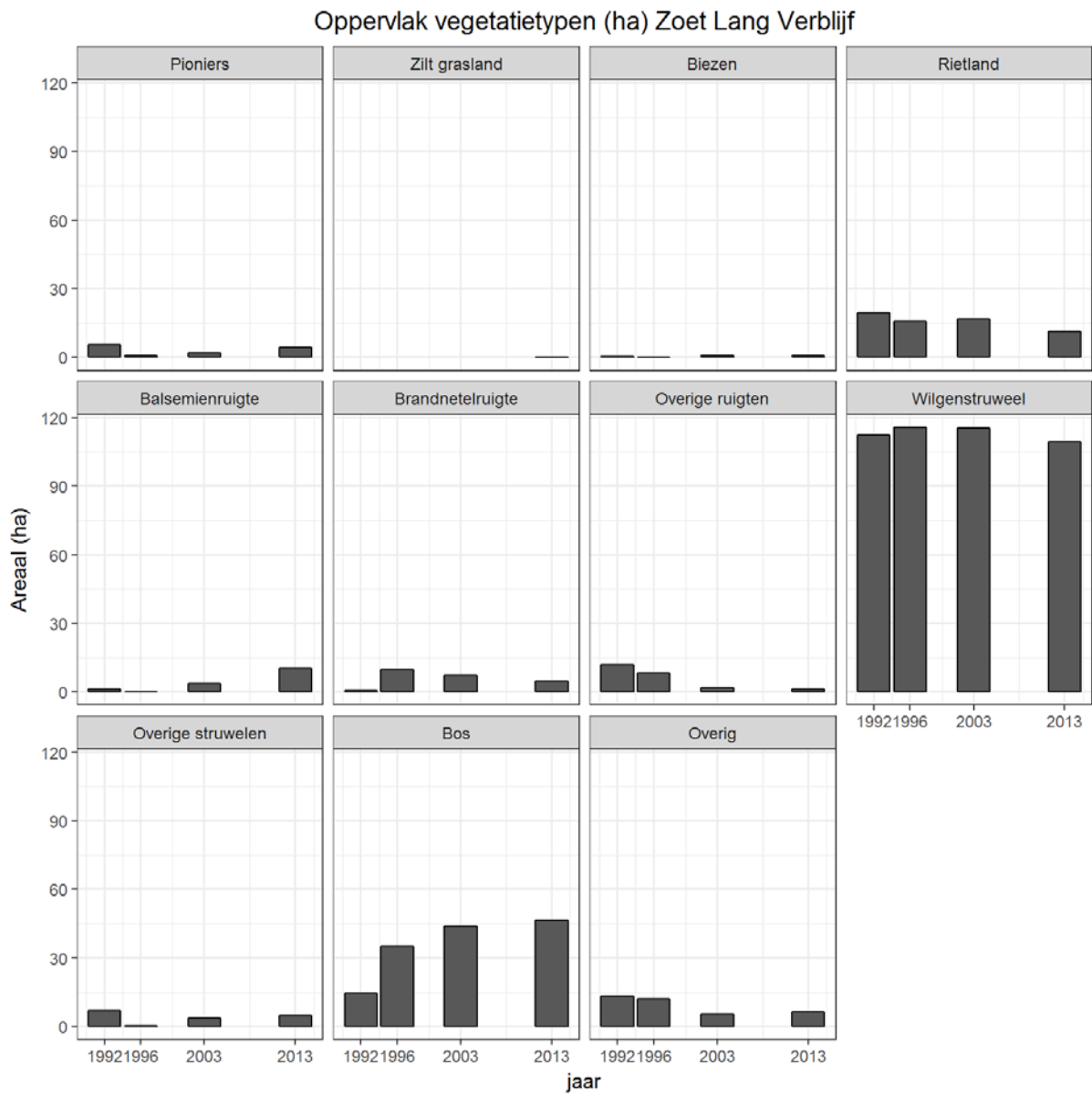
Figuur F-19: Vegetatie: ontwikkeling schorzones in de zone Mesohalien van de Westerschelde.



Figuur F-20: Vegetatie: ontwikkeling formaties/vegetatietypen in de zone Saliniteitsgradient van de Zeeschelde.

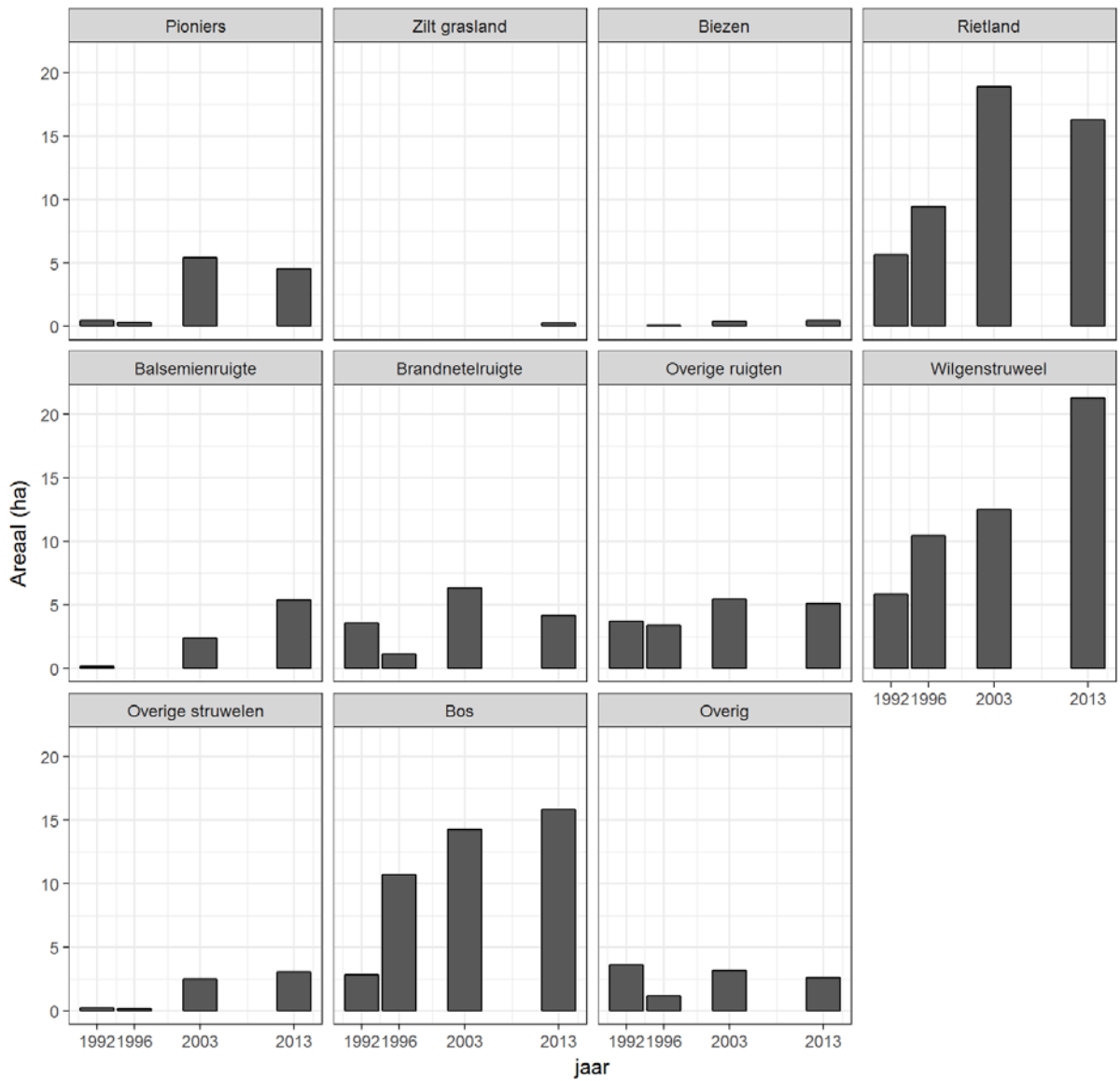


Figuur F-21: Vegetatie: ontwikkeling formaties/vegetatietypen in de zone Oligohalien van de Zeeschelde.

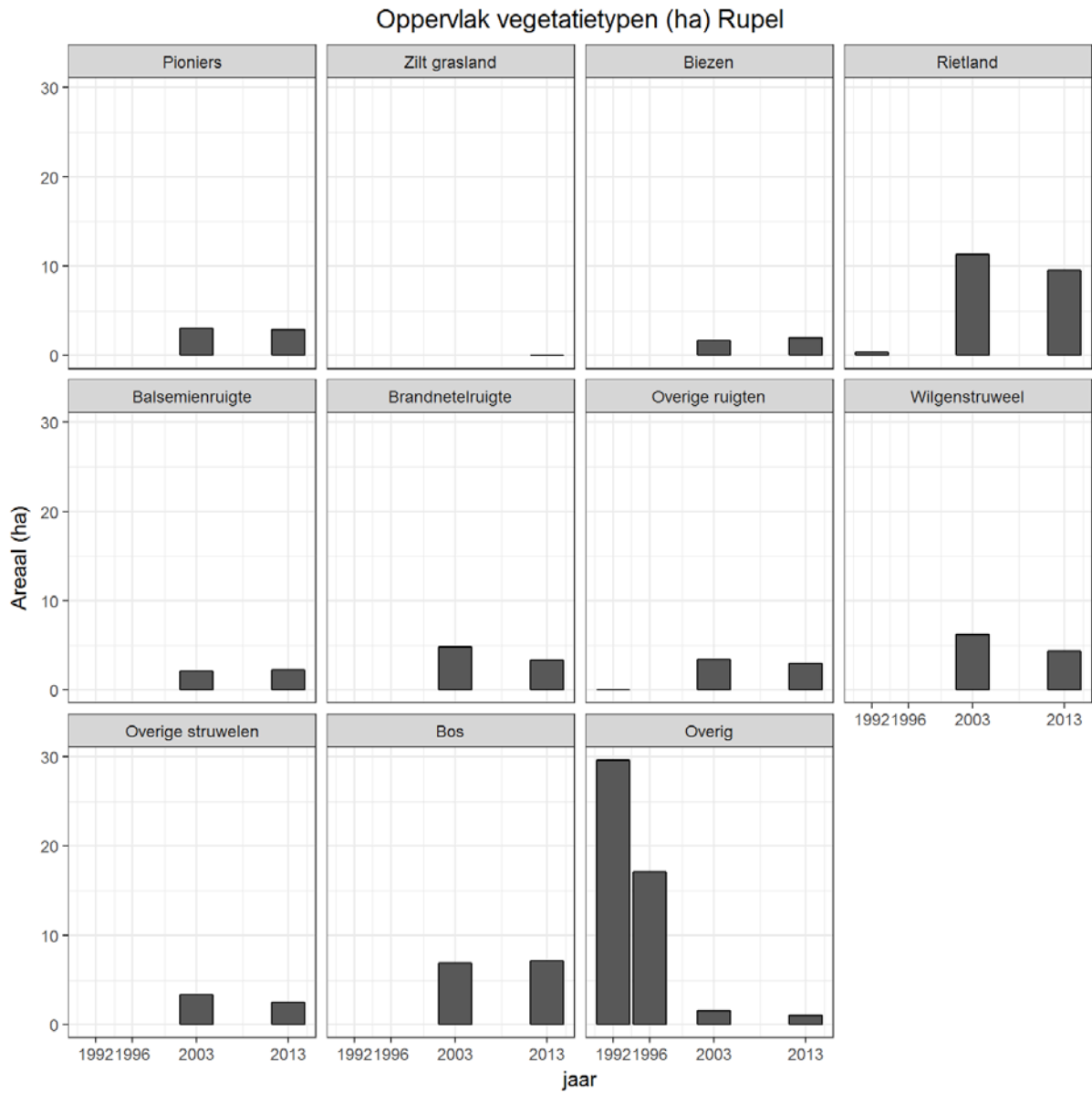


Figuur F-22: Vegetatie: ontwikkeling formaties/vegetatietypen in de zone Zoet Lange Verblijftijd van de Zeeschelde.

Oppervlak vegetatietypen (ha) Zoet Kort Verblijf

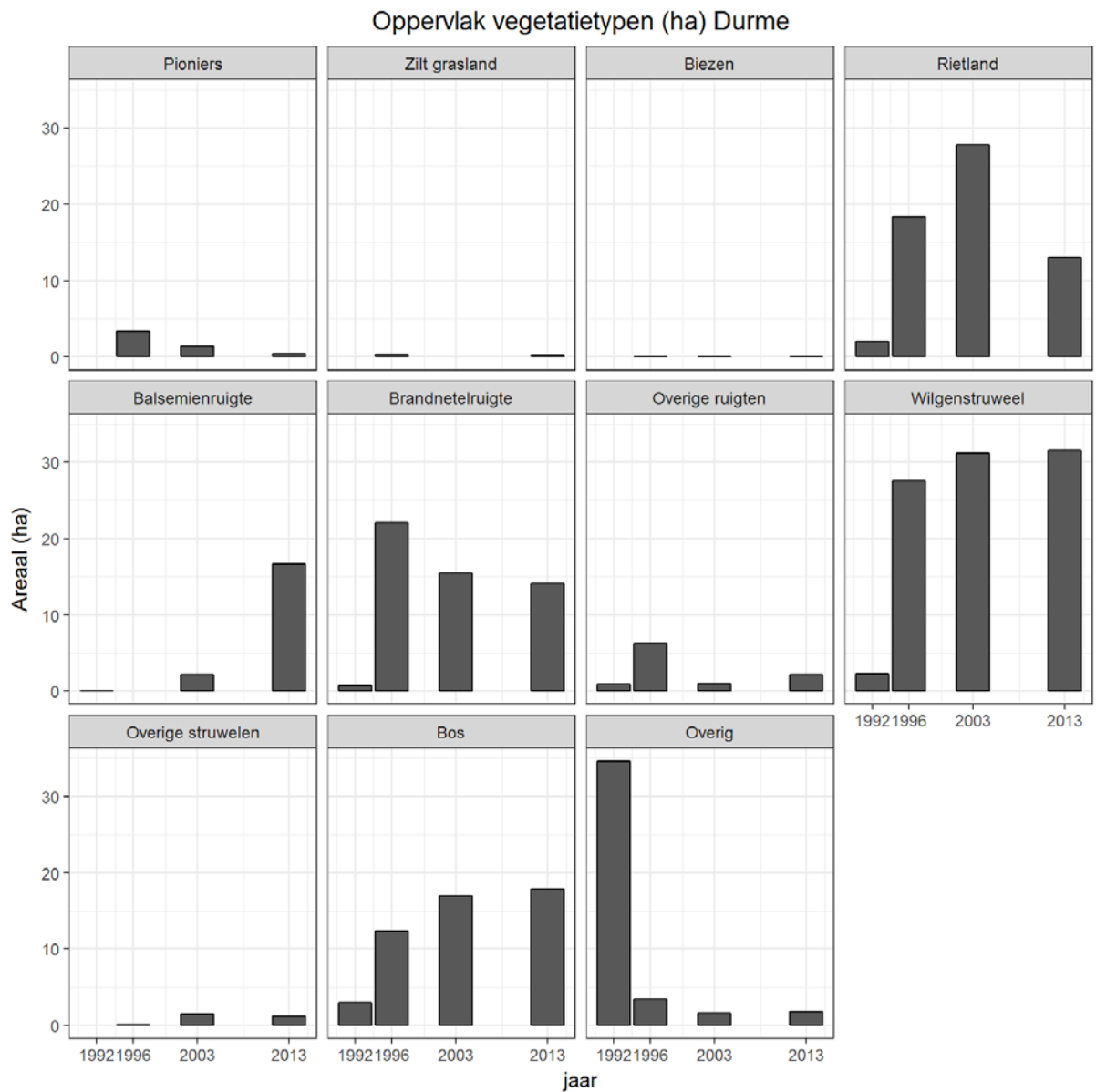


Figuur F-23: Vegetatie: ontwikkeling formaties/vegetatietypen in de zone Zoet Korte Verblijftijd van de Zeeschelde.

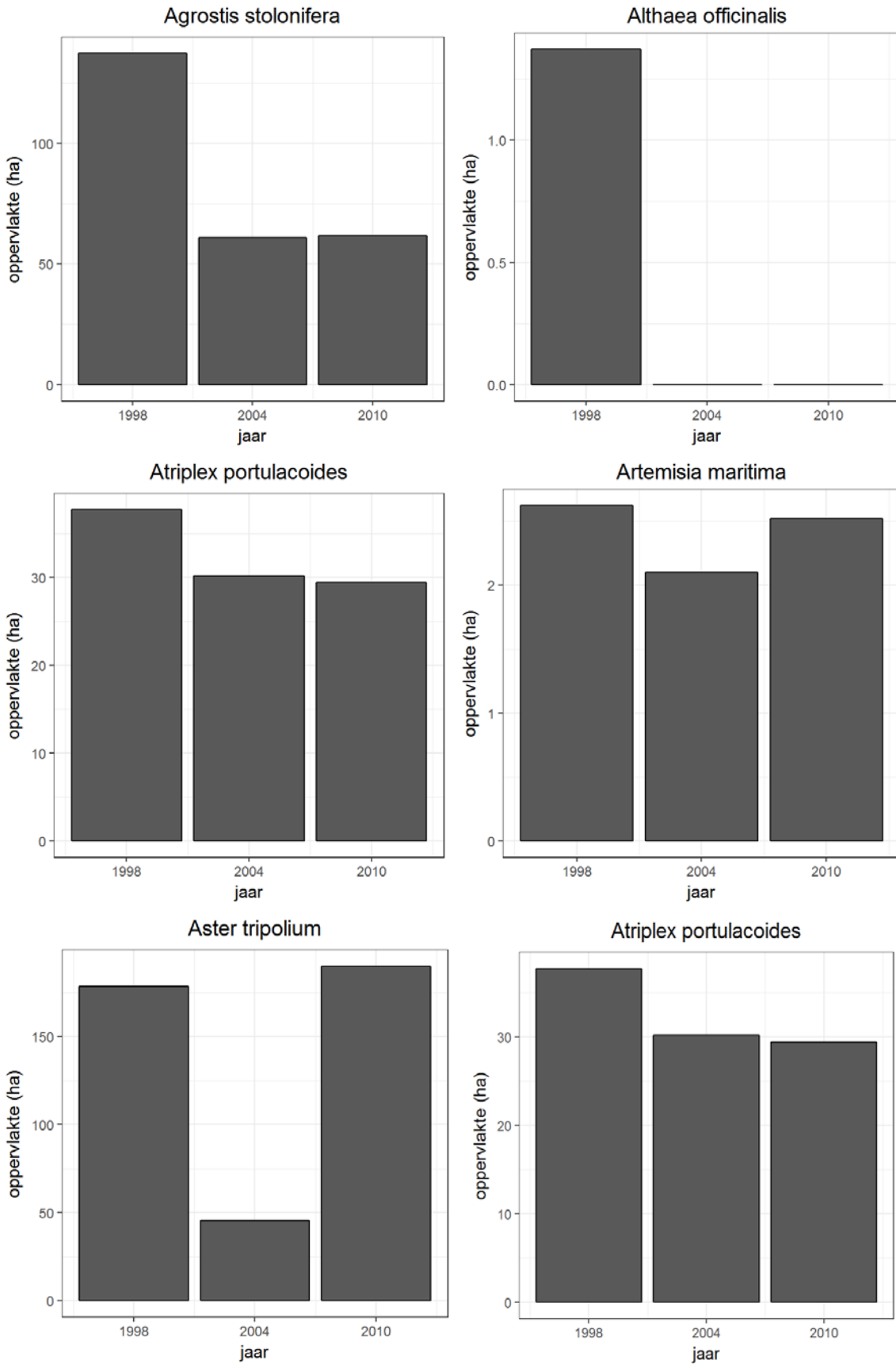


Figuur F-24: Vegetatie: ontwikkeling formaties/vegetatietypen in de zone Rupel van de Zeeschelde.

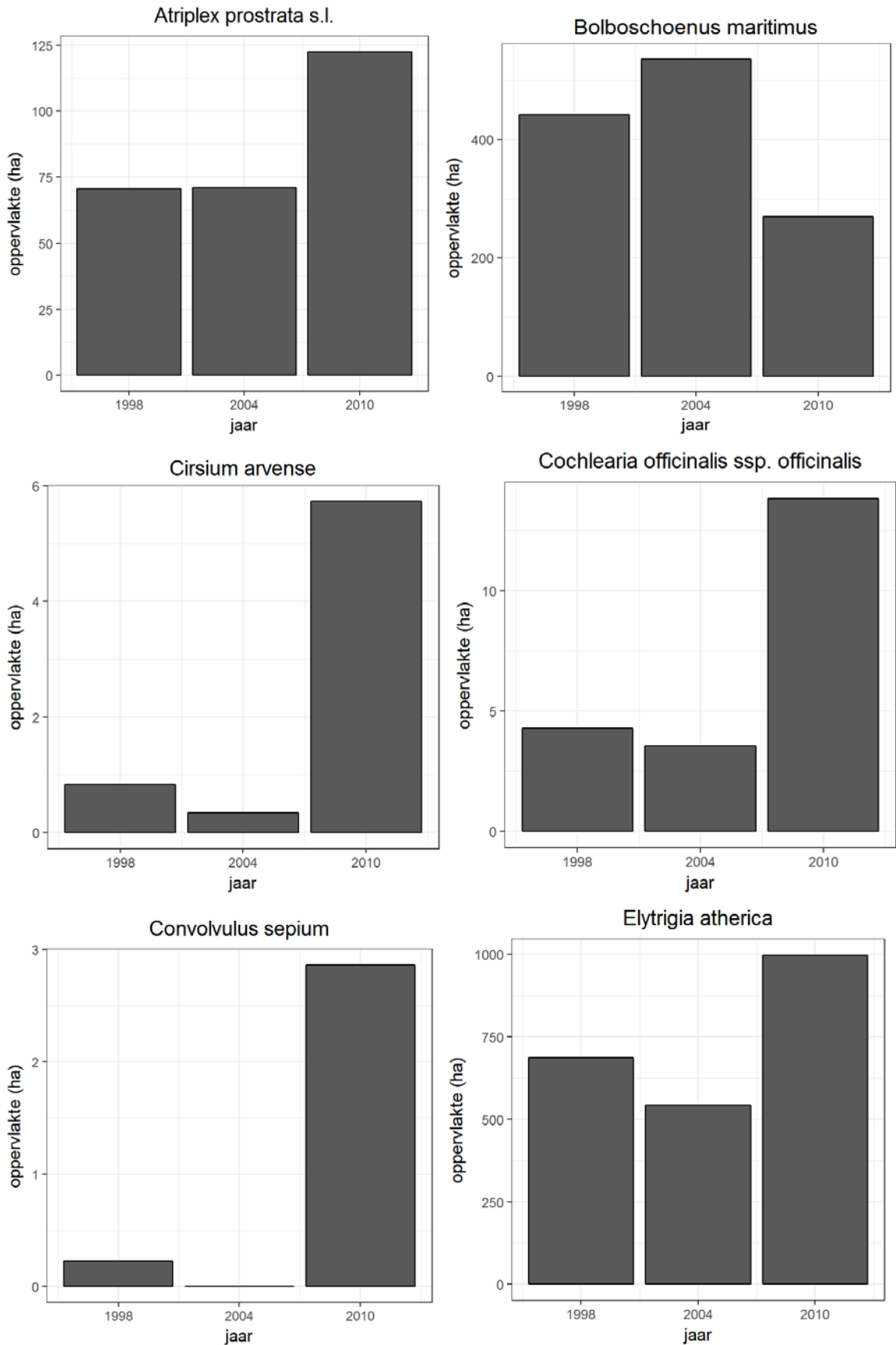




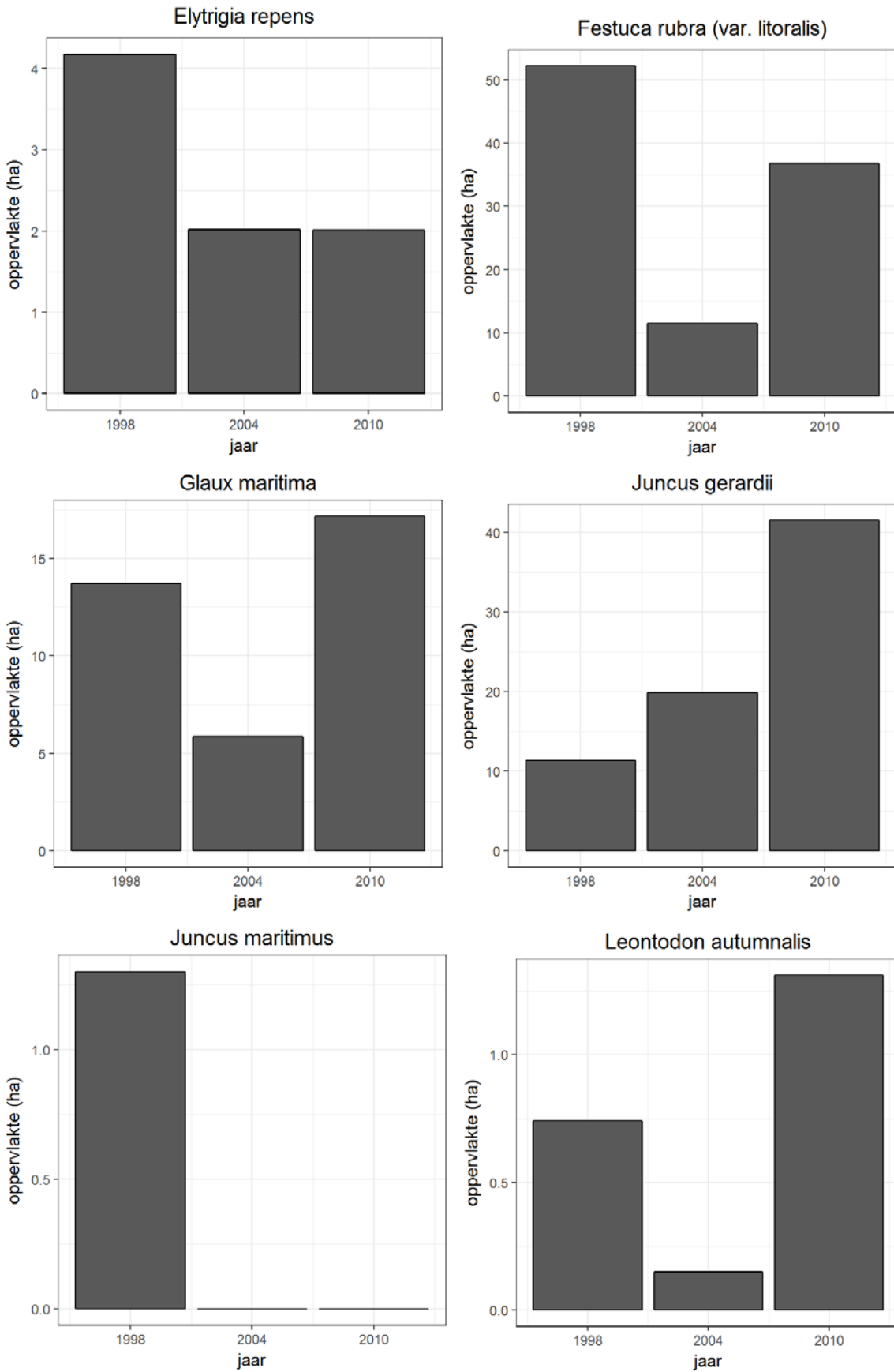
Figuur F-25: Vegetatie: ontwikkeling formaties/vegetatietypen in de zone Durme van de Zeeschelde.



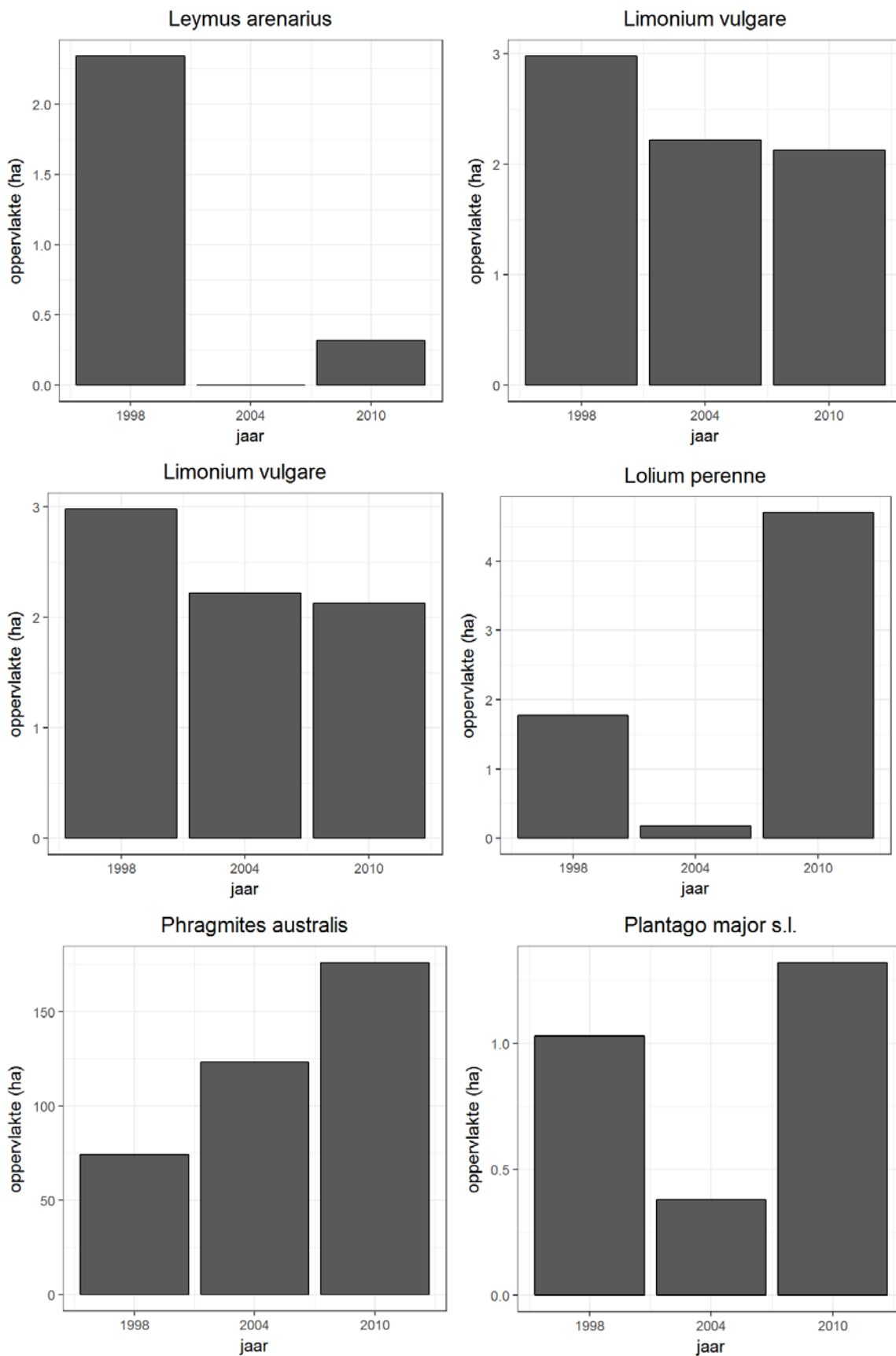
Figuur F-26: Ontwikkeling van plantensoorten, die op een oppervlakte van 1 ha of meer voorkomen in de Westerschelde.



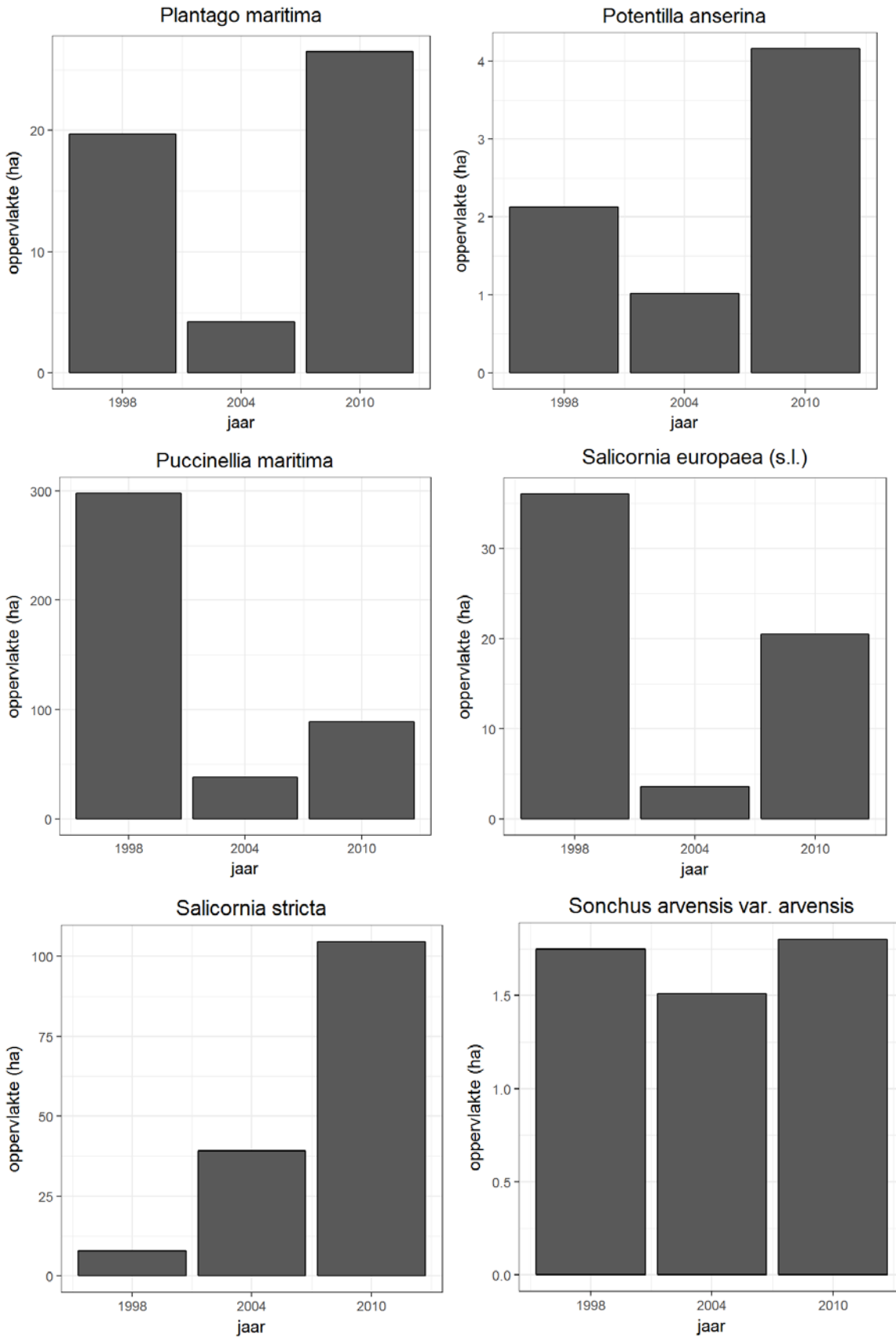
Vervolg Figuur F-26 Ontwikkeling plantensoorten Westerschelde.



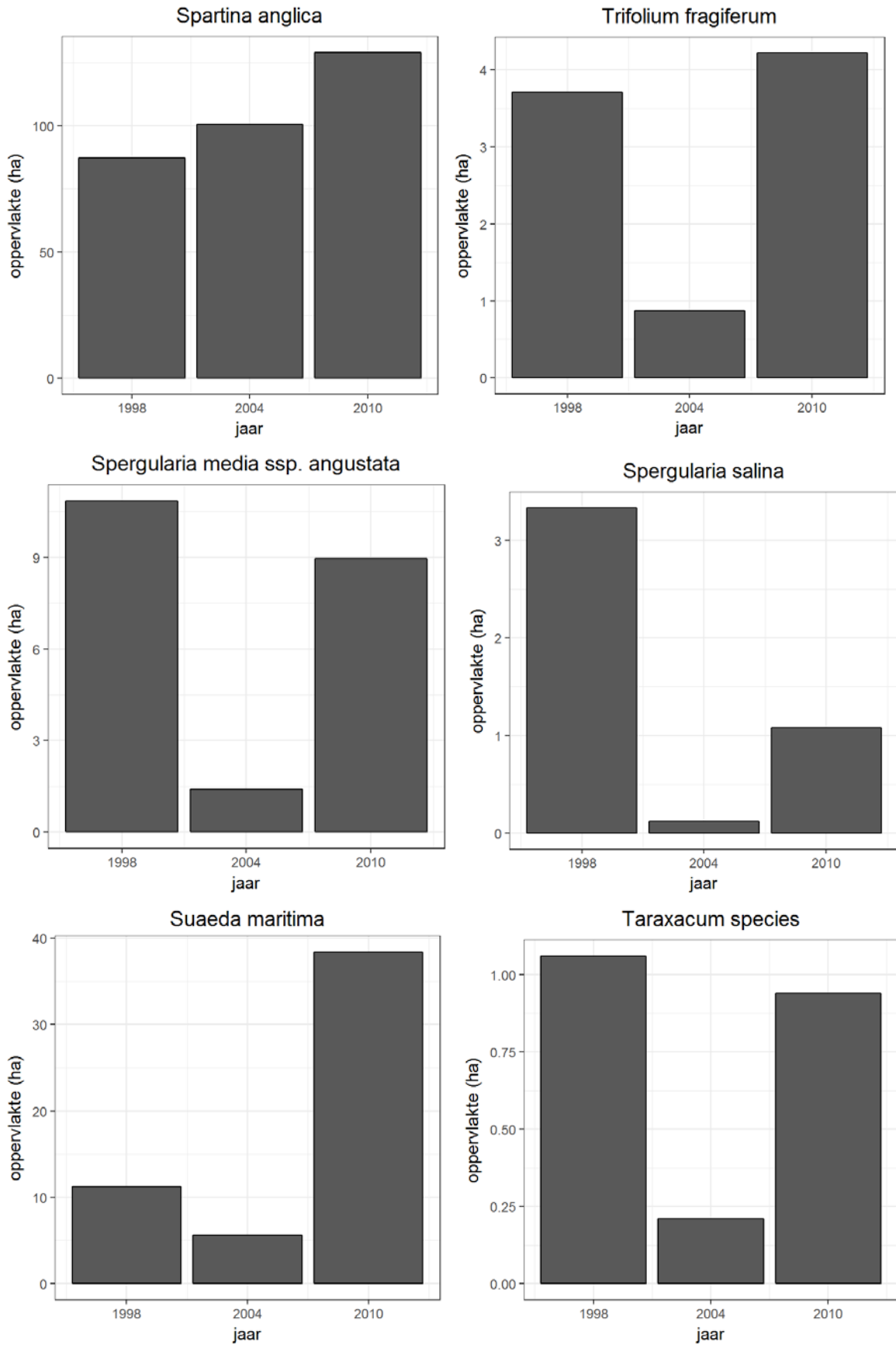
Vervolg Figuur F-26 Ontwikkeling plantensoorten Westerschelde.



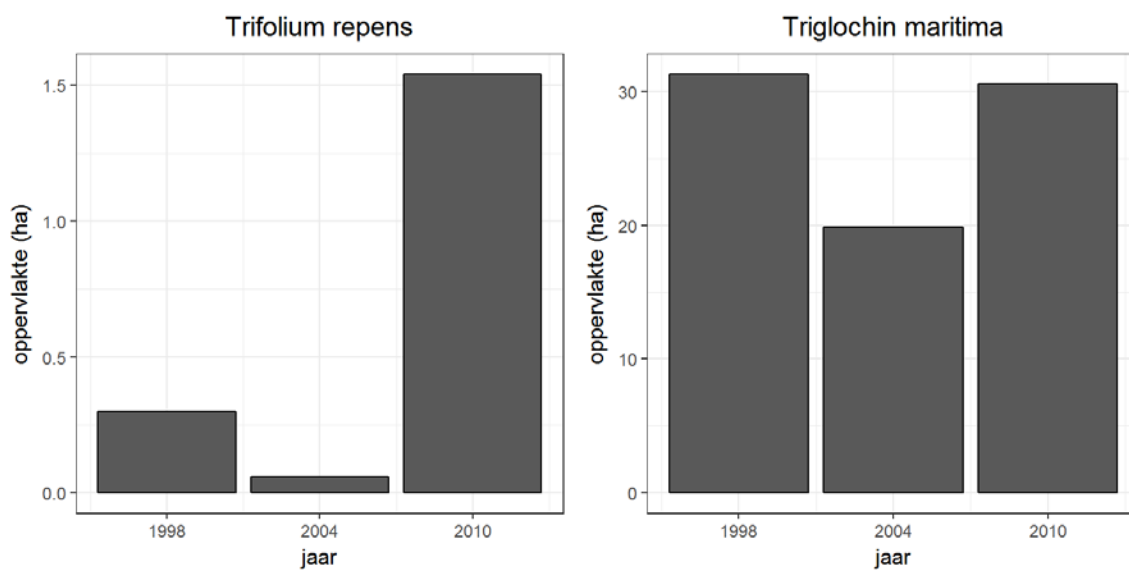
Vervolg Figuur F-26 Ontwikkeling plantensoorten Westerschelde.



Vervolg Figuur F-26 Ontwikkeling plantensoorten Westerschelde.

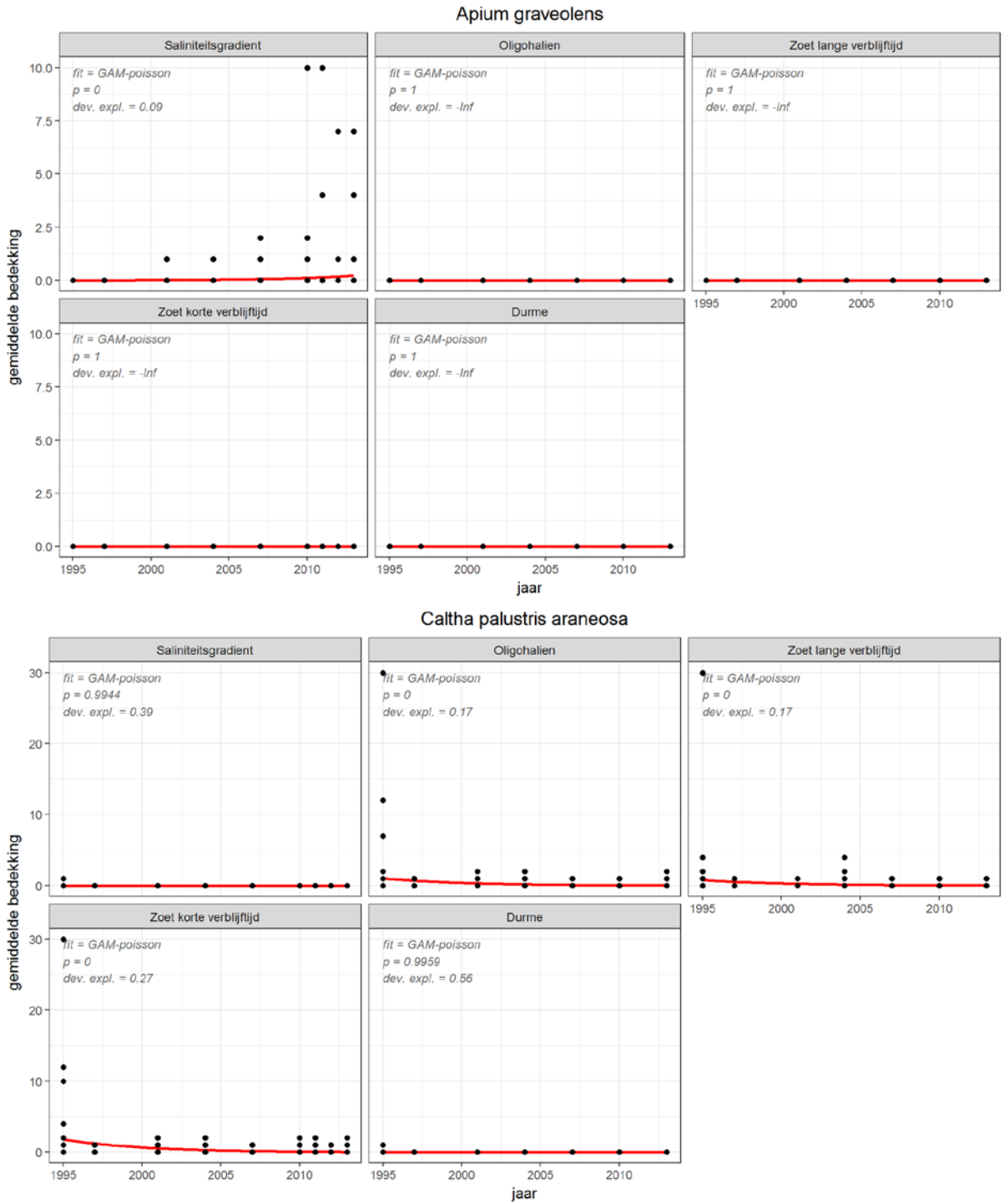


Vervolg Figuur F-26 Ontwikkeling plantensoorten Westerschelde.

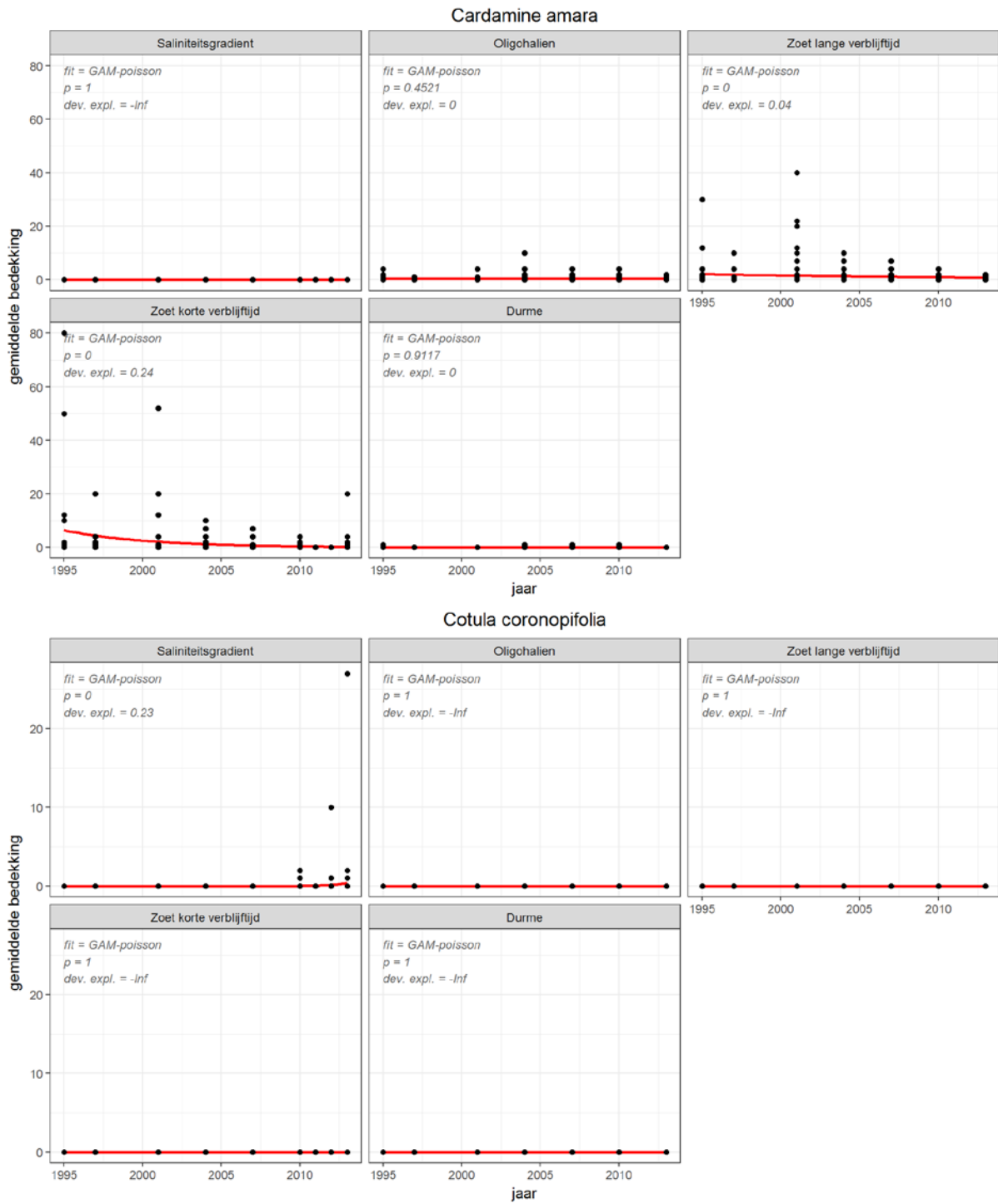


Vervolg Figuur F-26 Ontwikkeling plantensoorten Westerschelde.

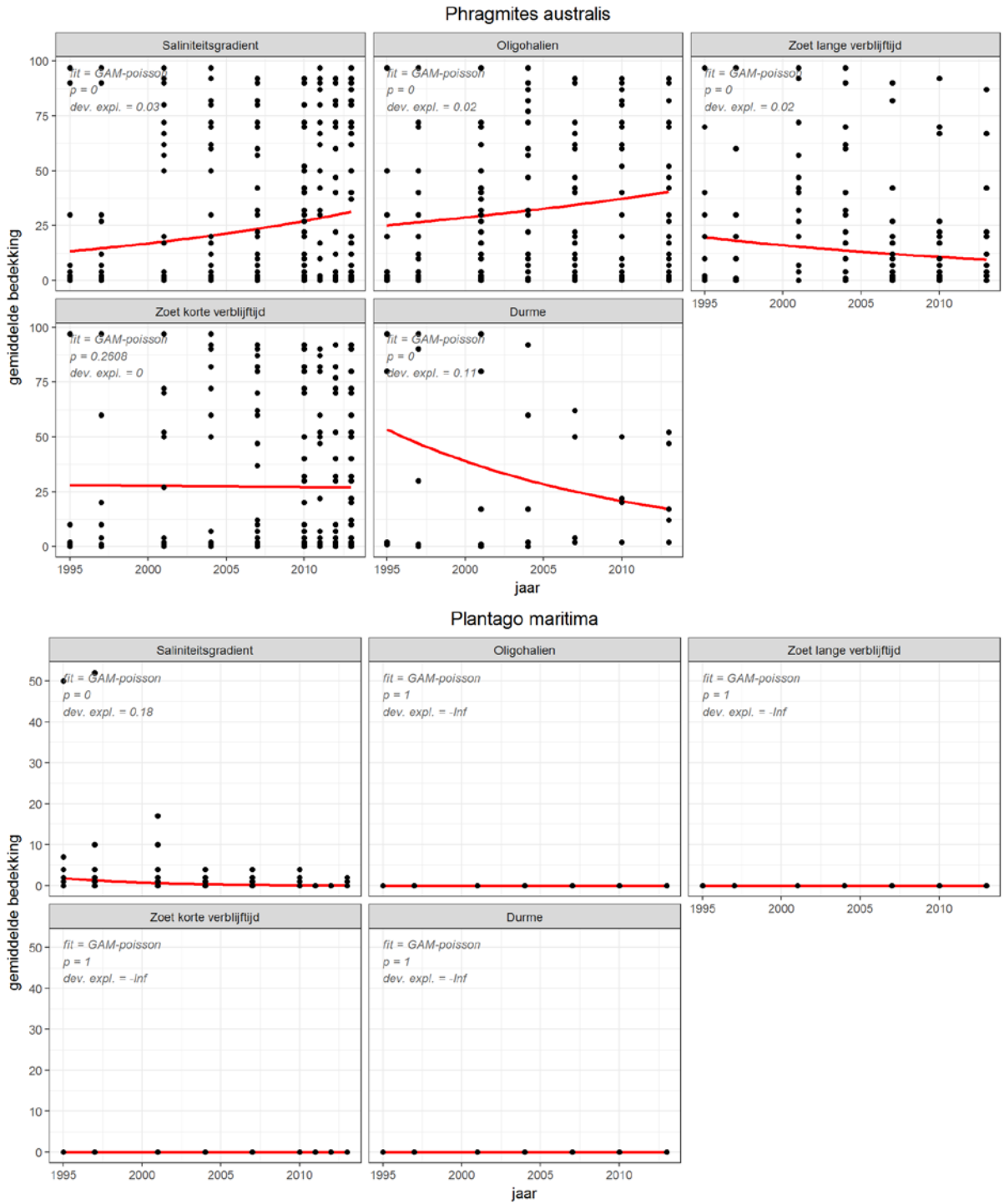




Figuur F-27: Ontwikkeling van plantensoorten in pq's langs de Zeeschelde. Alleen soorten die in de tekst worden besproken, zijn opgenomen.

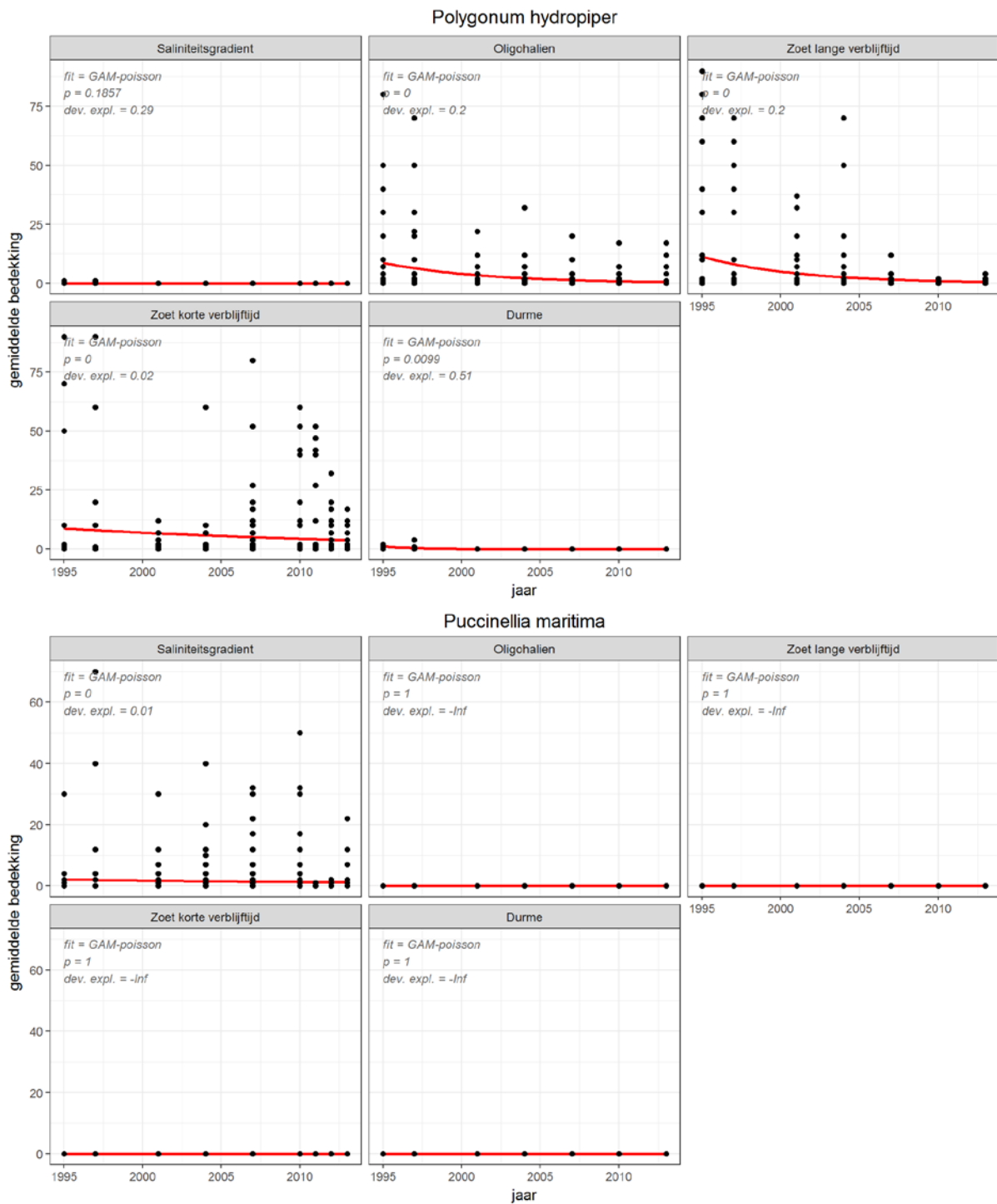


Vervolg Figuur F-27      Ontwikkeling van plantensoorten in pq's langs de Zeeschelde.

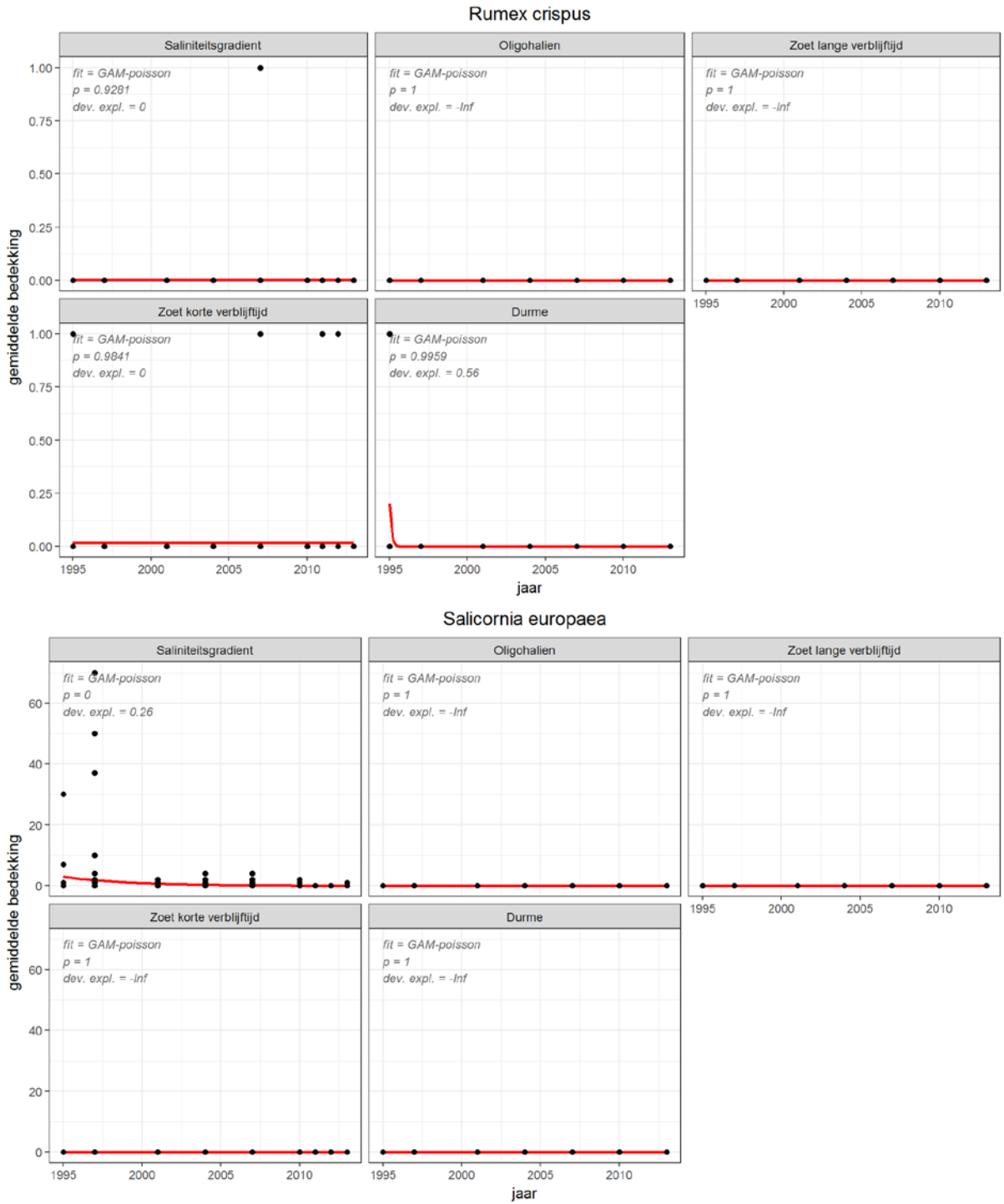


Vervolg Figuur F-27

Ontwikkeling van plantensoorten in pq's langs de Zeeschelde.

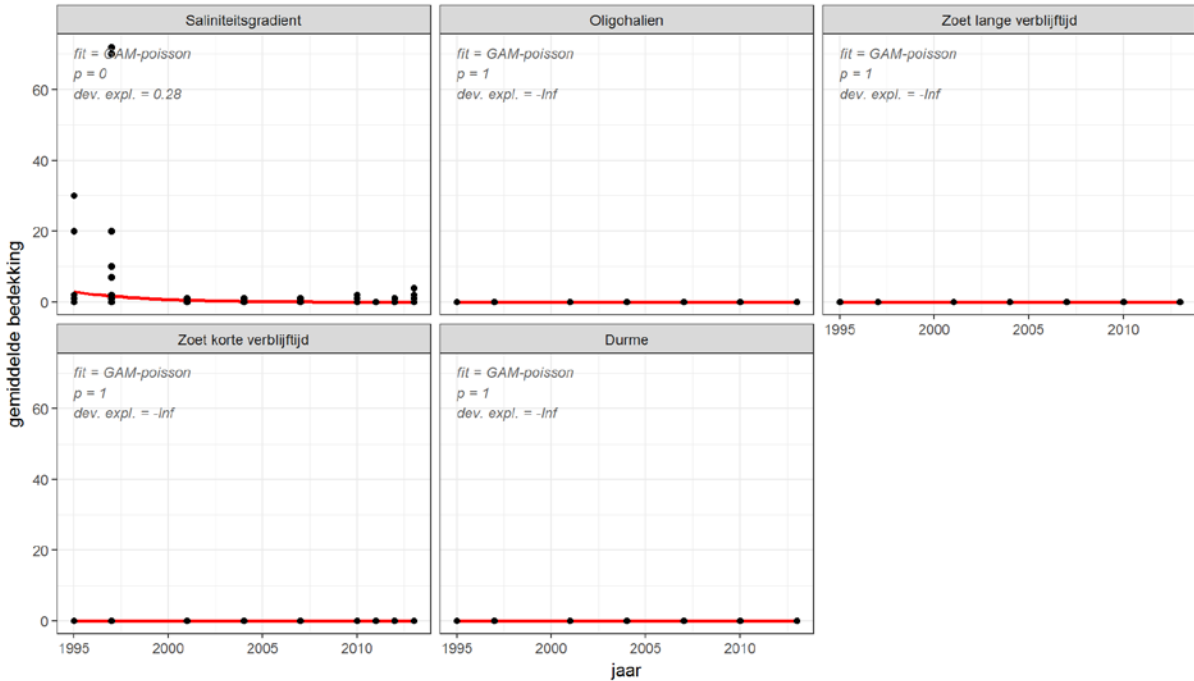


Vervolg Figuur F-27      Ontwikkeling van plantensoorten in pq's langs de Zeeschelde.

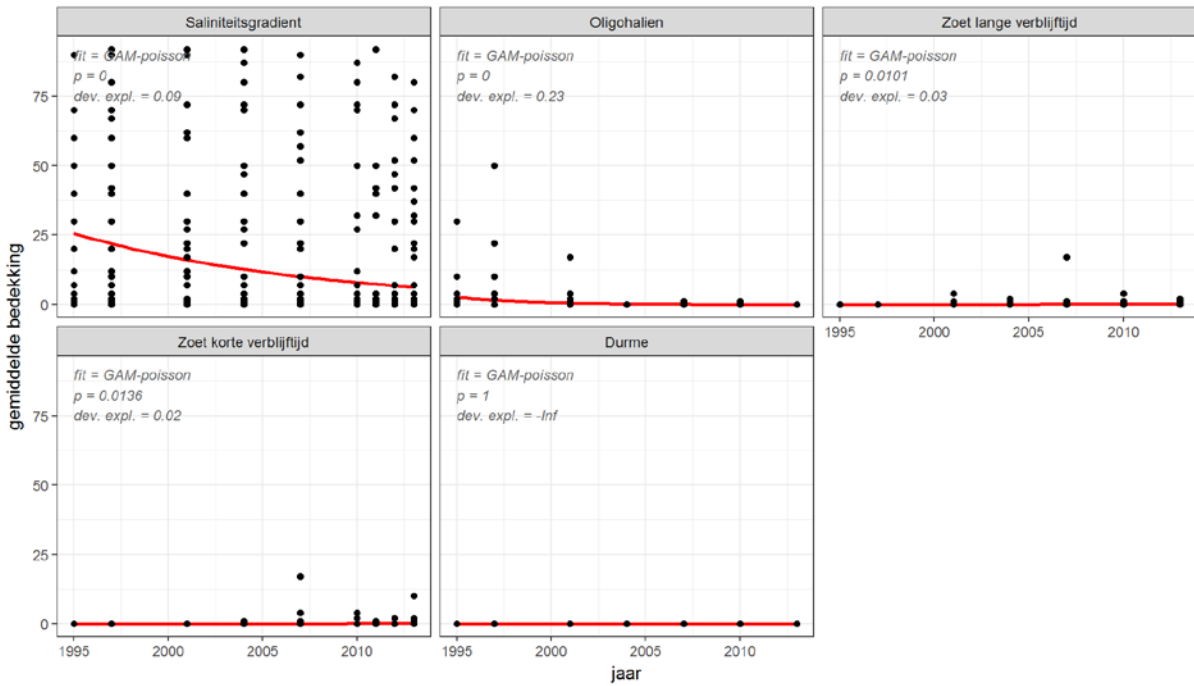


Vervolg Figuur F-27      Ontwikkeling van plantensoorten in pq's langs de Zeeschelde.

Salicornia procumbens

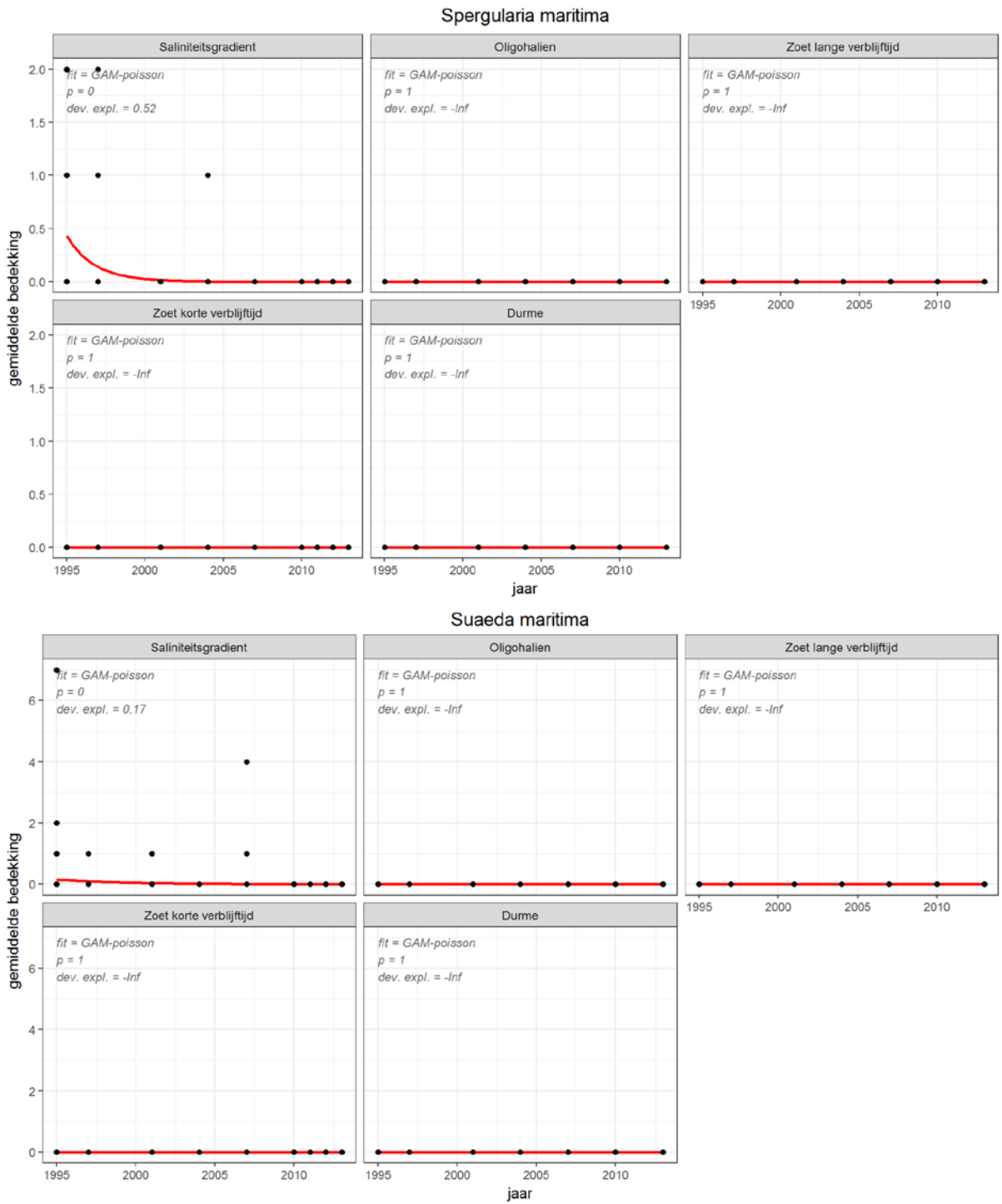


Scirpus maritimus

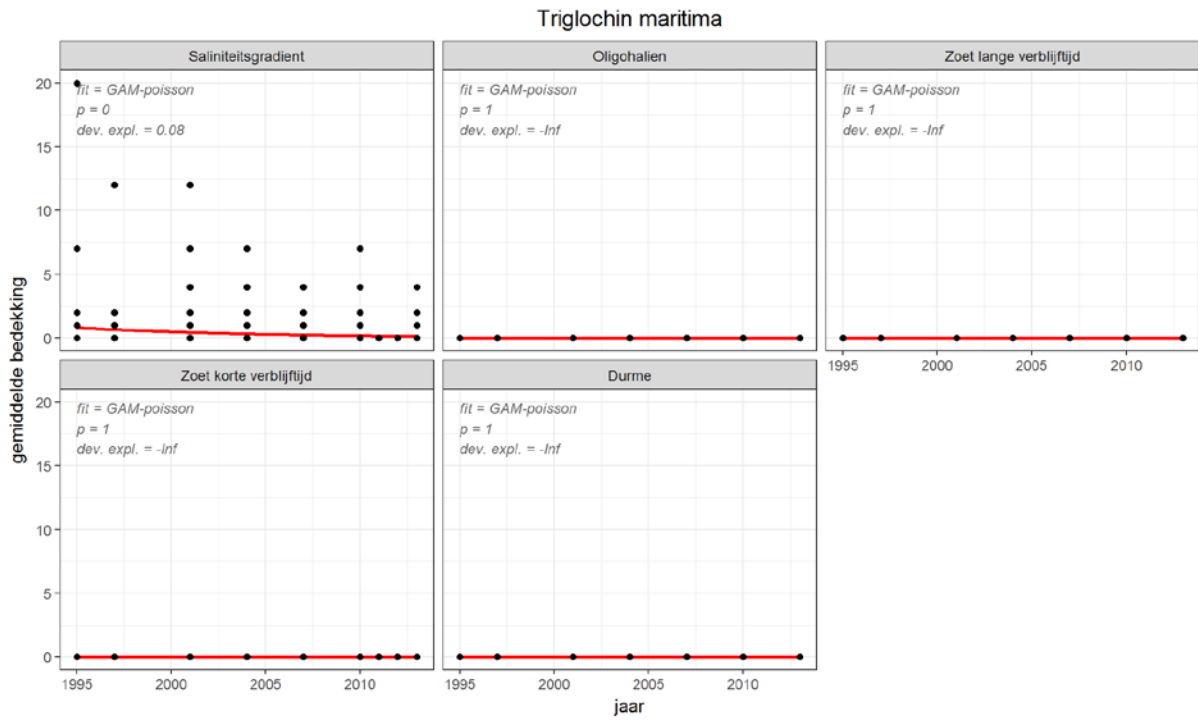


Vervolg Figuur F-27

Ontwikkeling van plantensoorten in pq's langs de Zeeschelde.



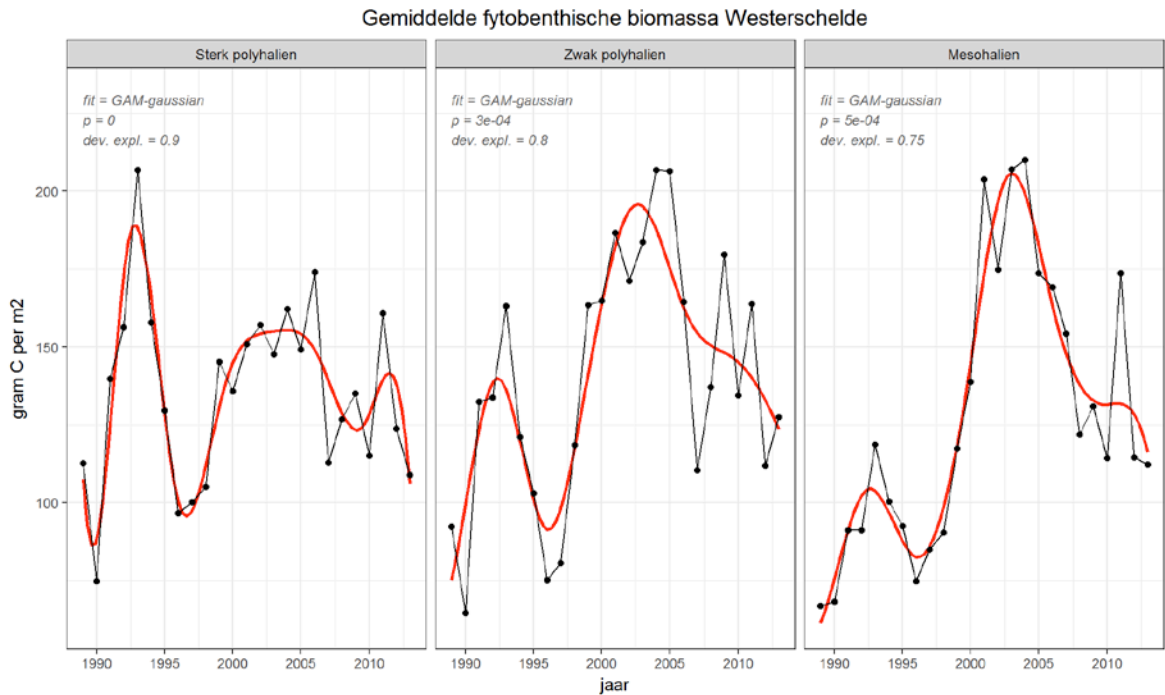
Vervolg Figuur F-27      Ontwikkeling van plantensoorten in pq's langs de Zeeschelde.



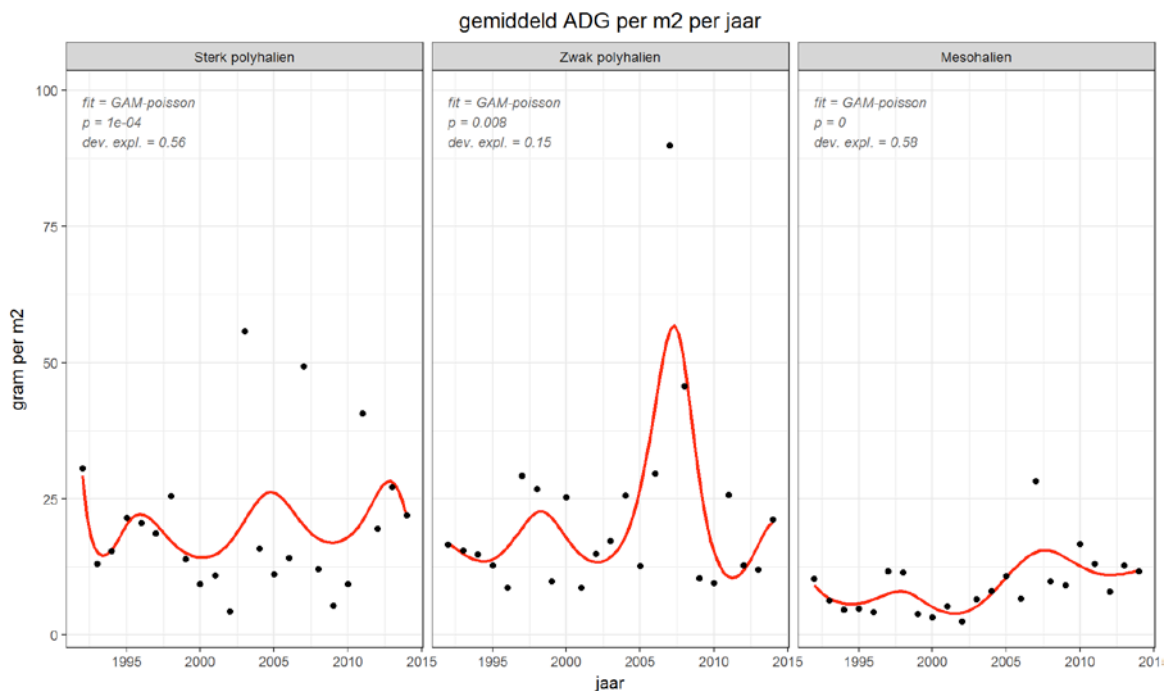
Vervolg Figuur F-27      Ontwikkeling van plantensoorten in pq's langs de Zeeschelde.



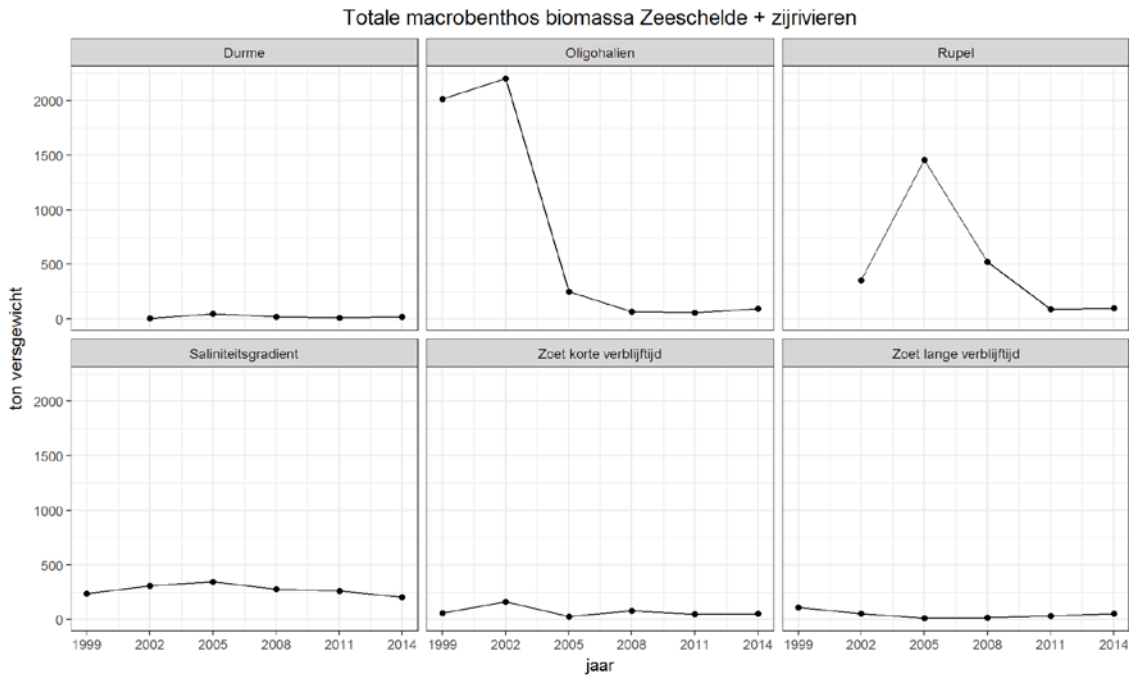
# Bijlage G Figuren Ecologisch Functioneren



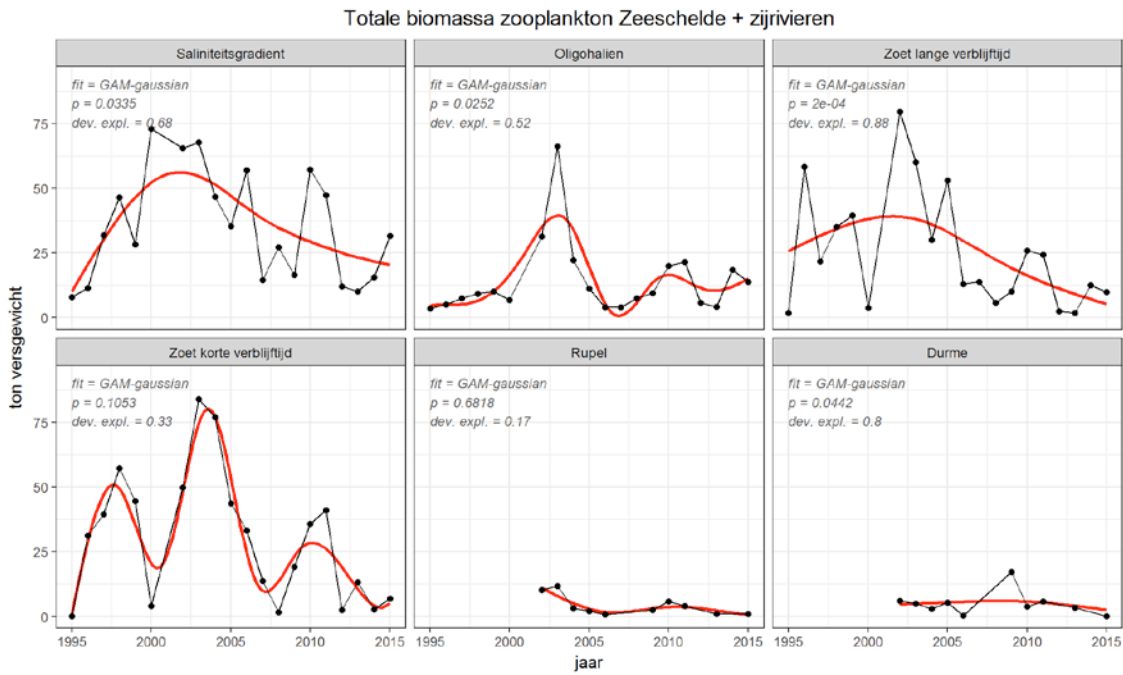
Figuur G-1: De gemiddelde fyto­benthische biomassa in gram C/m2 in de verschillende zones van het laag­dynamisch li­to­raal van de Westerschelde.



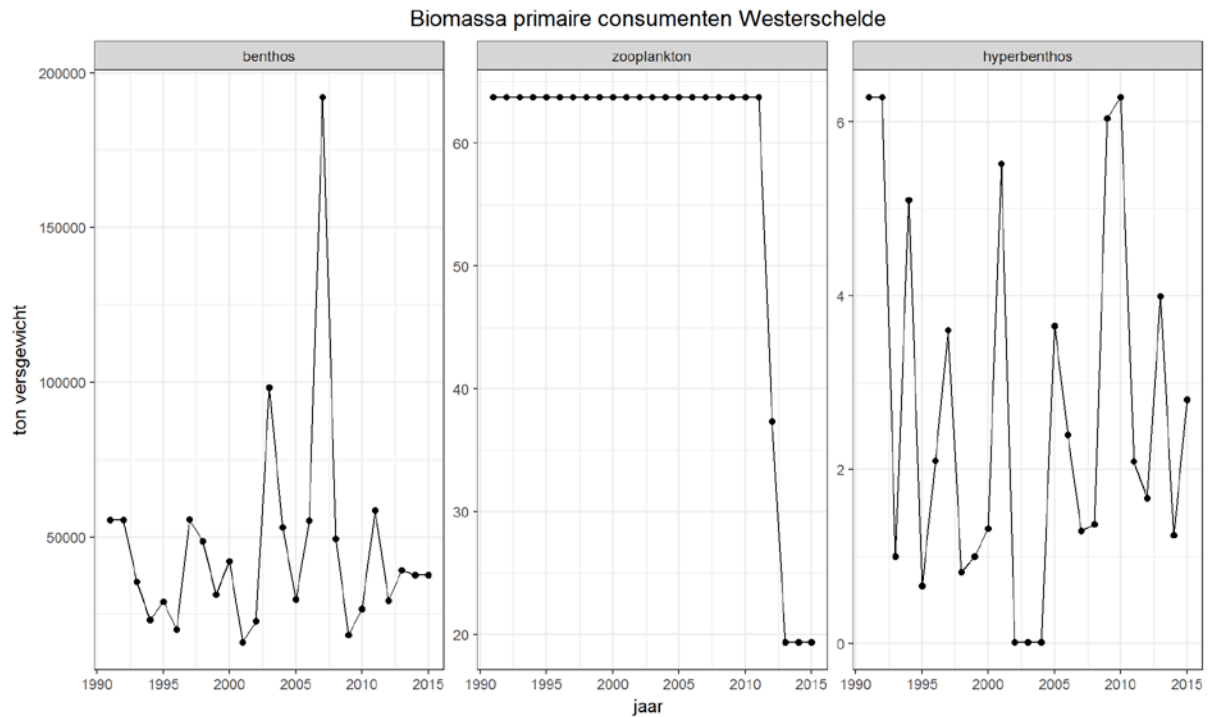
Figuur G-2: Ontwik­keling van de biomassa van het macrozoö­benthos in de Westerschelde als gram as­vrij­droog­gewicht/m<sup>2</sup>.



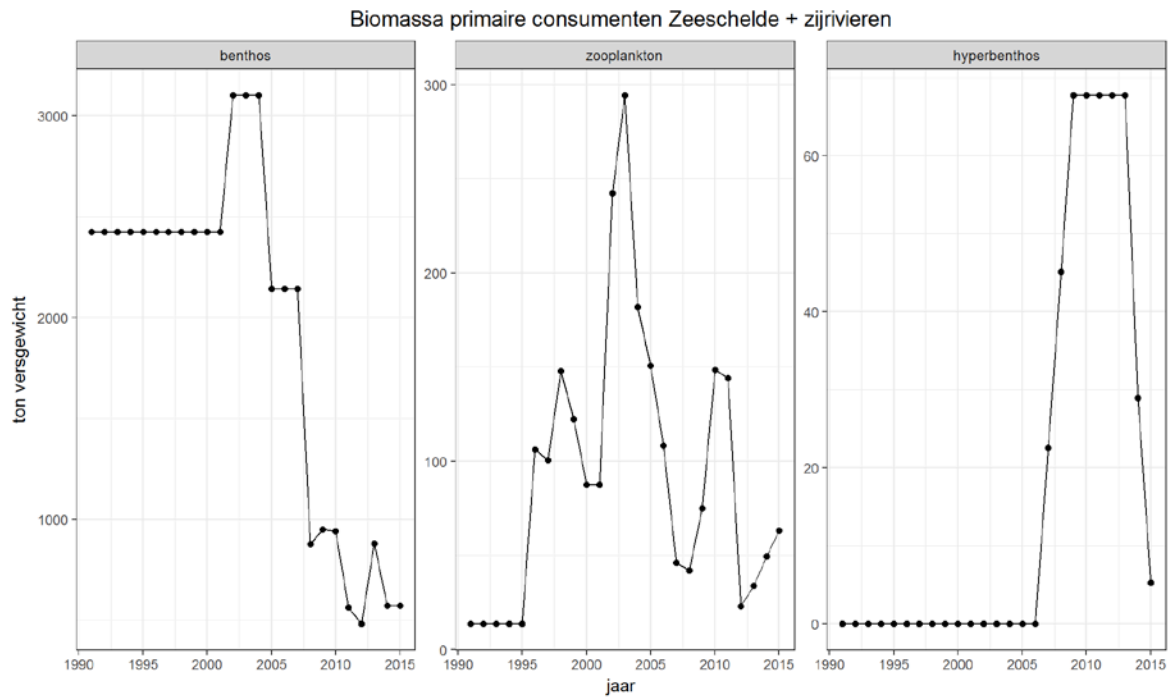
Figuur G-3: Ontwikkeling van de totale biomassa van macrobenthos in ton versgewicht per zone in de Zeeschelde.



Figuur G-4: Ontwikkeling van de totale biomassa van zoöplankton als ton versgewicht in de verschillende zones van de Zeeschelde.



Figuur G-5: Ontwikkeling van de totale biomassa van benthos, zoöplankton en hyperbenthos als ton versgewicht in de Westerschelde.



Figuur G-6: Ontwikkeling van de totale biomassa van benthos, zoöplankton en hyperbenthos als ton versgewicht in de Zeeschelde en zijrivieren.

Trofische groep codes vissen

In de onderstaande tabel wordt een overzicht gegeven van de wijze waarop de verschillende vissoorten ingedeeld zijn naar functionele groepen.

| codes   | verdeling over voedselgroepen |                |              |
|---------|-------------------------------|----------------|--------------|
|         | benthivoor                    | zoöplanktivoor | gecombineerd |
| B       | 1                             | 0              | 1            |
| B/BF    | 0,75                          | 0              | 0,75         |
| B/BZ    | 0,75                          | 0,25           | 1            |
| B/V/H   | 0,33                          | 0              | 0,33         |
| BF      | 0,5                           | 0              | 0,5          |
| BZ      | 0,5                           | 0,5            | 1            |
| BZ/BF   | 0,5                           | 0,25           | 0,75         |
| De      | 0                             | 0              | 0            |
| De/O    | 0                             | 0              | 0            |
| F       | 0                             | 0              | 0            |
| O       | 0                             | 0              | 0            |
| P       | 0                             | 0              | 0            |
| P/B     | 0,5                           | 0              | 0,5          |
| P/De    | 0                             | 0              | 0            |
| VF      | 0                             | 0              | 0            |
| Z       | 0                             | 1              | 1            |
| BZ/BF/O | 0,33                          | 0,17           | 0,5          |

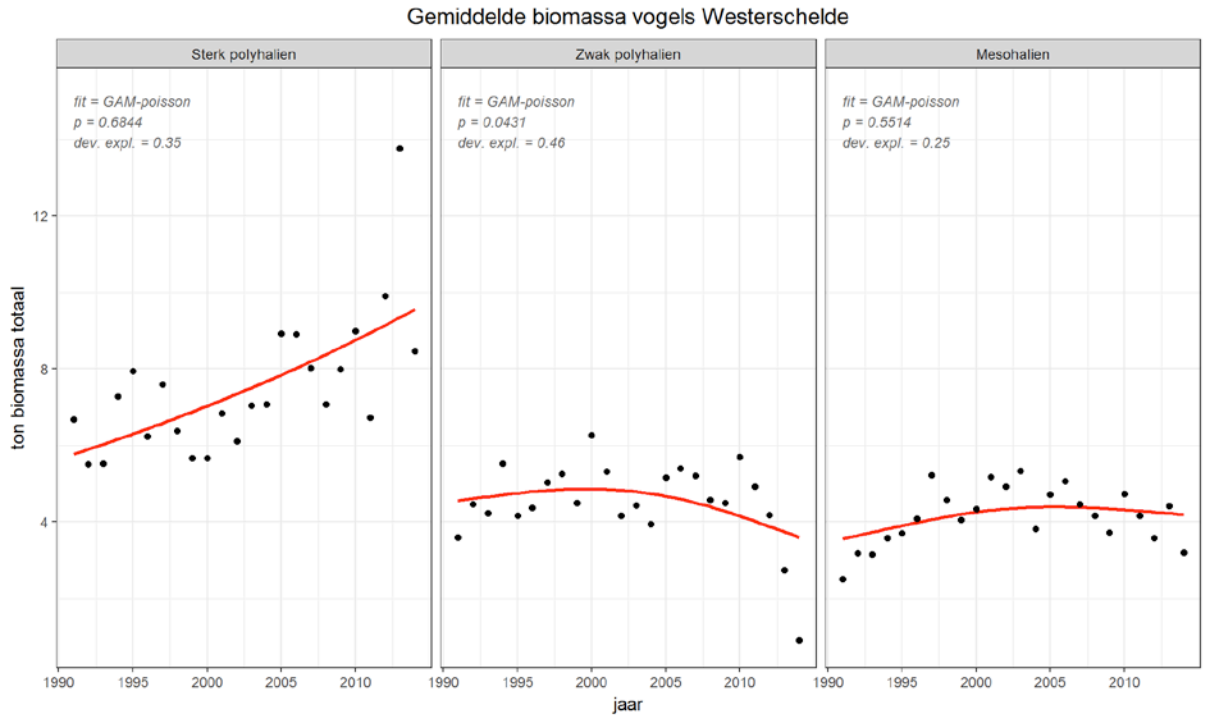
|   |             |    |           |
|---|-------------|----|-----------|
| B | zoöbenthos  | H  | herbivoor |
| F | vis         | De | detritus  |
| Z | zoöplankton | O  | omnivoor  |
| V | vertivoor   | P  | plankton  |

Tabel G-1: Codes uit Tabel 3.1 voor trofische groepen vertaald naar aandeel benthivoor, zoöplanktivoor en gecombineerd.

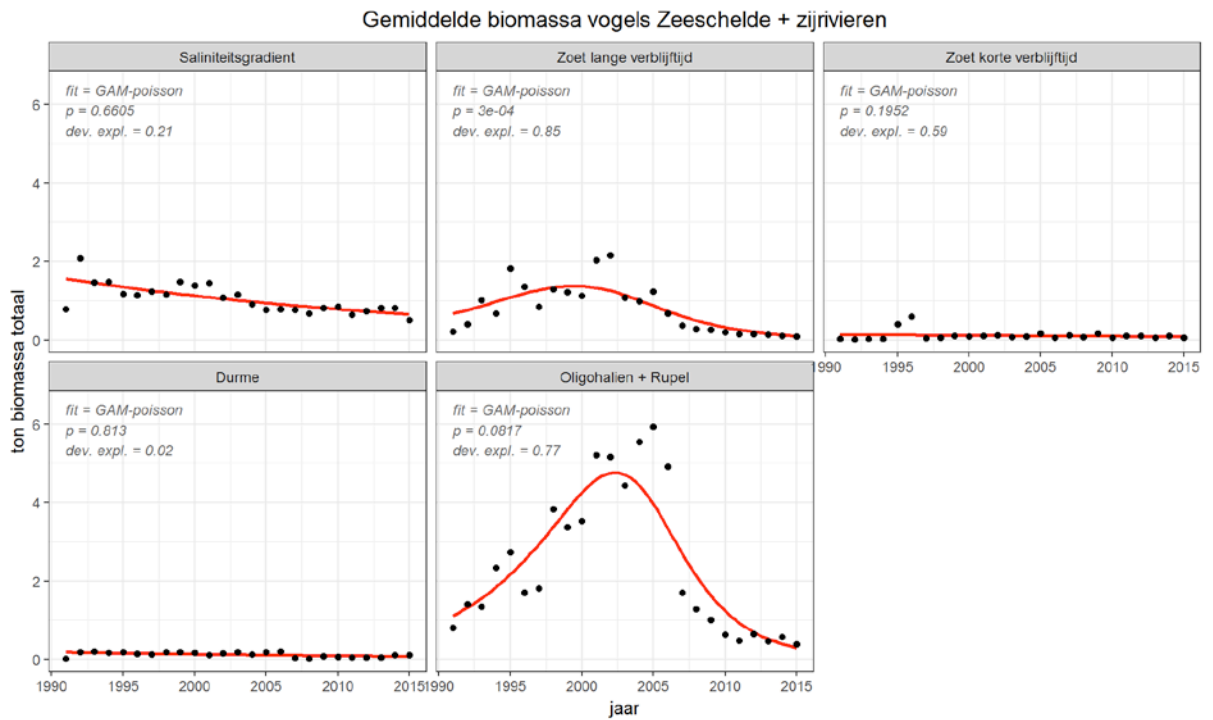
In bovenstaande tabel staat de voedselvoorkeur vermeld voor de verschillende trofische groepen. Bijvoorbeeld P/B groep; dit is een groep vissen met een zoöplanktivoor + benthivoor dieet. De waarde 0,5 geeft aan dat de helft van deze groep tot de benthivoren gerekend kan worden.

| soort          | gewicht in g per dier |       | soort              | gewicht in g per dier |       |
|----------------|-----------------------|-------|--------------------|-----------------------|-------|
|                | T2009                 | T2015 |                    | T2009                 | T2015 |
| krakeend       | 945                   | 760   | kanoet             | 140                   | 140   |
| wintertaling   | 350                   | 320   | drieteen           | 59                    | 59    |
| pijlstaart     | 800                   | 800   | bonte strandloper  | 48                    | 48    |
| slobeend       | 600                   | 630   | rosse grutto       | 335                   | 335   |
| bergeend       | 1.050                 | 1.110 | wulp               | 885                   | 885   |
| scholekster    | 540                   | 540   | zwarte ruiter      | 170                   | 170   |
| kluut          | 315                   | 275   | tureluur           | 110                   | 110   |
| bontbekplevier | 64                    | 64    | tafeleend          | -                     | 925   |
| strandplevier  | 48                    | 48    | kuifeend           | -                     | 760   |
| goudplevier    | 220                   | 220   | krombekstrandloper | -                     | 58    |
| zilverplevier  | 240                   | 240   | groenpootruiter    | -                     | 200   |
| kievit         | 230                   | 230   | steenloper         | -                     | 120   |

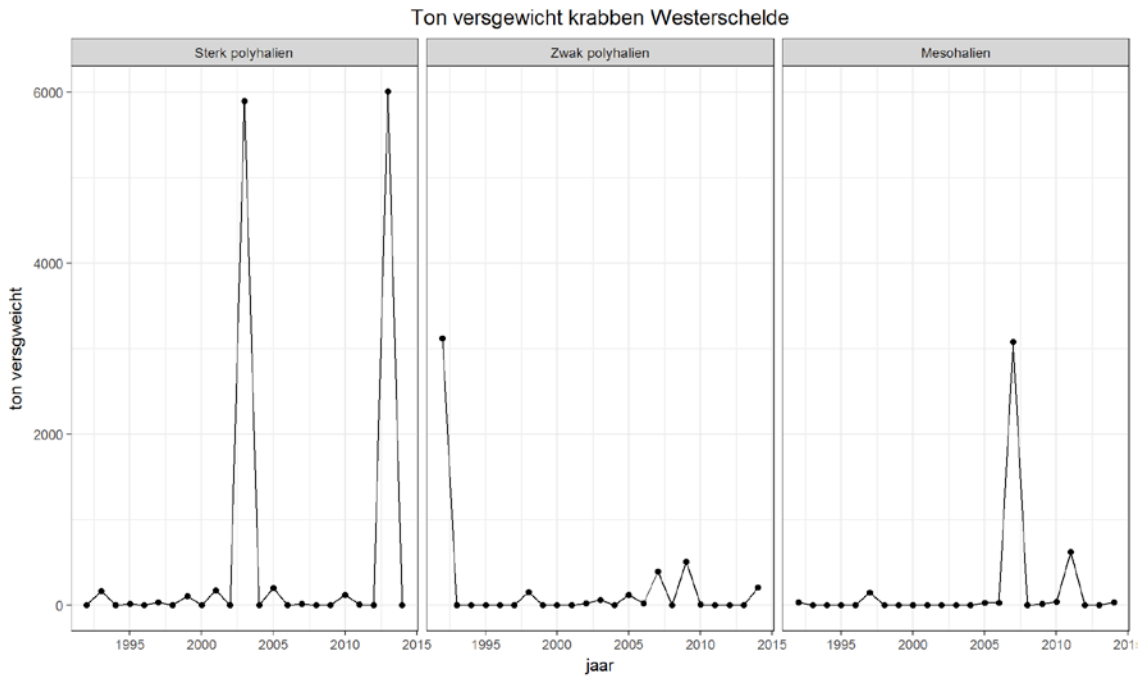
Tabel G-2: Overzicht van de per soort gehanteerde gemiddelde gewichten bij de T2009 en de T2015. Voor T2015 is Snow & Perrins (1998) als bron gebruikt. De gewichten gebruikt in T2009 staan weergegeven in de EMS (Maris et al. 1998), maar zijn gebaseerd op verschillende websites.



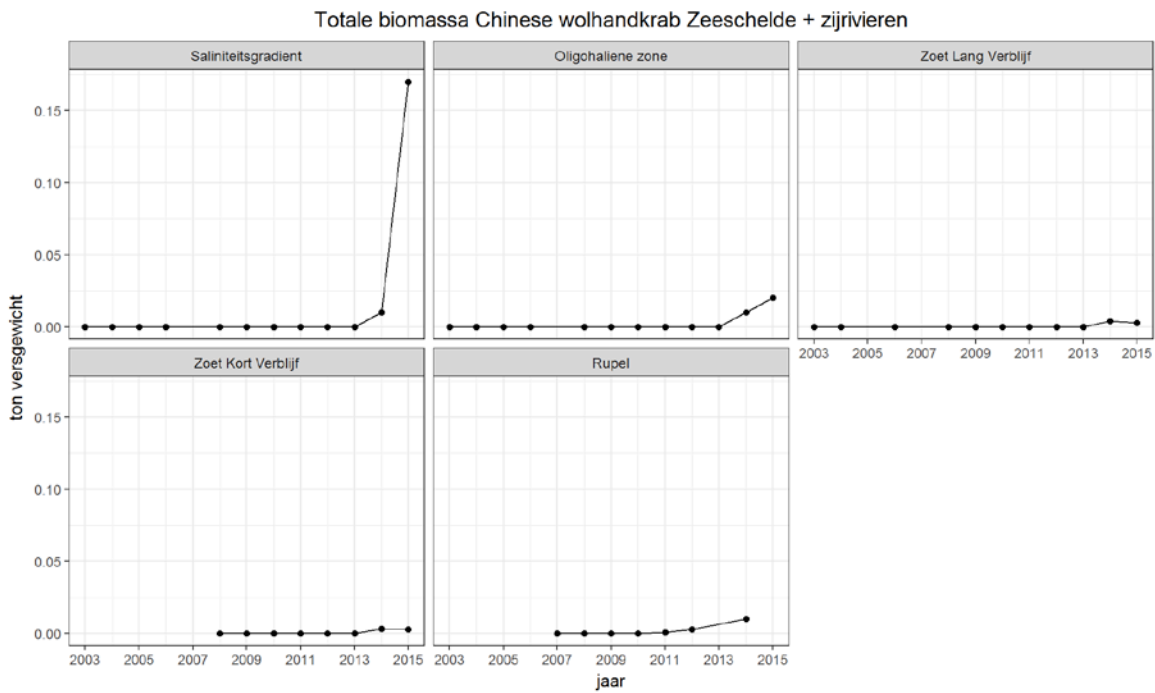
Figuur G-7: Gemiddelde biomassa van omnivore en bentivore vogels in de Westerschelde per zone.



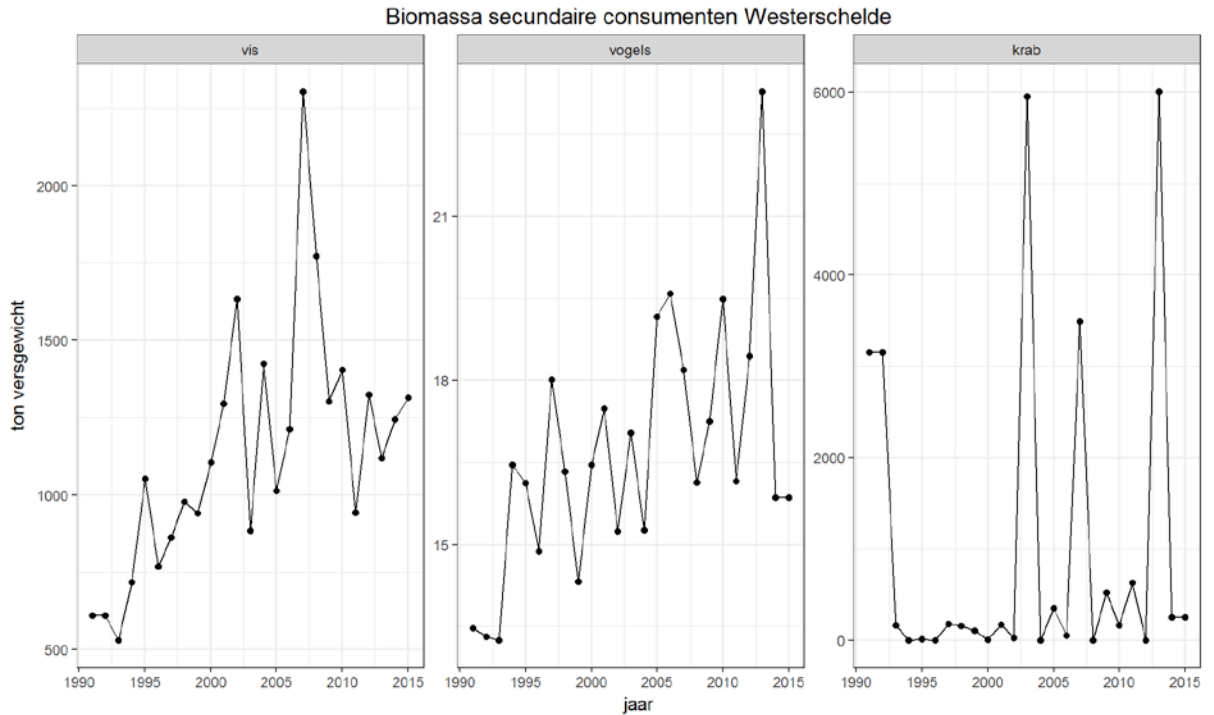
Figuur G-8: Gemiddelde biomassa van omnivore en bentivore vogels in de Zeeschelde per zone.



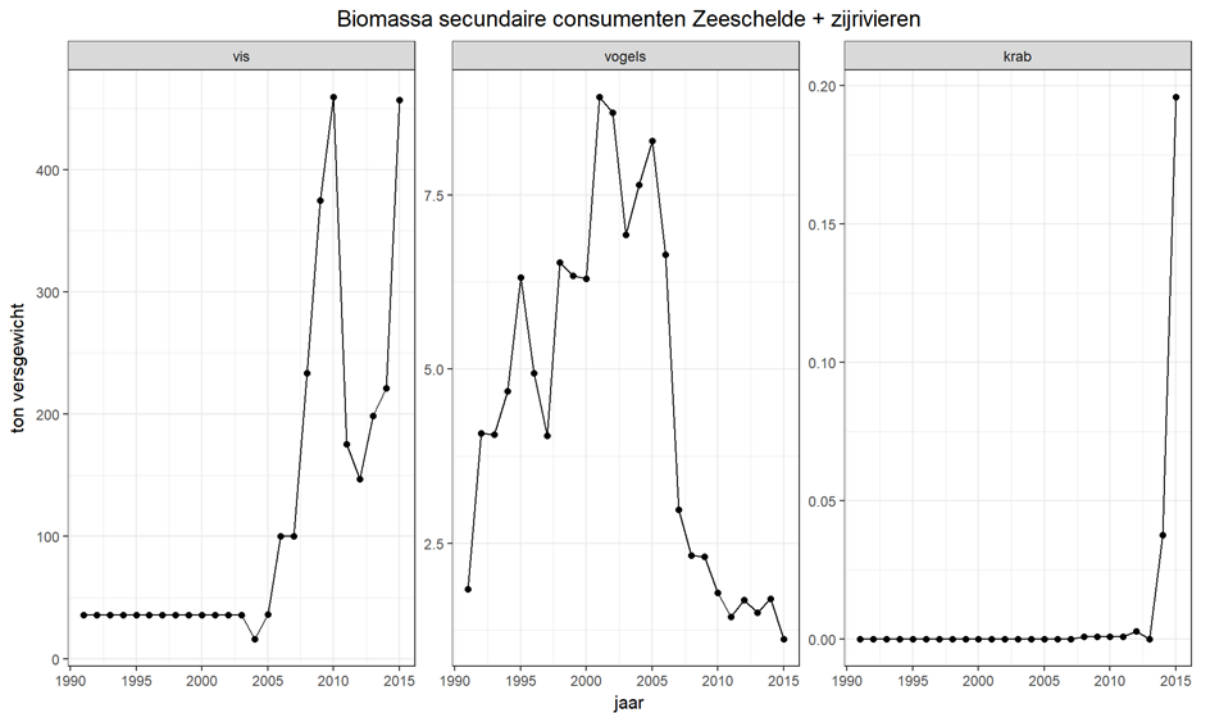
Figuur G-9: De biomassa van krabben als ton versgewicht in de verschillende zones van de Westerschelde.



Figuur G-10: De biomassa van krabben als ton versgewicht in de verschillende zones van de Zeeschelde.



Figuur G-11: De biomassa van secundaire consumenten als ton versgewicht in de Westerschelde.



Figuur G-12: De biomassa van secundaire consumenten als ton versgewicht in de de Zeeschelde en zijrivieren.





## **Bijlage H Menselijke ingrepen**

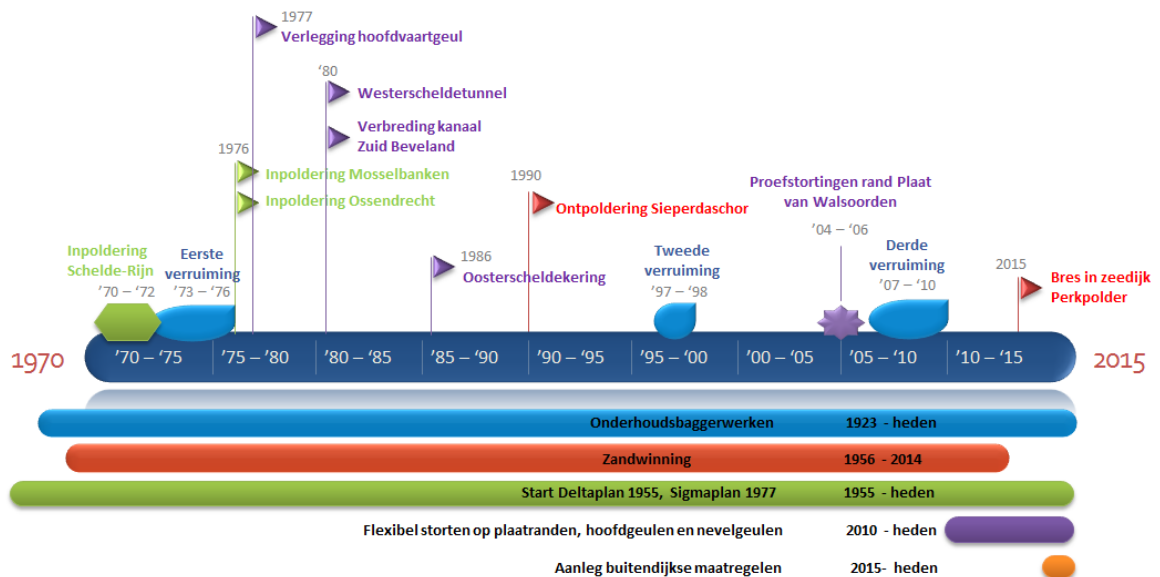
Deze bijlage bevat aanvullende informatie over de menselijke ingrepen in het Schelde-estuarium sinds 1970.

## Bijlage H.1 Westerschelde

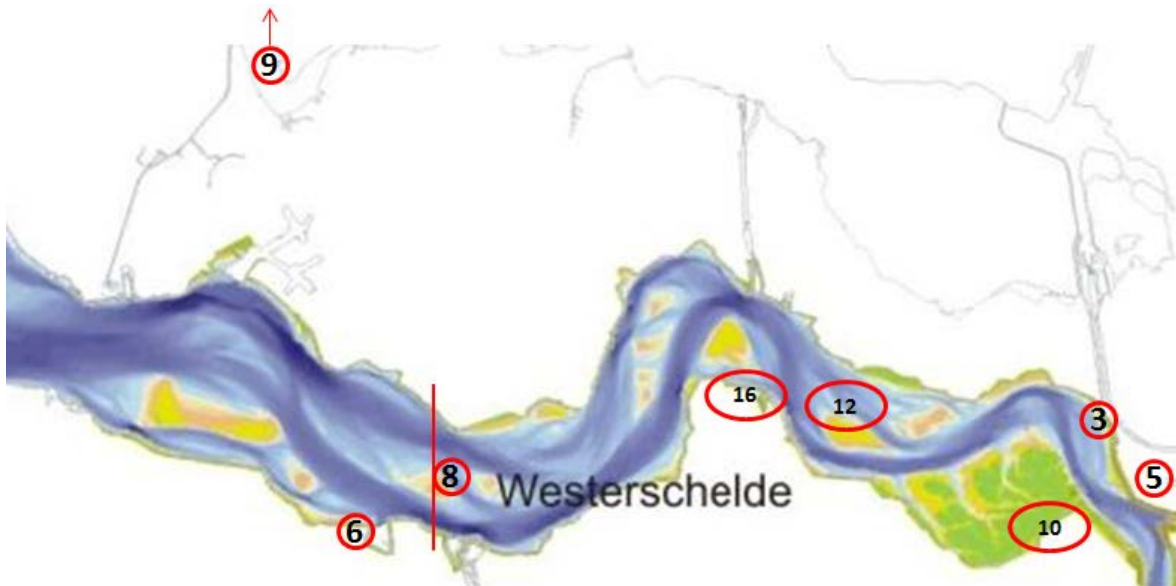
| Nr. | Begin jaar | Eind jaar | Locatie                    | Ingreep   | Hoeveelheid   | Bron     |
|-----|------------|-----------|----------------------------|---|---|----------|
| 1   | 1923       | Heden     | Westerschelde              | Baggerwerken  |   | 1        |
| 2   | 1956       | 2014      | Westerschelde              | Zandwinning   | Gemiddeld 2Mm <sup>3</sup> per jaar   | 1        |
| 3   | 1970       | 1972      | Schelde-Rijn               | Inpoldering Schelde-Rijn  | 800 ha  | 2        |
| 4   | 1973       | 1976      | Westerschelde              | Eerste verruiming tot 34'<br>- Verlaging drempels<br>- Verdieping en verbreding vaargeul<br>- Toename in jaarlijkse baggerwerken        | Streefdiepte NAP-12 m<br>- 2 à 3 meter<br>- Circa 57.5 Mm <sup>3</sup><br>- Van 4 naar 10 Mm <sup>3</sup> | 1, 2, 10 |
| 5   |            | 1976      | Ossendrecht                | Inpoldering   | 782 ha  | 2        |
| 6   |            | 1976      | Mosselbanken               | Inpoldering   | 148 ha  | 2        |
| 7   |            | 1977      | Westerschelde              | Verlegging hoofdvaargeul  |   | 2        |
| 9   |            | 1986      | Oosterschelde              | Ingebruikname Oosterscheldekering   |   | 1        |
| -   |            | 1987      | Zuid-Beveland              | Verbreden kanaal Zuid Beveland  |   | 3        |
| -   | 1986       | 1987      | Bath                       | Opening spuikanaal / spuisluis Bath<br>1 <sup>e</sup> jaar 100 m <sup>3</sup> /s extra zoetwater, daarna gemiddeld 15 m <sup>3</sup> /s |   |          |
| 10  |            | 1990      | Sieperdaschor              | Natuurlijke ontpoldering (Selenapolder)   |   | 2        |
| -   |            | 1994      | Aanleg Voorland Nummer Een | Reconstructie zeedijk door teruglegging en aanleg hoge berm met 'schor' en broedeiland (natuurontwikkeling)                             | Ca 45 ha  |          |
| -   | 1995       |           | Vlissingen-Oost            | afvalwater van het industrieterrein in het Sloegebied wordt sinds 1995 centraal gezuiverd   |   | 15, 18   |
| -   | 1997       | 1998      | Westerschelde              | Tweede verruiming tot 38'<br>- Verlaging drempels<br>- Gebaggerd op drempels<br>- Gebaggerd overige gebieden                            | Streefdiepte NAP-16 m<br>- 1 à 1,5 meter<br>- 12,2 Mm <sup>3</sup><br>- 5,3 Mm <sup>3</sup>               | 1, 10    |
| 8   | 1999       | 2002      | Borssele - Terneuzen       | Aanleg Westerscheldetunnel  |   | 3        |
| -   | 2003       | 2003      | Waarde                     | Twee strekdammen bij Valkenisse   |   | 14       |
| 12  | 2004       | 2006      | Plaat van Walsoorden       | Proefplaatstortingen  |   | 5        |
| -   | 2006       | 2010      | Margaretha-polder          | Natuurontwikkeling Margarethapolder   |   |          |
| -   | 2007       |           | Terneuzen                  | hergebruik van afvalwater door Dow Terneuzen  |   | 16       |
| -   |            | 2010      | Westerschelde              | Derde verruiming (zie Figuur H-3)<br>- Verdieping vaargeul<br>- Verbreding vaargeul   | Streefdiepte NAP-17,2 m<br>7,70 Mm <sup>3</sup> in situ<br>300 m tot 500 m                                | 1, 2, 10 |
| -   | 2010       | Heden     | Westerschelde              | Flexibel storten op plaatranden, hoofdgeul en nevengeulen   |   | 3        |

| Nr. | Begin jaar          | Eind jaar | Locatie                | Ingreep  | Hoeveelheid   | Bron   |
|-----|---------------------|-----------|------------------------|--|---------------|--------|
| -   | 2010                | Heden     | West-Zeeuws-Vlaanderen | Waterdunen: ontwikkeling 173 ha estuariene natuur en kustversterking   | 173 ha natuur |        |
| -   | 2011                |           | Vlissingen-Oost        | Sluiting Zalco (voorheen Pechiney) aluminiumsmelter. Minder F, Al, PAK's   |               | 18     |
| -   | 2012                |           | Vlissingen-Oost        | sluiten van Thermphos (fosforfabriek)  |               | 17, 18 |
| 16  |                     | 2015      | Perkpolder             | Bres in zeedijk voor ontpoldering en ontwikkeling 75 ha estuariene natuur  | 75 ha natuur  | 5      |
| -   | 2015                |           | Borssele               | Sluiting EPZ kolencentrale (reductie Zware metalen, N, P, zwevend stof, PAK's koelwater)   |               | 18     |
| -   | Verschillende jaren |           | Bath                   | RWZI Bath, hierop loost o.a. Shell Moerdijk en Sabic. Sanering van afvalwaterstromen bij deze grote bedrijven en verbeterde prestatie RWZI |               | 18     |
| -   | Verschillende jaren |           | Scheldestromen         | Verbetering prestaties RWZI's Waterschap Scheldestromen  |               | 18     |
| -   |                     | 2016      | Baalhoek-Knuitershoek  | Aanleg strekdammen om sedimentatie en daarmee laagdynamisch slib te bevorderen   |               |        |
| -   | 2016                |           | Terneuzen              | Hergebruik effluent RWZI Terneuzen door Dow Terneuzen (waterbesparing)   |               | 18     |
| -   | 2016                | Heden     | Westerschelde          | Aanleg buitendijkse maatregelen  |               | 3      |

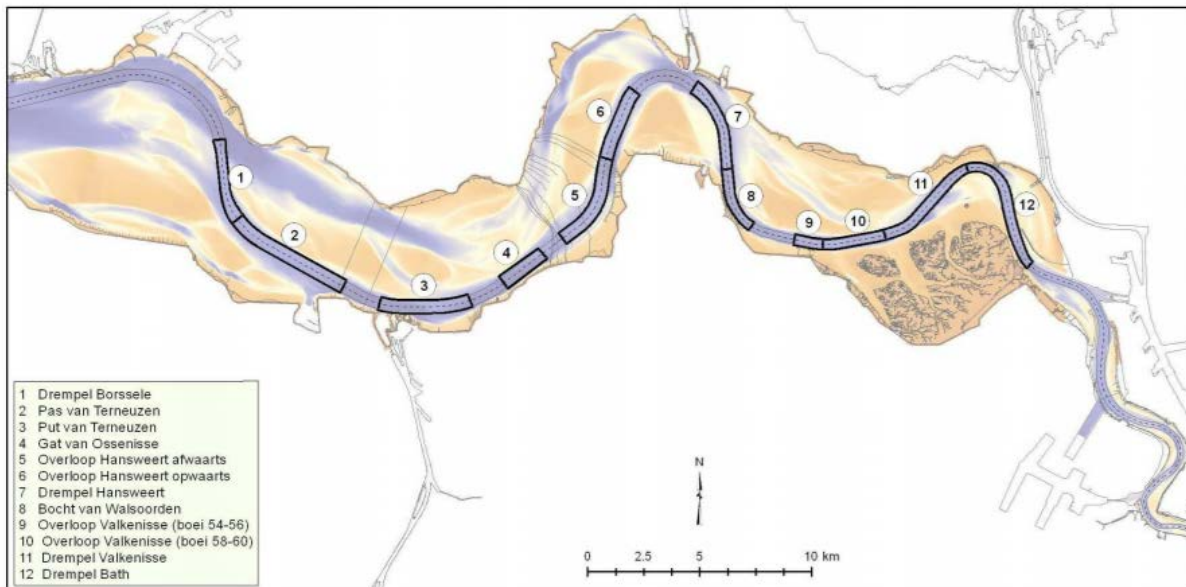
Tabel H-1: Overzicht ingrepen Westerschelde 1970 – 2016.



Figuur H-1: Overzicht ingrepen Westerschelde 1970 – 2015 (tijdlijn).



Figuur H-2: Overzicht selectie van ingrepen in de Westerschelde 1970 – 2015 (kaart). N.B. Nummering verwijst naar eerste kolom Tabel H-1.



Figuur H-3: Overzicht van de locaties van de ondiepe gedeeltes in de vaargeul Westerschelde (voor de derde verruiming). Bron: Verruiming vaargeul Westerschelde Aanvraag vergunning Ontgrondingenwet.

<http://www.vnsc.eu/uploads/2011/01/ogwaanvraagverruimingvaargeulwesterschelde.pdf>

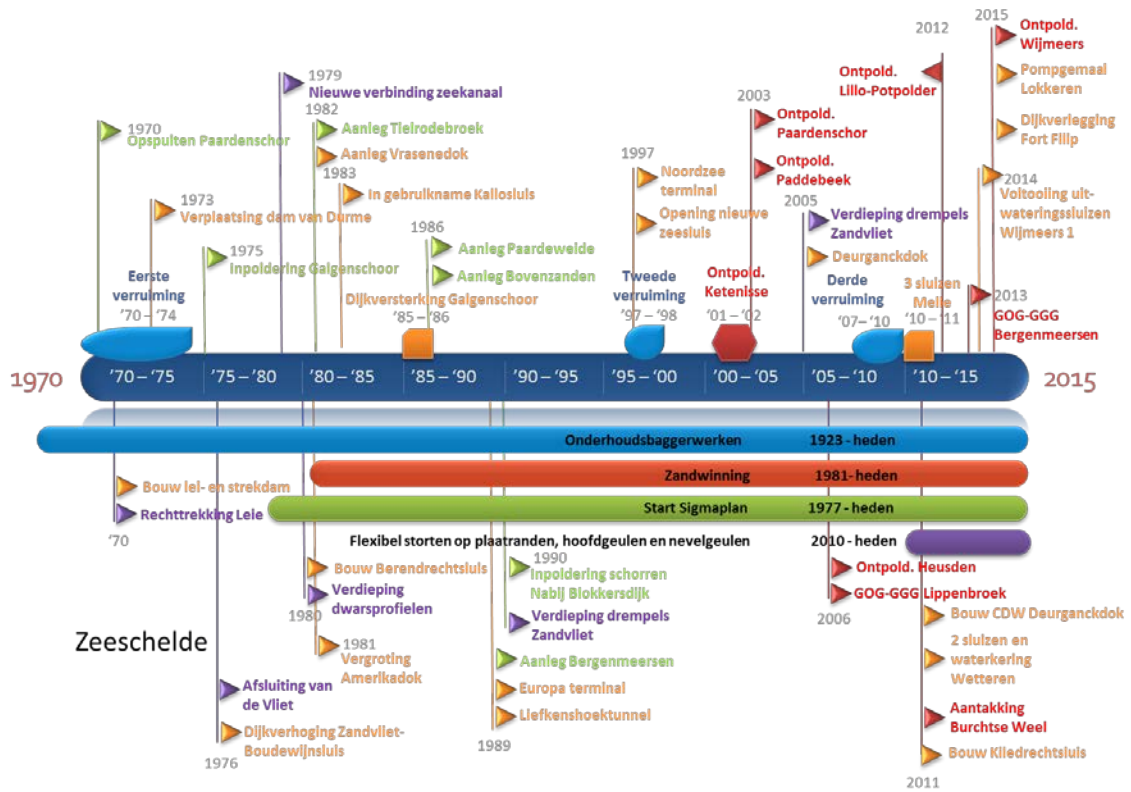
## Bijlage H.2 Zeeschelde inclusief zijrivieren

| Nr. | Begin jaar | Eind jaar | Locatie                    | Ingreep  | Hoeveelheid  | Bron |
|-----|------------|-----------|----------------------------|--|--|------|
| 1   | 1923       | Heden     | Zeeschelde                 | Baggerwerken   |  | 1    |
| 2   | 1961       | 1967      | Zandvlietsluis             | Bouw Zandvlietsluis  |  | 2    |
| 3   | 1968       | 1975      | Ballooi / Schouselbroek    | Ophoging schor met huishoudelijk afval   | 12 ha  | 2    |
| 4   | 1968       | 1978      | St. Onolfspolder           | Verlegging Dendermonding en bouw getijsluis  |  | 4    |
| 5   | 1969       |           | Gent                       | Aanleg Ringvaart   |  | 2    |
| 6   | 1969       |           | Gent                       | Schutsluis   |  | 2    |
| 7   | 1969       |           | Evergem                    | Stuw, zorgt voor extra waswater richting Terneuzen   |  | 2    |
| 8   | '70        |           | Ouden Doel en Ballastplaat | Bouw lei- en strekdam  |  | 9    |
| 9   | '70        |           | Leie                       | Rechttrekking  |  | 2    |
| 10  | 1970       | 1974      | Zeeschelde                 | Eerste verruiming<br>- Onderhouden bodemdieptes<br>- Verbreding- en verdieping vaargeul<br>- Toename jaarlijkse baggerwerken | Circa 14 Mm <sup>3</sup><br>Van 2 naar 3 Mm <sup>3</sup> | 2    |
| 11  | 1970       | 1980      | Paardenschor               | Opspuiting voor aanleg kerncentrale t.h.v. Schor van Ouden Doel  |  | 4    |
| 12  | 1971       | 1979      | Haven van Antwerpen        | Bouw Kallossluis, eerste schip passeerde in 1983   |  | 4    |
| 13  | 1973       |           | Zelee                      | Verplaatsing dam van de Durme stroomopwaarts   |  | 2    |
| 14  | 1975       |           | Galgenschoor               | Inpoldering  | 22.5 ha  | 2    |
| 15  |            | 1976      | Zandvliet-Boudewijnsluis   | Dijkverhoging  | 37 ha  | 2    |
| 16  |            | 1976 / 77 | De Vliet                   | Afsluiting van de Vliet, afname getijgebied  | 53 ha  | 2    |
| 17  | 1977       |           |                            | Start Sigmaplan  |  | 4    |
| 18  |            | 1979      | Wintam                     | Nieuwe verbinding zeekanaal met Schelde  |  | 4    |
| 19  | 1980       |           | Dendermode – Gentbrugge    | Verdieping dwarsprofielen  |  | 2    |
| 20  | 1980       | 1989      | Berendrechtsluis           | Bouw Berendrechtsluis  |  | 2    |
| 21  | 1981       | Heden     | Zeeschelde                 | Zandwinning  | Gemiddeld 1.5 Mm <sup>3</sup> per jaar                   | 2    |
| 22  |            | 1981      | Haven van Antwerpen        | Vergroting Amerikadok door verwijderen landtong  |  | 4    |
| 23  | 1982       |           | Tielrodebroek              | Aanleg Tielrodebroek   |  | 2    |
| 24  | 1982       | 1988      | Waaslandhaven              | Aanleg Vrasenedok  |  | 11   |
| 25  | 1985       | 1986      | Galgenschoor               | Dijkversterking  |  | 2    |
| 26  | 1986       |           | Bovenzanden                | Aanleg Bovenzanden   |  | 2    |
| 27  | 1986       |           | Paardeweide                | Aanleg Paardeweide   |  | 2    |
| 28  | 1989       |           | Liefkenshoek-tunnel        | Extra zandwinning  | Circa 5 Mm <sup>3</sup>                                  | 2    |

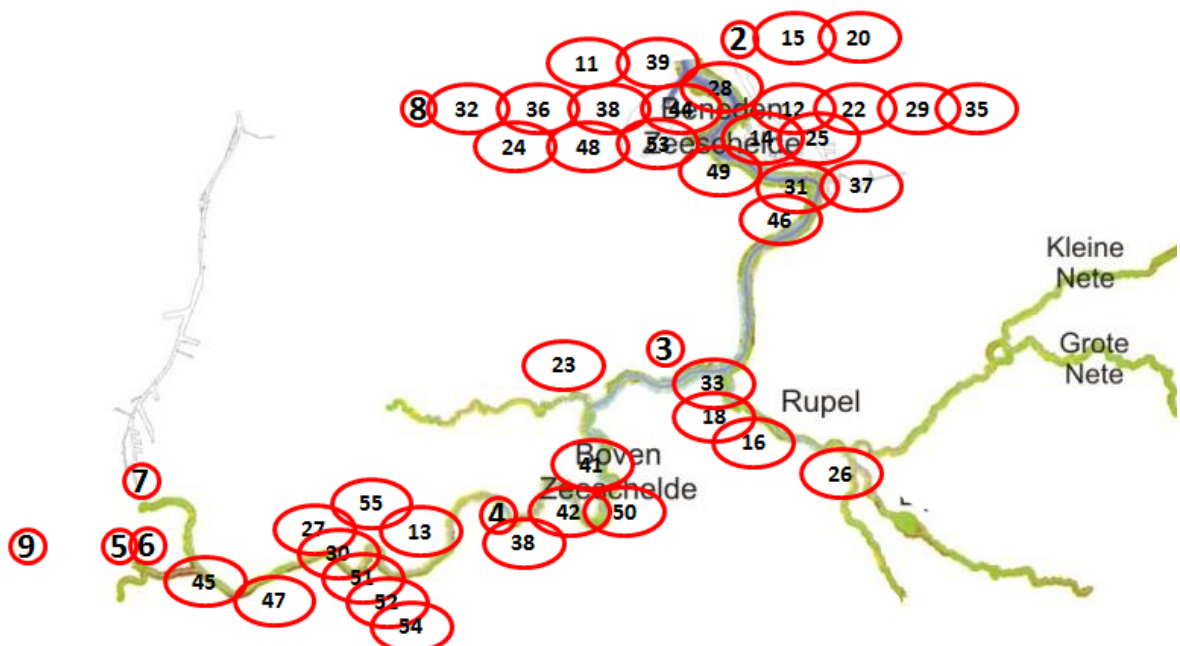
| Nr. | Begin jaar | Eind jaar | Locatie                       | Ingrep   | Hoeveelheid  | Bron       |
|-----|------------|-----------|-------------------------------|--|--------------|------------|
| 29  | 1989       | 1990      | Haven van Antwerpen           | Europa terminal, extra zandwinning   | Circa 6 Mton | 3, 4       |
| 30  | 1989       |           | Bergenmeersen                 | Aanleg Bergenmeersen   |              | 2          |
| 31  | 1990       |           | Blokkersdijk                  | Inpoldering schorren   | 12 ha        | 2          |
| 32  | 1990       |           | Oude Doel                     | Verdieping drempel van Zandvliet   |              | 1          |
| -   | 1996       | 2004      | Waaslandhaven                 | Bouw Verrebroekdok   |              | 11         |
| 31  |            | 1997      | Wintam                        | Opening nieuwe zeesluis en uitbreiding Zeekanaal   |              | 2          |
| 32  | 1997       | 1998      | Zeeschelde                    | Tweede verruiming<br>- Verhoging bodemdieptes  |              | 2          |
| 33  |            | 1997      | Haven van Antwerpen           | Noordzeeterminal   |              | 3          |
| 34  | 1999       | 2005      | Deurganckdok                  | Aanleg Deurganckdok<br>- Verhoging bodemdieptes  |              | 2, 4       |
| 35  | 2001 / 02  | 2002 / 03 | Ketenisse                     | Ontpoldering (dijkverlegging)<br>Ketenisse door middel van afgraving                                     | 35.5 ha      | 2, 5, 6, 7 |
| 36  | 2003       |           | Paddebeek                     | Ontpoldering (dijkverlegging)<br>Paddebeek   | 1.5 ha       | 6, 7       |
| 37  | 2003 / 04  |           | Paardenschor                  | Ontpoldering (dijkverlegging)<br>Paardenschor door middel van afgraving                                  | 12 ha        | 2, 6, 7    |
| 38  | 2005       |           | Oude Doel                     | Verdieping drempels van Zandvliet  |              | 1          |
| 39  | 2006       |           | Lippenbroek                   | GOG-GGG Lippenbroek en aanleg in/<br>en uitlaatsluis   | 10 ha        | 6, 7       |
| 40  | 2006       |           | Heusden                       | Ontpoldering (dijkverlegging) Heusden  | 13 ha        | 6, 7       |
| 41  | 2007       | 2010      | Zeeschelde                    | Derde verruiming<br>- Verbreding vaargeul  | Tot 500 m    | 2          |
| 42  | 2009       | 2011      | Deurganckdok                  | Bouw Current Deflecting Wall   |              | 11         |
| 43  | 2010       | 2011      | Melle                         | Dijkverhoging en aanleg drie<br>uitwateringssluizen  |              | 6          |
| 44  | 2011       |           | Burchtse Weel                 | Aantakking Burchtse Weel   | 18 ha        | 5, 7       |
| 45  | 2011       |           | Wetteren                      | Realisatie twee uitwateringssluizen en<br>waterkering  |              | 6          |
| 46  | 2011       | 2016      | Waaslandhaven                 | Bouw Kieldrechtsluis   |              | 12         |
| 47  | 2012       |           | Potpolder Lillo               | Ontpoldering Potpolder Lillo   | 10 ha        | 2, 5, 6, 7 |
| 49  | 2013       |           | Bergenmeersen                 | GOG-GGG Bergenmeersen  | 40.5 ha      | 6, 7       |
| -   |            | 2014      | Paardeweide                   | GOG wetland Paardeweide in werking   | 85 ha        | 13         |
| 50  |            | 2014      | Wijmeers                      | Voltooiing uitwateringssluizen<br>Wijmeers 1   |              | 5          |
| -   | 2015       |           | Kruibeke, Bazel<br>Rupelmonde | Polders van Kruibeke officieel in<br>gebruik gesteld (diverse ingrepen:<br>ontpoldering, GOG en GOG-GGG) | 600 ha       | 13         |
| 51  | 2015       |           | Fort Filip                    | Dijkverlegging   |              | 5, 7       |
| 52  | 2015       |           | Wijmeers                      | Ontpoldering Wijmeers 2 door bres in<br>bestaande Scheldedijk  | 28 ha        | 5, 13      |
| 53  | 2015       |           | Lokeren                       | Scheidingsdam uitgerust met<br>pompemaal   |              | 6          |

| Nr. | Begin jaar | Eind jaar | Locatie  | Ingreep   | Hoeveelheid | Bron |
|-----|------------|-----------|----------|---|-------------|------|
| -   | 2016       |           | Wijmeers | GOG Wijmeers 1 en plein van Aard formeel ingehuldigd op 25 maart 2016 | 159 ha      | 13   |

Tabel H-2: Overzicht ingrepen Zeeschelde 1970 – 2016. GOG = Gecontroleerd overstromingsgebied, GGG = Gecontroleerd Gereduceerd Getijgebied.



Figuur H-4: Overzicht ingrepen Zeeschelde 1970 – 2015 (tijdlijn).



Figuur H-5: Overzicht ingrepen Zeeschelde 1970 – 2015 (kaart). N.B. Nummering verwijst naar kolom 1 Tabel H-2.

## Bijlage H.3 Referenties

Op nummer uit Tabel H-1 en Tabel H-2.

1. VNSC (2014). T2009-Rapport Schelde-Estuarium
2. Braeckel van, A., Coen, L., Peeters, P., Plancke, Y., Mikkelsen, J. en Bergh van den, E. (2012). Historische evolutie van Zeeschelde habitats. Kwantitatieve en kwalitatieve analyse van invloedsfactoren. INBO, Brussel i.s.m. het Waterbouwkundig Laboratorium, Antwerpen.
3. Projectgroep Evaluatie en Rapportage (2016). Verslag. Bergen op Zoom.
4. Braeckel van, A., Piesschaert, F. en Bergh van den, E. (2006). Historische analyse van de Zeeschelde en haar getijgebonden zijrivieren. 19e eeuw tot heden. INBO, Brussel, p. 85- 92.
5. Ryckegem van, G., Braeckel van, A., Elsen, R., Speybroeck, J., Vandevoorde, B., Mertens, W., Breine, J., Beukelaer de, J., Regge de, N., Hessel, K., Soors, J., Terrie, T., Lierop van, F. en Bergh van den, E. (2016). MONEOS – Geïntegreerd datarapport INBO: Toestand Zeeschelde 2015: monitoringsoverzicht en 1ste lijnsrapportage Geomorfologie, diversiteit Habitats en diversiteit Soorten. INBO, Brussel, p. 175 – 178.
6. Omreg.net. Geraadpleegd op 30-11-16 via: <<http://www.omreg.net/view-maps/>>.
7. Ryckegem van, G., Braeckel van, A., Elsen, R., Speybroeck, J., Vandevoorde, B., Mertens, W., Breine, J., Regge de, N., Soors, J., Dhaluin, P., Terrie, T., Lierop van, F., Hessel, K., Froidmont, M. en Bergh van den, E. (2015). MONEOS – Geïntegreerd datarapport INBO: toestand Zeeschelde 2014. Monitoringsoverzicht en 1ste lijnsrapportage Geomorfologie, diversiteit Habitats en diversiteit Soorten. INBO, Brussel, p. 163 – 173.
8. <http://www.vnsc.eu/projecten/sigmaflan/>. Geraadpleegd op 21-12-16.
9. Van Braeckel et al. (2009). Inventarisatie en historische analyse van Zeescheldehabitats. Vervolgstudie: resultaten van het tweede jaar. Alexander Van Braeckel, Jari Hinsch Mikkelsen, Jonas Dillen, Frederic Piesschaert en Erika Van den Bergh Leen Coen, Tom De Mulder, Stefaan Ides, Tatiana Maximova, Patrick Peeters, Yves Plancke en Frank Mostaert. INBO en Waterbouwkundig Laboratorium, NBO.IR.2009.34, 2009.
10. Vroom, J., Schrijvershof, R. (2015). Overzicht van menselijke ingrepen in de Westerschelde en haar mondingsgebied in de periode 1985-2014. Memo. *Deltares*.
11. <http://www.victorbuyck.be/downloads/pdf/nl/60.pdf> Geraadpleegd op 19 april 2017
12. <http://www.kieldrechtssluis.be/over-de-sluis> Geraadpleegd op 19 april 2017
13. Persoonlijke communicatie met Jannie Dhondt (Departement Mobiliteit en Maritieme Werken, afdeling Maritieme Toegang), 18 oktober 2016.
14. Persoonlijke communicatie met Marco Schrijver (Rijkswaterstaat, MinIenM), 22 augustus 2017.
15. <https://www.evidesindustriewater.nl/app/uploads/Case-AWZI-Sloe.pdf>
16. <https://www.technischweekblad.nl/nieuws/dow-hergebruikt-afvalwater-als-proceswater/item1378> en <http://www.dowduurzaam.nl/initiatief/hergebruik-huishoudelijk-afvalwater-terneuzen>
17. <https://www.nrc.nl/nieuws/2012/11/21/fosforfabriek-thermphos-definitief-failliet-450-mensen-verliezen-baan-a1439795>
18. Email Thomas Collette dd 20-09-2017 aan Gerrit Burgers.

Alfabetisch

- Adebola F.B., Oshungade I.O., (2012) On a new method of bias reduction: Alternative to Aproximately Unibased Ratio Estimators. *Mathematical Theory and Modelling* Vol 2, No. 8 (2012) 79- 89.



- Billen, G. & garnier, J. (2007) River basin nutrient delivery to the coastal sea: Assessing its potential to sustain new production of non-silicious algae. *Marine Chemistry* 103: 148-160.
- Braeckel van, A., Coen, L., Peeters, P., Plancke, Y., Mikkelsen, J. en Bergh van den, E. (2012). Historische evolutie van Zeeschelde habitats. Kwantitatieve en kwalitatieve analyse van invloedsfactoren. *INBO*, Brussel i.s.m. *het Waterbouwkundig Laboratorium*, Antwerpen. (2)
- Braeckel van, A., Piesschaert, F. en Bergh van den, E. (2006). Historische analyse van de Zeeschelde en haar getijgebonden zijrivieren. 19e eeuw tot heden. *INBO*, Brussel, pp.85–92. (4)
- Chapman, D., (1996). *Water quality assessments-A guide to use of biota, sediments and water in Environmental Monitoring*–. UNESCO/WHO/UNEP
- Davis, John C., 1986. *Statistics and Data Analysis in Geology*. John Wiley and Sons. New York.
- Franke, R., 1987. Scattered Data Interpolation: Test of Some Methods, *Mathematics of Computations*. v.33. n.157. p. 181-200.
- <http://www.kieldrechtsluis.be/over-de-sluis> Geraadpleegd op 19 april 2017.
- <http://www.victorbuyck.be/downloads/pdf/nl/60.pdf> Geraadpleegd op 19 april 2017.
- <http://www.vnsc.eu/projecten/sigmaplan/>. Geraadpleegd op 21-12-16. (8).
- Maris, T. & P. Meire, 2016. Onderzoek naar de gevolgen van het Sigmaplan, baggeractiviteiten en havenuitbreiding in de Zeeschelde op het milieu. Geïntegreerd eindverslag van het onderzoek verricht in 2015. ECOBE 016-R201 Universiteit Antwerpen, Antwerpen.
- Omreg.net. Geraadpleegd op 30-11-16 via: <<http://www.omreg.net/view-maps/>>. (6)
- Persoonlijke communicatie met Marco Schrijver (Rijkswaterstaat, MinlenM), 22 augustus 2017.
- Persoonlijke communicatie projectteam met Jannie Dhondt (Departement Mobiliteit en Maritieme Werken, afdeling Maritieme Toegang), 18 oktober 2016.
- Projectgroep Evaluatie en Rapportage (2016). Verslag. Bergen op Zoom. (3)
- Quilbe' R., Rousseau A., Duchemin M., Poulin A., Gangbazo G., and Villeneuve J.P. (2006). Selecting a calculation method to estimate sediment and nutrient loads in streams: Application to the Beaurivage River (Que ´bec, Canada). *Journal of Hydrology* 326 (2006) 295–310.
- Ryckegem van, G., Braeckel van, A., Elsen R., Speybroeck J., Vandevoorde B., Mertens W., Breine J., Regge de, N., Soors J., Dhaluin P., Terrie T., Lierop van, F., Hessel K., Froidmont, M. en Bergh van den, E. (2015). MONEOS – Geïntegreerd datarapport INBO: toestand Zeeschelde 2014. Monitoringsoverzicht en 1ste lijnsrapportage Geomorfologie, diversiteit Habitats en diversiteit Soorten. *INBO*, Brussel, p. 163 – 173. (7)
- Ryckegem van, G., Braeckel van, A., Elsen, R., Speybroeck, J., Vandevoorde, B., Mertens, W., Breine, J., Beukelaer de, J., Regge de, N., Hessel, K., Soors, J., Terrie, T., Lierop van, F. en Bergh van den, E. (2016). MONEOS – Geïntegreerd datarapport INBO: Toestand Zeeschelde 2015: monitoringsoverzicht en 1ste lijnsrapportage Geomorfologie, diversiteit Habitats en diversiteit Soorten. *INBO*, Brussel, p. 175 – 178. (5)
- Van Braeckel et al. (2009). Inventarisatie en historische analyse van Zeescheldehabitats. Vervolgstudie: resultaten van het tweede jaar. Alexander Van Braeckel, Jari Hinsch Mikkelsen, Jonas Dillen, Frederic Piesschaert en Erika Van den Bergh Leen Coen, Tom De Mulder, Stefaan Ides, Tatiana Maximova, Patrick Peeters, Yves Plancke en Frank Mostaert. *INBO en Waterbouwkundig Laboratorium*, NBO.IR.2009.34, 2009. (9)
- VNSC (2014). T2009-Rapport Schelde-Estuarium. (1)
- Vos M., en Wolff, W. (2001) Ontwerp-ecotopenstelsel voor de brakke Rijkswateren. Mariene Biologie Rijksuniversiteit Groningen.

- Vroom, J., Schrijvershof, R. (2015). Overzicht van menselijke ingrepen in de Westerschelde en haar mondingsgebied in de periode 1985-2014. Memo. Deltares. (10).





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)