

**T2009-RAPPORT SCHELDE ESTUARIUM-
ADDENDUM LEEFOMGEVING**

MINISTERIE VAN INFRASTRUCTUUR EN MILIEU
RIJKSWATERSTAAT ZEELAND, UITVOEREND
SECRETARIAAT VAN DE VLAAMS-NEDERLANDSE
SCHELDECOMMISSIE

23 april 2014
077667527:A - Definitief
C03041.002718.0400



Inhoud

1	Samenvatting.....	3
2	Inleiding.....	6
2.1	Communicatie-indicator leefomgeving.....	6
2.2	Ecotopen.....	7
2.3	Dynamiek in het litoraal.....	8
2.4	Gebruikte gegevens en ruimtelijke indeling.....	11
3	Oppervlak.....	12
3.1	Inleiding.....	12
3.2	Westerschelde.....	12
3.3	Zeeschelde en getijrivieren.....	19
4	Kwaliteit.....	24
4.1	Inleiding.....	24
4.2	Lengte laagwaterlijn grenzend aan laagdynamisch habitat Westerschelde.....	24
4.3	Lengte laagwaterlijn grenzend aan laagdynamisch habitat/zacht substraat Zeeschelde.....	28
4.4	Helling.....	30
4.5	Hoogtegradiënt.....	33
4.6	Breedte schorhabitat.....	41
4.7	Oeverbreedte.....	45
5	Turnover.....	49
5.1	Inleiding.....	49
5.2	Westerschelde.....	49
5.2.1	Stabiel areaal.....	50
5.2.2	Mate van veranderingen.....	53
5.2.3	Uitwisseling Sublitoraal en andere klassen.....	55
5.2.4	Laagdynamisch.....	55
5.2.5	Hoogdynamisch.....	57
5.2.6	Schor & Pionierschor.....	58
6	Verklarende parameters.....	62
6.1	Inleiding.....	62
6.2	Gebruikte gegevens.....	62
6.3	Substraattipe.....	63
6.4	Zoutgehalte.....	64
6.5	Stroomsnelheden.....	64
6.6	Droogvalduur.....	66
6.7	Waterstanden.....	71
6.8	Bodemligging.....	72
6.9	Vegetatieontwikkeling.....	72
6.10	Geomorfologie.....	73
6.11	Natuurontwikkelingsprojecten.....	77

7	Evaluatie T2009 Leefomgeving.....	79
7.1	Inleiding.....	79
7.2	Arealen Zeeschelde	79
7.3	Areaal ontwikkeling Westerschelde.....	81
7.4	Kwaliteit Westerschelde en Zeeschelde.....	82
7.4.1	Laagwaterlijn grenzend aan laagdynamisch litoraal (in de Westerschelde) of zachtsubstraat (in de Zeeschelde).....	82
7.4.2	Helling van het litoraal en het gehele profiel in de Zeeschelde.....	82
7.4.3	Hoogtegradiënt laagdynamisch litoraal (Westerschelde) en zachte substraat (Zeeschelde)	82
7.4.4	Zonering van schorren	82
7.4.5	Schorbreedte	83
7.4.6	Oeverbreedte	83
7.5	Turnover	83
7.6	Evaluatie T2009 Leefomgeving.....	84
8	Referenties	86
Bijlage 1	Arealen in tabellen.....	89
Bijlage 2	Profielen Zeeschelde.....	92
Bijlage 3	Turnover kruistabellen	169

1

Samenvatting

Inleiding

De leefomgeving voor flora en fauna in het Schelde-estuarium wordt gekenmerkt door een grote variatie aan habitats, die het gevolg zijn van de aanwezige gradiënten. In het Schelde-estuarium worden de habitats beschreven in ecotopen. In dit onderdeel van de T2009 evaluatie van het Schelde-estuarium worden de ontwikkelingen van de ecotopen beschouwd. Hierbij wordt gekeken naar de trends in de arealen, de kwaliteit en de turnover, zoals opgenomen in de Evaluatiemethodiek (Holzhauer e.a, 2012). Voor de Zeeschelde zijn de ecotopenkaarten 2001 en 2010 gebruikt, voor de Westerschelde de ecotopenkaarten van 1996, 2001, 2004, 2008 en 2010 (versie V3, december 2013).

Oppervlak

De ontwikkelingen in de ecotopen van de gehele Westerschelde zijn samen te vatten in een aantal trends:

- Afname van het areaal litoraal;
- Toename van het areaal sublitoraal;
- Toename van het areaal laagdynamische sublitoraal;
- Toename van het areaal schor en pionierschor (voornamelijk op de platen);
- Afname van het areaal hoogdynamisch litoraal;
- Toename van het areaal laagdynamisch litoraal.

In de Zeeschelde is het globale beeld een toename van het diepe sublitoraal Zeeschelde tot en met OMES-zone 16. In de zijrivieren neemt de waterdiepte af.

Kwaliteit

De kwaliteit van de leefomgeving is beoordeeld aan de hand van verschillende parameters. Het blijkt niet goed mogelijk te zijn om de trends in de ontwikkelingen van deze kwaliteitsparameters vast te stellen. De lengte van de laagwaterlijn grenzend aan laagdynamisch habitat (in de Westerschelde) varieert sterk, omdat het areaal laagdynamisch aan de laagwaterlijn sterk varieert. De lengte van de laagwaterlijn grenzend aan zacht substraat (in de Zeeschelde) is bepaald voor twee opnamen: er is wel sprake van veranderingen, maar uit twee datapunten kan geen trend worden afgeleid. Van de helling op het schor en slik in de Zeeschelde is vooralsnog één opname beschikbaar, zodat nog geen ontwikkelingen kunnen worden vastgesteld. De hoogteverdeling blijkt duidelijk anders per plaat- en slikgebied, maar van trendmatige veranderingen in de hoogteverdeling is geen sprake. De oorzaak ligt in de variatie in de verbreding van het laagdynamische areaal. Voor de zonering van de schorren is de kwelderkartering in de Westerschelde nog niet voldoende geüniformeerd en in de Zeeschelde is de zonering niet gekarteerd. De breedte van schor en oever is bepaald en hierin zijn geen eenduidige ontwikkelingen waarneembaar.

Turnover

Habitat turn-over is de omzetting van het ene habitat naar het andere op een specifieke locatie over een bepaalde tijdsperiode. Dit geeft inzicht in de vraag of er een evenwicht is tussen de afbrekende en opbouwende processen in het estuarium. In een gezond en dynamisch estuarien systeem is er sprake van

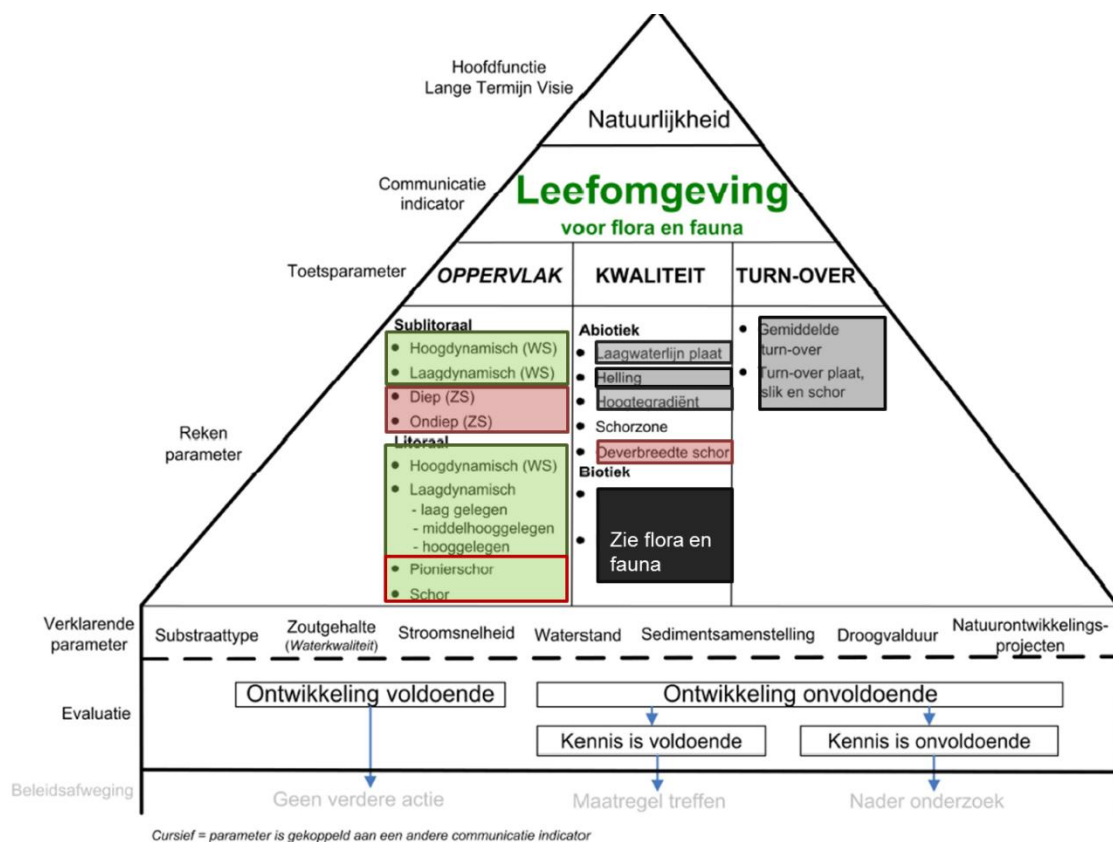
een zekere mate van habitat turn-over, maar er moet ook sprake zijn van stabiliteit van het habitat op een locatie. De serie van zes ecotopenkaarten die beschikbaar is voor Westerschelde heeft steeds een verschillende tijdsduur tussen kaarten. De veranderingen van de ecotopenkaarten van 1996 en 2001 hebben zich over een periode van 5 jaar afgespeeld, terwijl de veranderingen in de ecotopenkaarten van 2008 en 2010 in een bestek van 2 jaar hebben plaatsgevonden. De ordegrrootte van de turnover bedraagt over de hele periode van 15 jaar ruim 20% van het totale areaal. Van kaart tot kaart varieert de turnover van circa 10% voor de langere periodes naar circa 6% voor de korte periodes. Een goede onderlinge kwantitatieve vergelijking van deze (mate en snelheid van) veranderingen tussen de verschillende perioden is niet mogelijk, vanwege de verschillende tijdsduur tussen de ecotopenkaarten.

Evaluatie

De evaluatie heeft plaatsgevonden aan de hand van de criteria uit Holzhauer e.a. (2011) en de referentiearealen uit Maris e.a. (2013). Het uitgangspunt voor de evaluatie van Leefomgeving is dat voor een natuurlijk functionerend Schelde-estuarium:

- het oppervlak aan verschillende habitats evenwichtig verdeeld is,
- het aanwezige laagdynamisch habitat van voldoende kwaliteit is en
- sprake is van stabiliteit van habitats.

De resultaten zijn schematisch opgenomen in figuur 1. Hierbij duiden de groene kleuren op gewenste ontwikkelingen, rode kleuren op ongewenste ontwikkelingen en grijze kleuren op 'geen uitspraak'. De ontwikkeling is beoordeeld per saliniteitszone, in figuur 1 staat de dominante ontwikkeling in de zones.



Figuur 1 Overzicht van evaluatie Leefomgeving, (naar Holzhauer e.a., 2011).

In de Westerschelde is in het sublitoraal het laagdynamische areaal toegenomen. Dit is een gewenste ontwikkeling. In het litoraal hebben grote schommelingen plaatsgevonden in de arealen hoog- en laagdynamisch. De toename van het areaal laagdynamische litoraal wordt niet als significant aangemerkt, omdat de toename past binnen de waargenomen bandbreedte rond dat areaal. De afname van het hoogdynamische areaal is iets groter dan de bandbreedte. Dit is een gewenste ontwikkeling. De toename van het areaal schor en pionierschor is op zich een gewenste ontwikkeling, maar omdat dit op de platen speelt en niet langs de oevers wordt deze aangemerkt als ongewenst (zie rood kader in de piramide van figuur 1). De toename van het sublitorale areaal ten koste van de droogvallende delen (litoraal, supralitoraal en schor) is een ongewenste ontwikkeling. De totale beoordeling van de areaalveranderingen in de Westerschelde is neutraal, omdat zowel gewenste als ongewenste ontwikkelingen hebben plaatsgevonden.

In de Beneden Zeeschelde is het diep sublitoraal toegenomen ten koste van het ondiep sublitoraal en het litoraal. Dit zijn geen gewenste ontwikkelingen. Het schor is overwegend toegenomen. Dit is een gewenste ontwikkeling, hoewel de afname van litoraal daarbij ongewenst is. De toename van het totale areaal van de Beneden Zeeschelde heeft betrekking op de ingebruikneming van dokken en haveningen. De waargenomen arealen in de Zeeschelde zijn kleiner dan de referentiearealen. In de toekomst zullen deze tekorten worden opgelost door maatregelen die volgen uit beslist beleid (Van de Bergh, 2012).

De kwaliteitsparameters laagwaterlijn en hoogtegradiënt vertonen grote variaties, zodat het niet mogelijk is om trends in de ontwikkelingen vast te stellen. Een beoordeling kan dan ook niet plaatsvinden. Naar verwachting zal dit ook bij toekomstige evaluaties lastig blijven.

Voor de turnover is een goede kwantitatieve vergelijking niet mogelijk, omdat de periode tussen de opnames steeds verschilt. De vastgestelde veranderingen in de snelheid lijken het gevolg te zijn van verschillen in de waarnemingsperioden.

Voor schor- en oeverbreedte kan worden geconstateerd dat deze op veel plekken niet de gewenste breedte hebben.

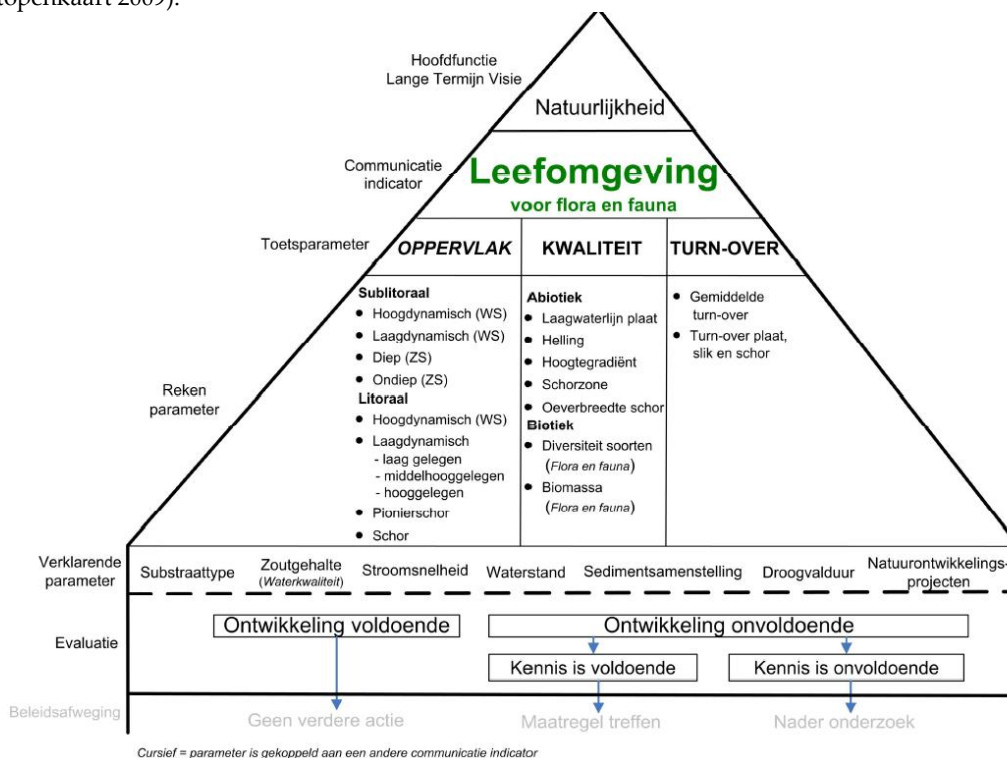
2

Inleiding

2.1 COMMUNICATIE-INDICATOR LEEFOMGEVING

De leefomgeving voor flora en fauna in het Schelde-estuarium wordt gekenmerkt door een grote variatie aan habitats, die het gevolg zijn van de aanwezige gradiënten. Er is een gradiënt van volledig zoet in de rivierarmen naar brak in het oosten en dan naar volledig zout in het westen. Ook zijn er verticale gradiënten van het 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. De schorvegetatie speelt bijvoorbeeld een rol bij het invangen van sedimenten en het afremmen van erosie.

In figuur 2 is de communicatie-indicator leefomgeving weergegeven, zoals deze is opgenomen in de Evaluatiemethodiek Schelde-estuarium (Holzhauer e.a., 2011). Tabel 1 laat voor de toets- en rekenparameters zien welk ruimtelijk bereik deze betreffen. In dit hoofdstuk worden van de parameters waarvan de gegevens beschikbaar zijn de ontwikkelingen tot en met het jaar 2010 weergegeven (er is geen ecotopenkaart 2009).



Figuur 2 Weergave Communicatie indicator Leefomgeving voor Flora en fauna met de onderliggen toets-, reken- en verklarende parameters (uit Holzhauer e.a, 2011).

2.2 ECOTOPEN

In het Schelde-estuarium worden de habitats beschreven in ecotopen. In tabel 1 zijn de geaggregeerde habitats opgenomen waarvan de oppervlaktes zijn bepaald. De basis voor de ecotopenindeling ligt in het Zoutwater Ecotopen Stelsel (ZES, Bouma e.a., 2005). Het ecotopenstelsel is een hiërarchisch opgebouwde indeling waarin de meest belangrijke abiotische omgevingsfactoren (mate van droogvallen, type substraat, saliniteit) en biotische aspecten (aanwezigheid begroeiing) van de habitats worden weergegeven.

Tabel 1 : Toetsparameters, rekenparameters en hun ruimtelijk bereik (uit Holzhauer e.a, 2011).

Toetsparameter	Rekenparameter	Ruimtelijk bereik
Oppervlakte	• Hoogdynamisch sublitoraal	• Zoute en brakke segmenten
	• Laagdynamisch sublitoraal	
	• Hoogdynamisch litoraal	
	• Ondiep sublitoraal	• Zoete segmenten
	• Diep sublitoraal	
	• Laagdynamisch laaggelegen litoraal	• Onderscheid naar laagdynamische gebieden in de zoute en brakke segmenten.
		• Geen onderscheid naar laagdynamische gebieden in de zoete segmenten.
	• Laagdynamisch middelhooggelegen litoraal	
	• Laagdynamisch hooggelegen litoraal	
	• Pionierschor	• Zoute, brakke en zoete segmenten
Kwaliteit (abiotiek)	• Schor	
	• Laagwaterlijn plaat langs laagdynamische habitats	• Laagdynamisch plaathabitat in de zoute en brakke segmenten
	• Hoogtegradiënt litoraal habitat	• Geulen, platen, slikken, en schorren in de zoute, brakke en zoete segmenten
	• Helling	
	• Zoneverdeling schorhabitat	
	• Oeverbreedte schorhabitat	
	• Diversiteit soorten (indicator Flora en fauna)	
Kwaliteit (biota)	• Biomassa op platen, slikken en geulen (indicator Flora en fauna)	
	• Turn-over	• Zoute, brakke en zoete segmenten
	• Turn-over plaat, slik of schorgebied	

In deze studie wordt niet het volledige detail van de indeling gebruikt, er wordt een vereenvoudigde legenda gemaakt, zodat de ontwikkelingen op hoofdlijnen worden gevolgd. De belangrijkste onderscheiden ecotopen zijn:

Sublitoraal: de geulen. In de Westerschelde wordt onderscheid gemaakt tussen hoogdynamische en laagdynamische geuldelen. In paragraaf 2.3 wordt het onderscheid in dynamiek toegelicht. In de Zeeschelde is het onderscheid in de geulen gemaakt op de diepte. Er wordt geen onderscheid gemaakt naar substraat, hoewel in de geulen hard substraat aanwezig is in de vorm van geulwandbestortingen en natuurlijke erosiebestendige lagen.

Litoraal: platen en slikken die bij vloed onder water staan en bij eb droogvallen. In de Westerschelde wordt onderscheid gemaakt tussen hoog- en laagdynamisch litoraal en dat onderscheid wordt hieronder toegelicht. In de Zeeschelde wordt dit onderscheid niet gemaakt. Verder worden drie hoogtezones onderscheiden, die vaker (laag) of minder vaak (hoog) overstromen.

Surpalitoraal en schor: de gebieden die alleen tijdens zeer hoge waterstanden (springtij en stormen) worden onderscheiden in het onbegroeide supralitoraal en de begroeide delen, de schorren. In de Westerschelde wordt schor en pionierschor onderscheiden. In de Zeeschelde is dit onderscheid niet gemaakt.

Aanvullend worden in het litoraal en supralitoraal nog hard substraat en 'overige' onderscheiden. Hard substraat bestaat enerzijds uit natuurlijk hard substraat in de vorm van bloot gespoelde veenlagen, anderzijds uit aangebrachte stortsteen. Onder 'overige' worden bijvoorbeeld de duintjes geplaatst die in het westen van de Westerschelde bij de Kaloot aanwezig zijn.

2.3 DYNAMIEK IN HET LITORAAL

In het ecotopenstelsel wordt een onderscheid gemaakt in de dynamiek van de bodem. Hoogdynamisch areaal wordt gekenmerkt door weinig bodemleven en laagdynamisch door veel bodemleven. In gebieden met een hoge dynamiek is de bodem door golven of getijstrooming dusdanig veel en vaak in beweging dat de aanwezigheid van en het foerageren door bodemdieren wordt beperkt of zelfs onmogelijk is. De aanwezigheid van het bodemleven wordt dus gecorreleerd aan de bewegelijkheid van de bodem, door de optredende sedimenttransporten en de verplaatsing van (mega)ribbels. Deze dynamiek van de bodem speelt op de tijdschaal van het getij, de dynamiek die bijvoorbeeld optreedt door de verplaatsing van geulen en die optreedt op een tijdschaal van jaren, wordt hier niet gevat onder dynamiek (dit komt bij de turnover ter sprake).

Eén van de belangrijkste gevolgen van dynamiek voor bodemdieren zijn erosie- en sedimentatieprocessen. De effecten van erosie en sedimentatie ten gevolge van natuurlijke dynamiek op bodemdieren zijn minder frequent bestudeerd dan het effect van het storten van sediment op bodemdieren. Recent hebben bijvoorbeeld Van Colen et al. (2014) gekeken naar effecten van sedimenttransportdynamiek op het functioneren van de habitats met een zachte bodem en tools afgeleid om voorspellingen te doen, maar deze studie richtte zich vooral op de sedimentsamenstelling.

Het effect van bedekking wordt door verschillende factoren bepaald (Baan et al., 1998):

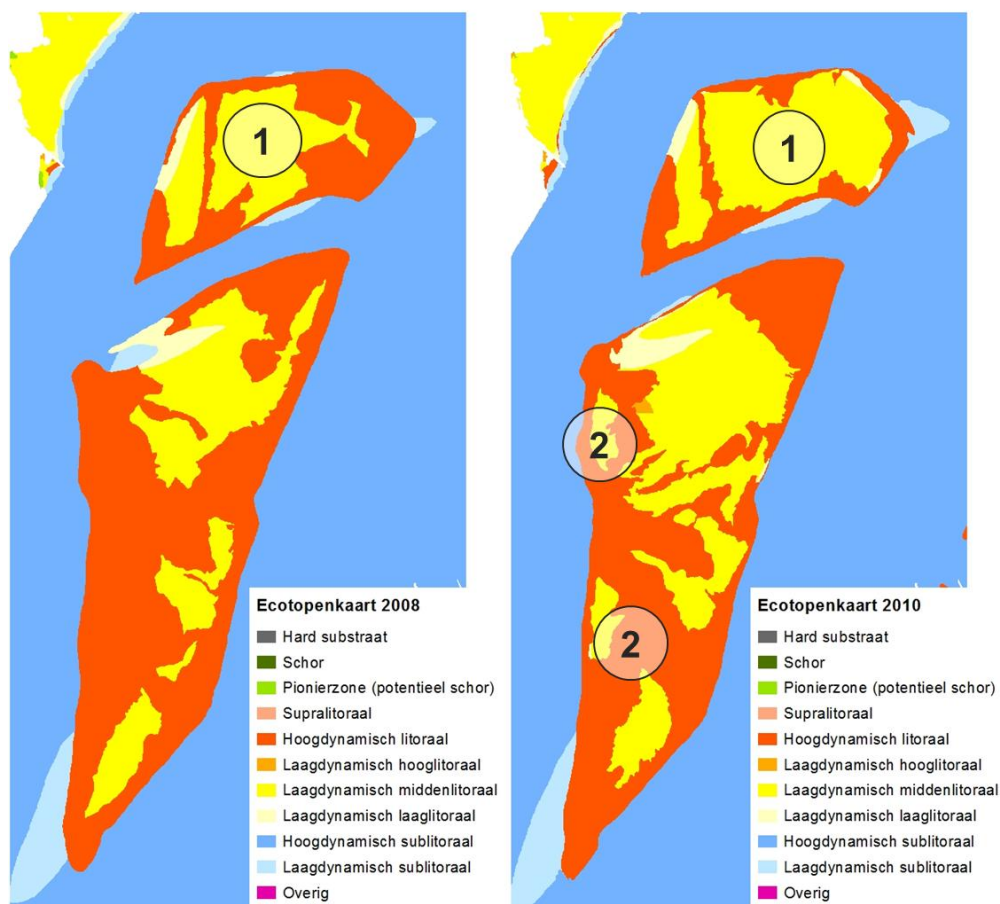
- Mate van bedekking (dikte van de bedekkende laag)
- Tolerantie van de soort
- Duur van de bedekking

- Sediment eigenschappen van het bedekkende materiaal
- Temperatuur

De specifieke effecten van deze factoren zijn niet allemaal apart onderzocht. Eigenlijk is alleen voor mate van bedekking enige data beschikbaar (Smit et al., 2006).

Al in 1988 is door Bijkerk de tolerantie van zeven macrobenthos soorten voor permanente sedimentatie bepaald. Deze lag voor permanente sedimentatie met fijn zand tussen de 5 cm per maand (*Mya*, *Capitella*) en 17 cm per maand (*Macoma*, *Arenicola*, *Nereis*). De organismen waren gevoeliger voor sedimentatie met slib. De tolerantie varieerde daar tussen de 1 cm/maand (*Mya*) en 35 cm/maand (*Nereis*). Door Smit et al. (2006) is een '*species sensitivity distribution*' ontwikkeld op basis van bestaande gegevens over effecten van bedekking (laagdikte). Dit model laat zien dat bij een bedekking van 0.65 cm of meer (met gebiedseigen materiaal) meer dan 5% van de organismen in het ecosysteem een effect (i.e. mortaliteit) ondervinden. Ook studies op community niveau laten zien dat bedekking door gebaggerd materiaal tot veranderingen in de benthos samenstelling leidt, waarbij dichtheden van soorten afnemen (Powilleit et al., 2006). Deze studies duiden erop dat sedimentatie al snel een negatief effect op de overleving van individuele macrobenthos soorten heeft.

Op basis van de ecotopenkaarten is voor de Westerschelde eerder vastgesteld dat het areaal hoogdynamische plaat is toegenomen en dat het areaal laagdynamische plaat is afgenomen (van Eck & Holzhauer, 2007; Cleveringa, 2007). De dynamiek in het sublitoraal, zoals getoond in de ecotopenkaarten is gebaseerd op de stroomsnelheden uit modelberekeningen. De veranderingen daarin zijn een gevolg van veranderingen in de bodemligging en in het getij. De dynamiek in het litoraal is gekarteerd op basis van luchtfoto's, in combinatie met veldwaarnemingen.



Figuur 3 Uitsneden uit de ecotopenkaarten van 2008 en 2010 rond de Rug van Baarland.

In figuur 3 zijn uitsneden weergegeven van de ecotopenkaarten 2008 en 2010 van de Rug van Baarland. In deze ecotopenkaarten is te zien dat het patroon in het hoog- en laagdynamische litoraal op sommige locaties heel standvastig is (onder andere bij de 1), terwijl op andere plaatsen veel variatie optreedt (o.a. bij 2). De variaties die optreden in de aanwezigheid van hoog- en laagdynamisch litoraal areaal zijn groot en hoewel verschillende onderzoeken zijn uitgevoerd (o.a. Ysebaert e.a., 2009; Plancke e.a., 2009; Van der Wal e.a., 2010 a en b; Nolte e.a., 2012) is nog niet definitief vastgesteld welke onderliggende (a)biotische factoren hiervoor verantwoordelijk zijn.

De toename van het hoogdynamische areaal ten koste van het laagdynamisch areaal in het litoraal is in het verleden verklaard met een toename van de stroomsnelheden op het litoraal. Via het sedimenttransport en de aan- of afwezigheid van (mega)ribbels is dynamiek gekoppeld aan het overschrijden van een maximale stroomsnelheid en/of het optreden van bepaalde stroomsnelheden gedurende een bepaalde periode (geanalyseerd voor in Walsoorden. Ysebaert e.a., 2009). Maar ook andere factoren dan de aanwezigheid en dynamiek van (mega)ribbels en het sedimenttransport kunnen de aanwezigheid van bodemleven beperken. Dichtbij de monding kan het optreden van relatief veel golfwerking zoals in het westen van de Hooge Platen beperkend te zijn voor het bodemleven (persoonlijk communicatie Dick de Jong). Verder is het sedimenttransport en de aanwezigheid van ribbels op de plaat- en slikbodem niet alleen afhankelijk van de optredende stroomsnelheden, maar ook van de korrelgrootte (Bartholdy e.a., 2002) en de lokale waterdiepte. Door Baas (1993) is aangetoond dat bij de vorming van ribbels ook de factor tijd een rol speelt. Bij een langdurige blootstelling aan relatief lage stroomsnelheden verandert de vorm van kleine

ribbels in een vorm die normaal bij hoge stroomsnelheden past. Ook is vastgesteld dat aanwezigheid van bodemleven een rol speelt bij de stabiliteit van bodemstructuren (zie bijvoorbeeld het klassieke experiment in de Oosterschelde, dat is beschreven in Vos e.a., (1988). De geometrie van megaribbles is mede-afhankelijk gebleken van de fase van het getij (Flemming & Davis, 1992). Ook uitzonderlijke omstandigheden zoals stormevents, kunnen (kortstondig) leiden tot een verandering in hoog dynamisch areaal.

Verschiedene factoren (stroomsnelheid, duur van de stroming, biotiek, hoog energetische events) kunnen dus een rol spelen bij de veranderingen in het hoog- en laagdynamisch litoraal. Een conceptueel model om de tijdelijke fluctuaties en trendmatige veranderingen in de arealen hoog- en laagdynamisch te verklaren is nog niet beschikbaar. Vanwege het belang dat wordt gehecht aan de ontwikkelingen van het laag- en hoogdynamische litorale areaal in de Westerschelde is een dergelijk conceptueel model wel gewenst.

2.4 GEBRUIKTE GEGEVENS EN RUIMTELIJKE INDELING

De belangrijkste gegevens voor het bepalen van de toets- en rekenparameter Oppervlak zijn de ecotopenkaarten.

Voor de analyse van de Westerschelde is gebruik gemaakt van de ecotopenkaarten van de jaren 1996, 2001, 2004, 2008 en 2010 (opgeleverde versie V3 december 2013). Deze kaarten zijn volgens dezelfde systematiek vervaardigd en derhalve onderling vergelijkbaar. Ten opzichte van eerdere gepubliceerde ecotopenkaarten en daarop gebaseerde waarden, zoals bijvoorbeeld in het MOVE rapport (van Eck Holzhauer, 2007) hebben deze kaarten iets andere waarden.

Voor de Zeeschelde en de getijrivieren in Vlaanderen worden de ecotopenkaarten gebruikt van 2001 en 2010 en de historische ecotopenkaarten voor de periode 1870-1880, 1930 en 1960. OMES-segment 9 is ontleend aan de ecotopenkaarten van de Zeeschelde.

De ruimtelijke weergave van de toets- en rekenparameters bestaat uit een aantal gecombineerde OMES-segmenten, die weergegeven zijn in tabel 2.

Tabel 2 Gehanteerde ruimtelijke indeling.

Segmenten evaluatiemethodiek							
Saliniteit & verblijftijd	1. Poly- halien	2. Meso- halien	3. Sterke saliniteits- gradient	4. Oligo- halien	5. Zoet verblijftijd lang	6. Zoet verblijftijd kort	7. Zijrivieren Rupel en Durme
OMES zones	1 t/m 5	zone 6 t/m 8	zone 9 t/m 12	zone 13,14	zone 15,16	zone 17 t/m 19	
Morfologie	Meergeulensysteem (Westerschelde)		Eengeulensysteem (Zeeschelde)				

Voor het bepalen van de toets- en rekenparameter onder kwaliteit wordt in aanvulling op de ecotopenkaarten gebruik gemaakt van de bodemligging. Hiervoor is in de Zeeschelde gebruik gemaakt van de profielgenerator van INBO (Van Braeckel e.a. 2010). Verder is gebruik gemaakt van de raaimetingen op de schorren en slikken in de Zeeschelde.

3

Oppervlak

3.1 INLEIDING

In dit hoofdstuk wordt de toetsparameter oppervlak geëvalueerd, op basis van de ecotopenkaarten, de toetscriteria uit Holzhauer e.a. (2011) en voor de Zeeschelde aan de hand van Ecotooppoppervlaktes van Maris e.a. (2013).

3.2 WESTERSCHELDE

In de figuur 4 zijn de ecotopenkaarten van 1996 en 2010 weergegeven, waarbij een aantal klassen uit het zoutwaterecotopenstelsel (ZES) is samengenomen tot de geaggregeerd habitats die geëvalueerd zijn. De ecotopenkaarten zijn als GIS-bestand beschikbaar en deze zijn gecombineerd met de saliniteitszones.

Daarna zijn de arealen per saliniteitszone bepaald uit de GIS-bestanden.

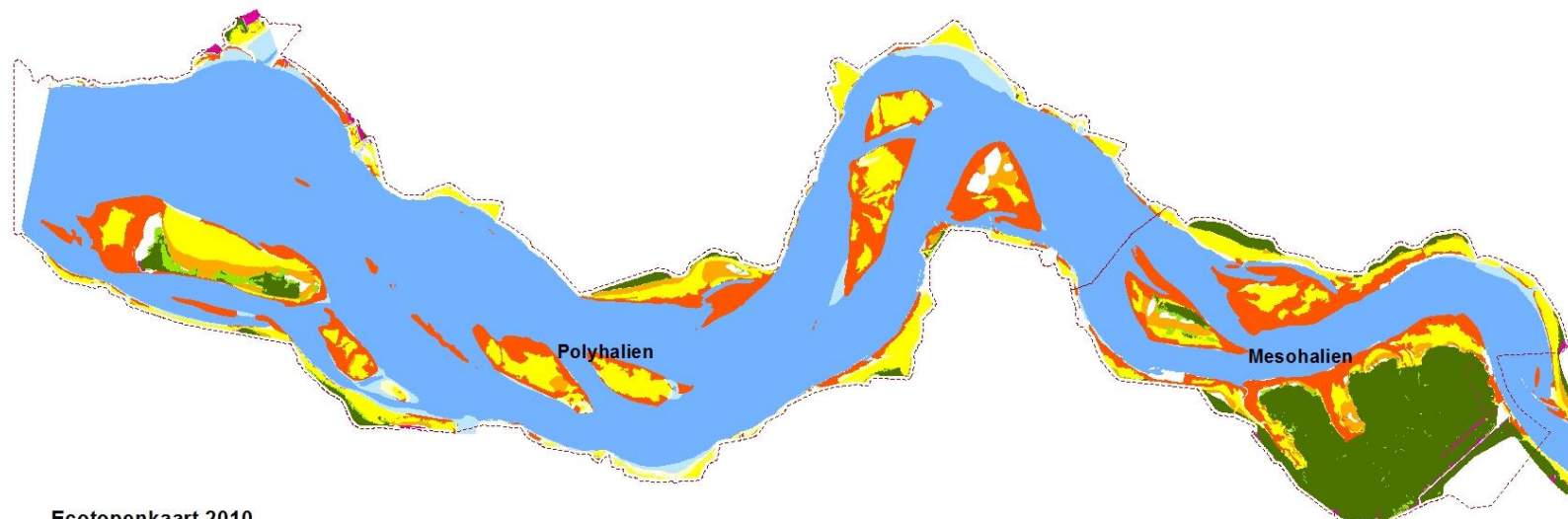
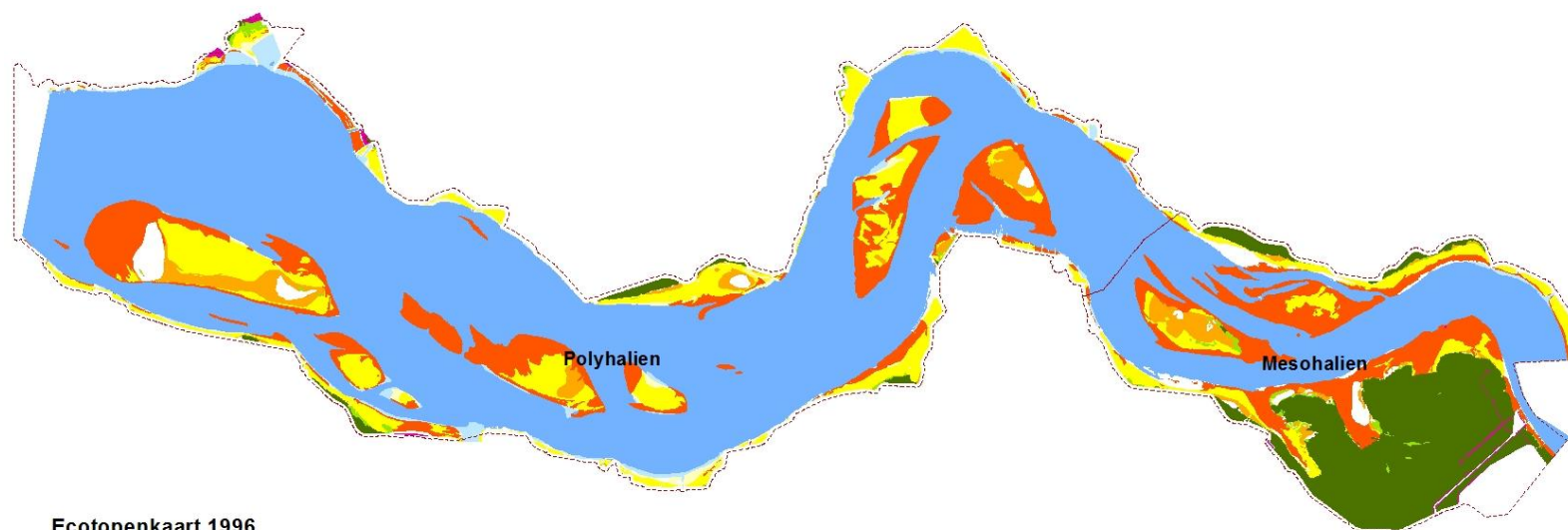
In tabel 36 in de bijlage bij dit rapport staan voor een beperkt aantal klassen overeenkomstig de evaluatiemethodiek (Holzhauer, 2011), binnen de Westerschelde.

De ontwikkelingen in de ecotopen van de gehele Westerschelde zijn samen te vatten in een aantal trends:

- Afname van het areaal litoraal;
- Toename van het areaal sublitoraal;
- Toename van het areaal schor;
- Afname van het areaal hoogdynamisch litoraal;
- Toename van het areaal laagdynamisch litoraal.

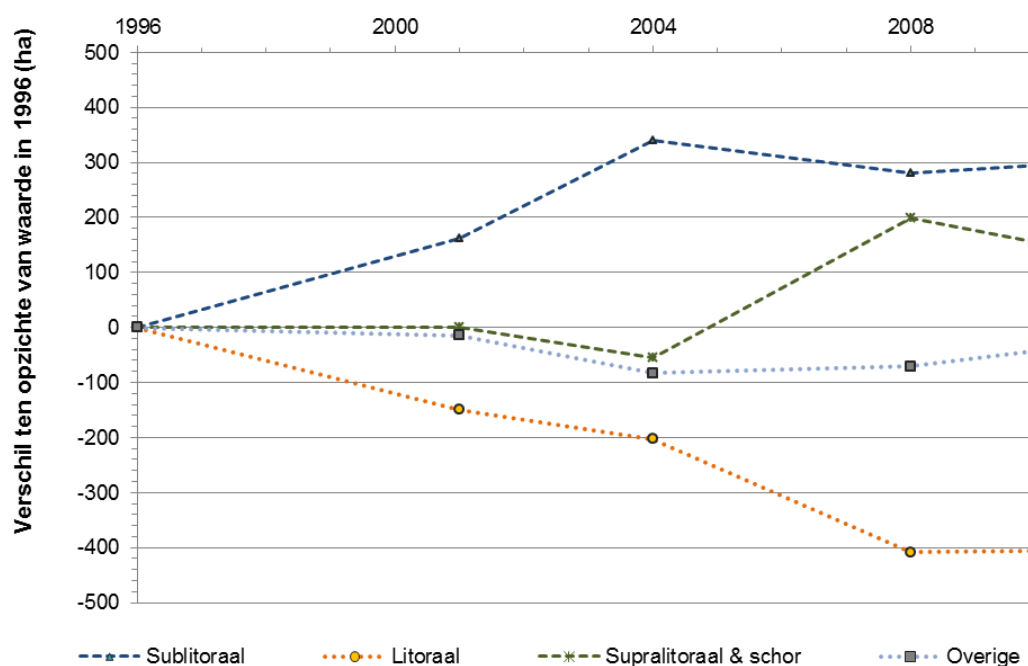
Deze ontwikkelingen worden op de volgende pagina's toegelicht.

Figuur 4 (volgende pagina) Ecotopen in de Westerschelde in 1996 (boven) en 2010 (onder).



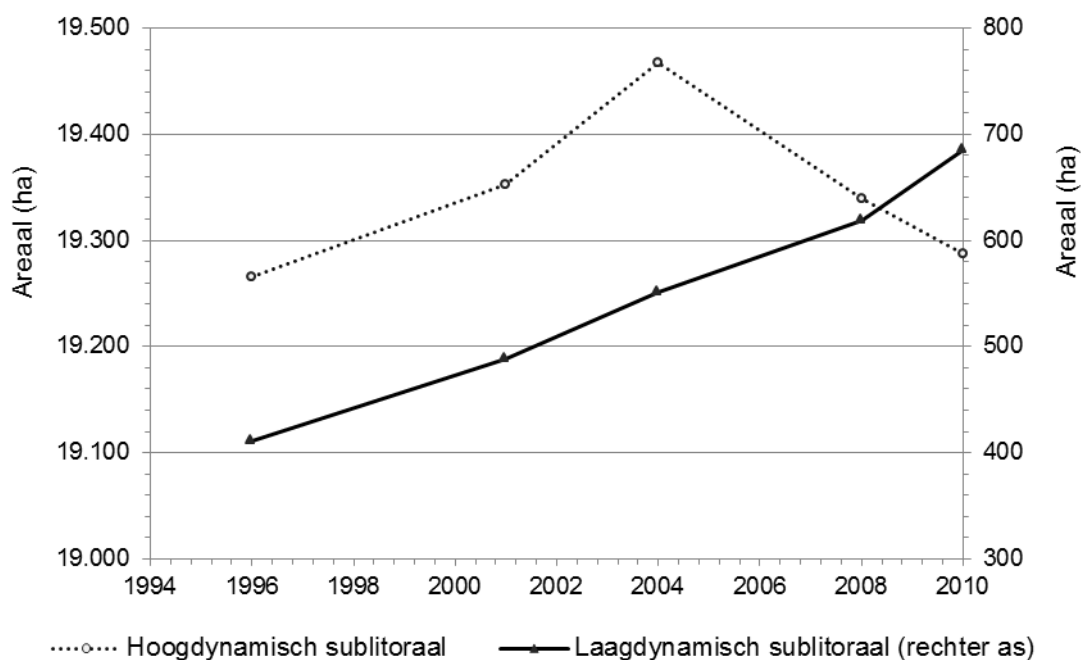
- | | | |
|----------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|
| ■ Hard substraat | ■ Hoogdynamisch litoraal | ■ Hoogdynamisch sublitoraal |
| ■ Schor | ■ Laagdynamisch hooglitoraal | ■ Laagdynamisch sublitoraal |
| ■ Pionierzone (potentieel schor) | ■ Laagdynamisch middenlitoraal | ■ Overig |
| ■ Supralitoraal | ■ Laagdynamisch laaglitoraal | |

In de grafiek in figuur 5 zijn de ontwikkeling van het litoraal (laagdynamisch plus hoogdynamisch in alle hoogteklassen), het sublitoraal ((laagdynamisch plus hoogdynamisch), supralitoraal en schor (inclusief pionierschor) en overige (inclusief hard substraat) weergegeven. In tabel 39 zijn de totale arealen opgenomen. De afname van het laagdynamisch bedraagt tot 2008 400 ha. Van 2008 tot 2010 blijft het areaal stabiel. Ten opzichte van het totale litorale areaal van ruim 7000 ha bedraagt de maximale afname 5,6%. Het laaglitoraal is vooral vervangen door sublitoraal en supralitoraal & schor. Het areaal sublitoraal in 2004 met ruim 300 ha toegenomen en het areaal schor en supralitoraal is in 2008 met bijna 200 ha toegenomen. Ten opzichte van het gemiddelde areaal schor in de periode 1996-2010 bedraagt de maximale toename ruim 6%. De procentuele veranderingen in het sublitoraal zijn veel kleiner (maximaal 1,7%), omdat het totale areaal in het sublitoraal groot is (gemiddeld bijna 20.000 ha). De veranderingen in overige en hard zijn kleiner dan 100 ha, maar ten opzichte van het gemiddelde areaal zijn deze veranderingen het grootst met een afname van 23% in 2004.



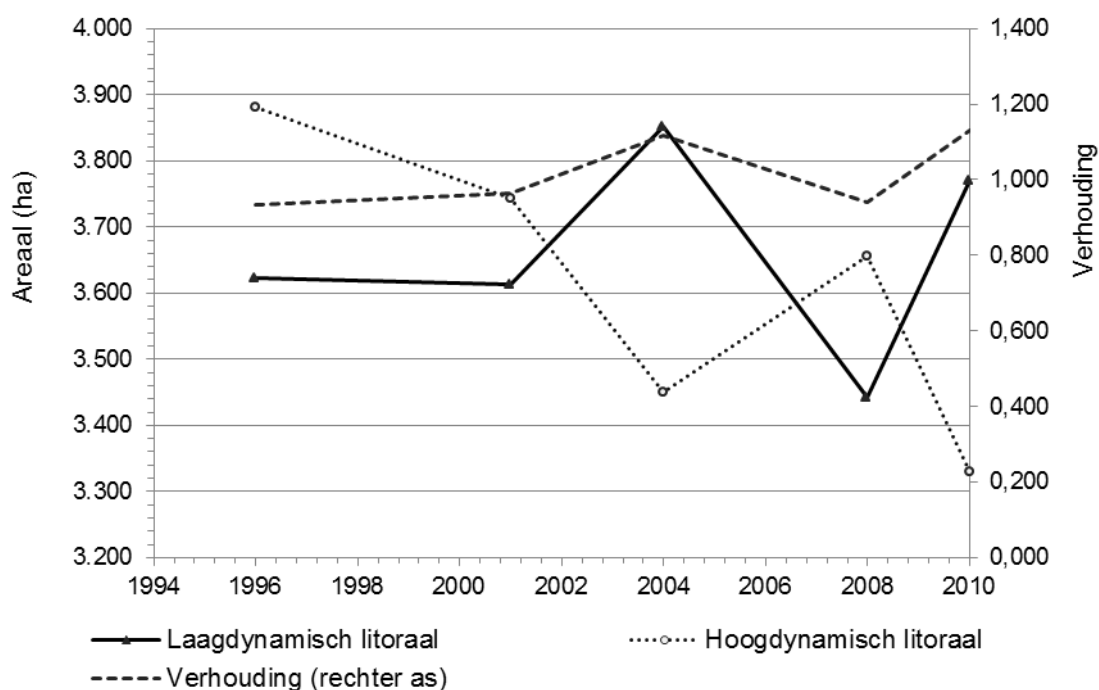
Figuur 5 Grafiek met het verschil in het areaal ecotopen ten opzichte van 1996 voor de gehele Westerschelde.

Figuur 6 geeft in een grafiek de ontwikkeling van de arealen laag- en hoogdynamisch in het sublitoraal van de gehele Westerschelde. Opvallend is de gestage toename van het areaal laagdynamisch in het sublitoraal. Die toename gaat tot en met 2004 samen op met een toename van het areaal hoogdynamisch litoraal. Deze toename van zowel hoog- als laagdynamisch areaal past bij de observatie dat het totale sublitorale areaal is toegenomen tot 2004 (figuur 5). Na 2004 neemt het areaal laagdynamisch nog steeds toe, waarbij dezelfde trend wordt gevolgd als daarvoor. Het areaal hoogdynamisch sublitoraal neemt dan echter af. De relatieve bijdrage van het areaal laagdynamisch aan het sublitoraal is in de periode van 1996 tot 2010 steeds toegenomen, waarbij wordt opgemerkt dat het areaal laagdynamisch in 2010 nog steeds slechts 2,7% bedraagt van het totale areaal sublitoraal.

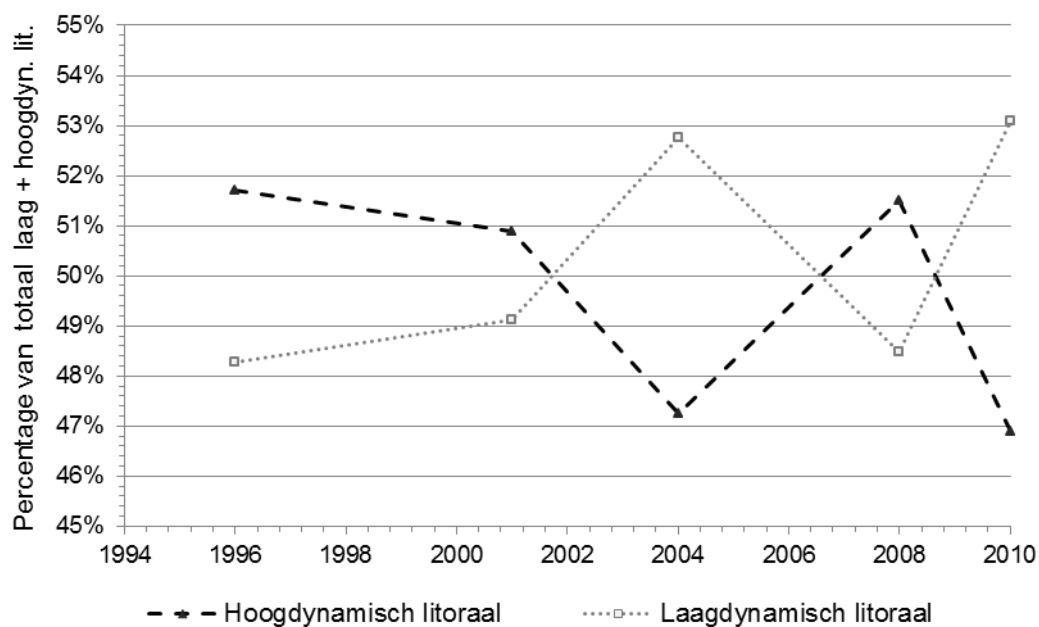


Figuur 6 Grafiek met het areaal sublitoraal hoog- en laagdynamisch voor de gehele Westerschelde.

De ontwikkeling van het laag- en hoogdynamische areaal in het litoraal (op de platen en slikken) is weergegeven in figuur 7. Duidelijk is dat variaties optreden in het areaal laag- en hoogdynamisch, waarbij de globale trend voor het hoogdynamische areaal een afname lijkt te zijn en voor het laagdynamisch een beperkte toename. Dit is ook zichtbaar in de verhouding tussen het hoog- en laagdynamische areaal. In figuur 8 is het hoog- en laagdynamisch als percentage van het gecombineerde hoog- en laagdynamische areaal weergegeven. Hierin is de uitwisseling tussen het hoog- en laagdynamisch duidelijk zichtbaar. De omvang van de schommelingen is net zo groot als het verschil tussen de waarden in 1996 en 2010. Omdat de fluctuaties in de arealen laag- en hoogdynamisch groot zijn (afname van 400 ha laagdynamisch van 2004 naar 2008 en afname van ruim 300 ha hoogdynamisch litoraal van 2008 naar 2010) ten opzichte van de veranderingen tussen 1996 en 2010 is het niet mogelijk werkelijk over trends in de ontwikkelingen te spreken.



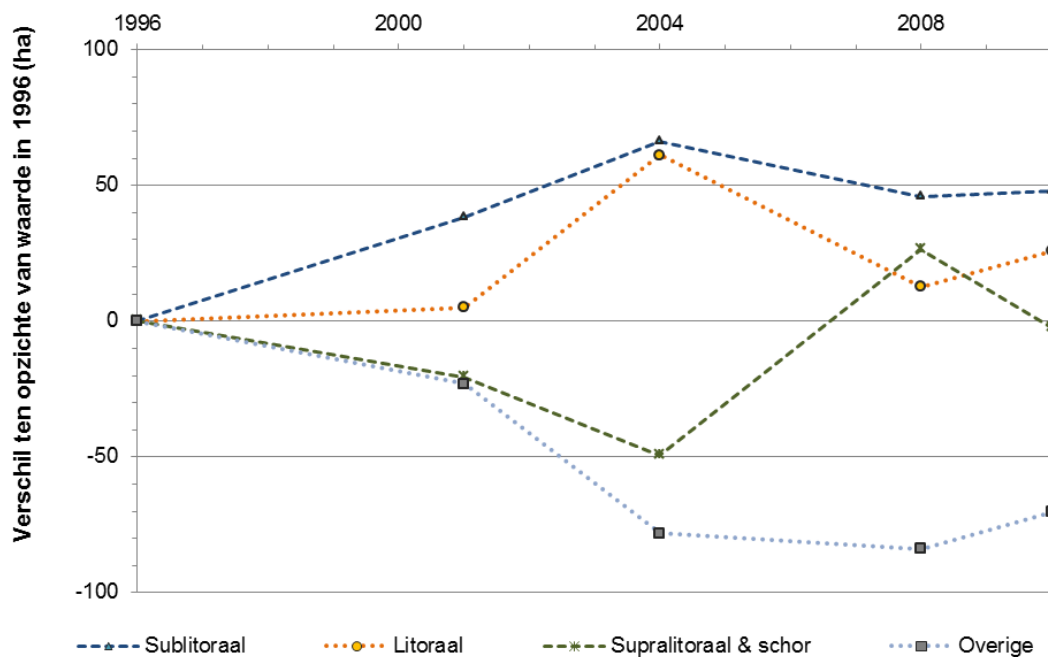
Figuur 7 Grafiek met het areaal littoraal hoog- en laagdynamisch voor de gehele Westerschelde, evenals de verhouding tussen het hoog- en het laagdynamische areaal (hoog/laag).



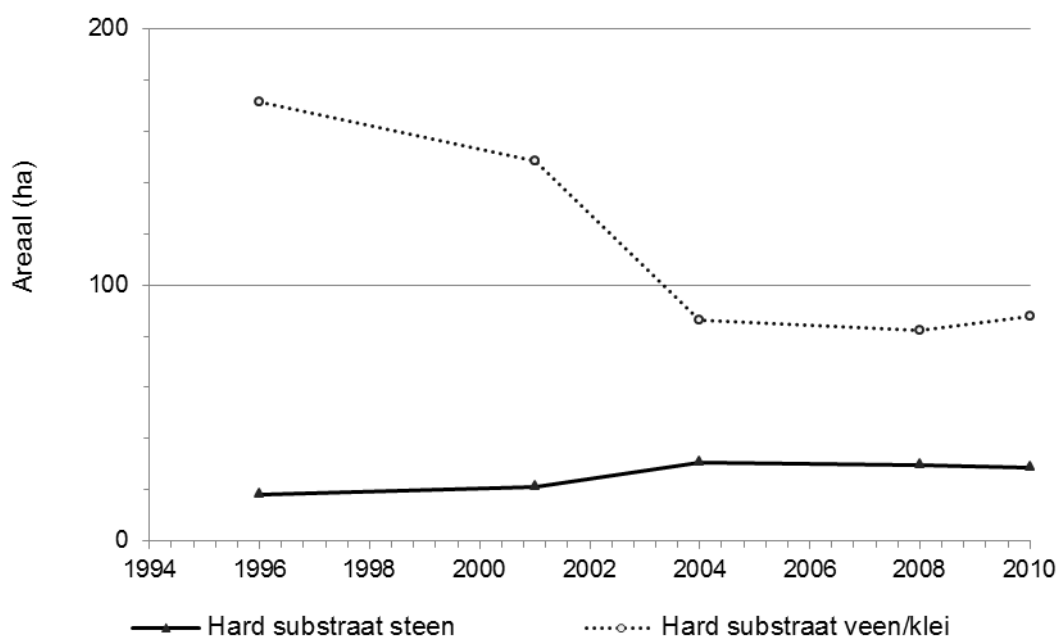
Figuur 8 Grafiek met het percentage littoraal hoog- en laagdynamisch voor de gehele Westerschelde

De ecotopenarealen in de polyhaliene zone in de Westerschelde zijn opgenomen in tabel 37 in de bijlage. De ontwikkelingen in het polyhaliene segment komen overeen met de ontwikkelingen zoals die hierboven voor de gehele Westerschele zijn beschreven.

In de bijlage zijn in tabel 38 de arealen van de ecotopen in de mesohaliene zone van de Westerschelde weergegeven. De ontwikkelingen in deze zone zijn in detail anders dan de ontwikkelingen in de polyhaliene zone. Figuur 9 geeft de ontwikkelingen van de arealen litoraal, sublitoraal, supralitoraal & schor en overige weer. De grootste afname in arealen heeft plaatsgevonden in de categorie overige, die ook het hard substraat (van natuurlijke en menselijke origine) omvat. Uitsplitsen van de categorie hard in de onderdelen natuurlijk hardsubstraat (klei en veen) en hardsubstraat van menselijke origine (stortsteen) in figuur 10 laat een sterke afname van het areaal natuurlijk hardsubstraat zien in van 2001 naar 2004. De afname in de categorie hard substraat (en dus met name de afname van het areaal natuurlijk hardsubstraat) is ten goede gekomen aan de arealen litoraal en sublitoraal. Het areaal sublitoraal kan toenemen ten koste van het areaal hard substraat door erosie van de betreffende lagen. De toename van het areaal litoraal ten koste van het areaal hard substraat heeft plaatsgevonden door bedekking van de klei- of veenlagen met zand en slib. Deze bedekking heeft vooral plaatsgevonden door sedimentatie bij het Schor van Waarde, in response op de aanleg van de twee lange dammen. Ook de afname van het areaal schor in de periode tot 2004 heeft een bijdrage geleverd aan de toename van het areaal litoraal en sublitoraal. Na 2004 is de toename van het areaal schor & supralitoraal ten koste gegaan van de arealen litoraal en sublitoraal.

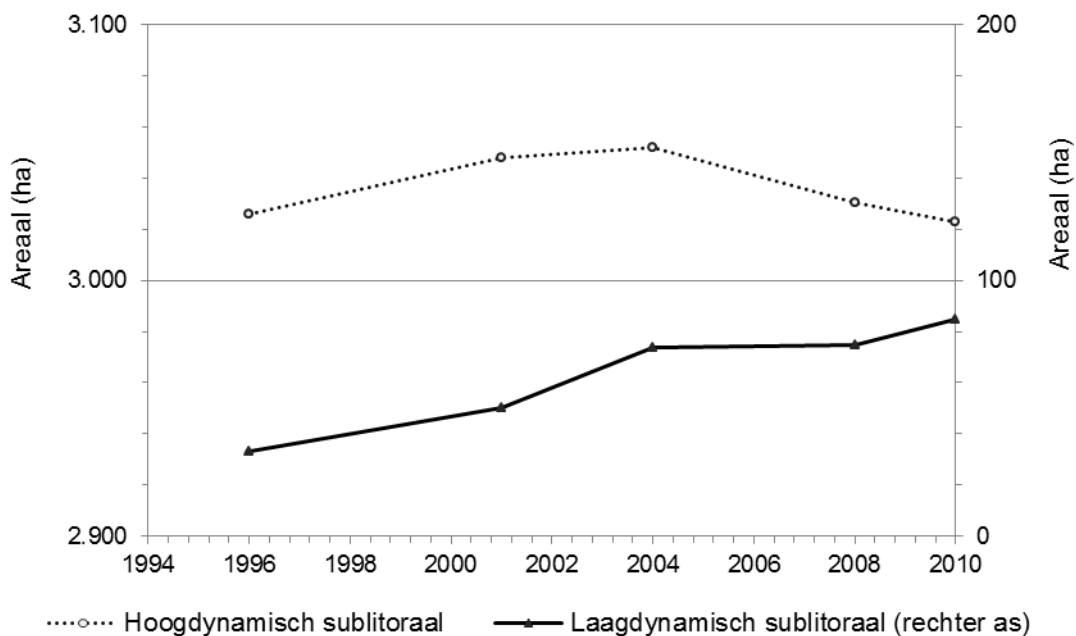


Figuur 9 Grafiek met het verschil in het areaal ecotopen ten opzichte van 1996 voor de mesohaliene zone van de Westerschelde.



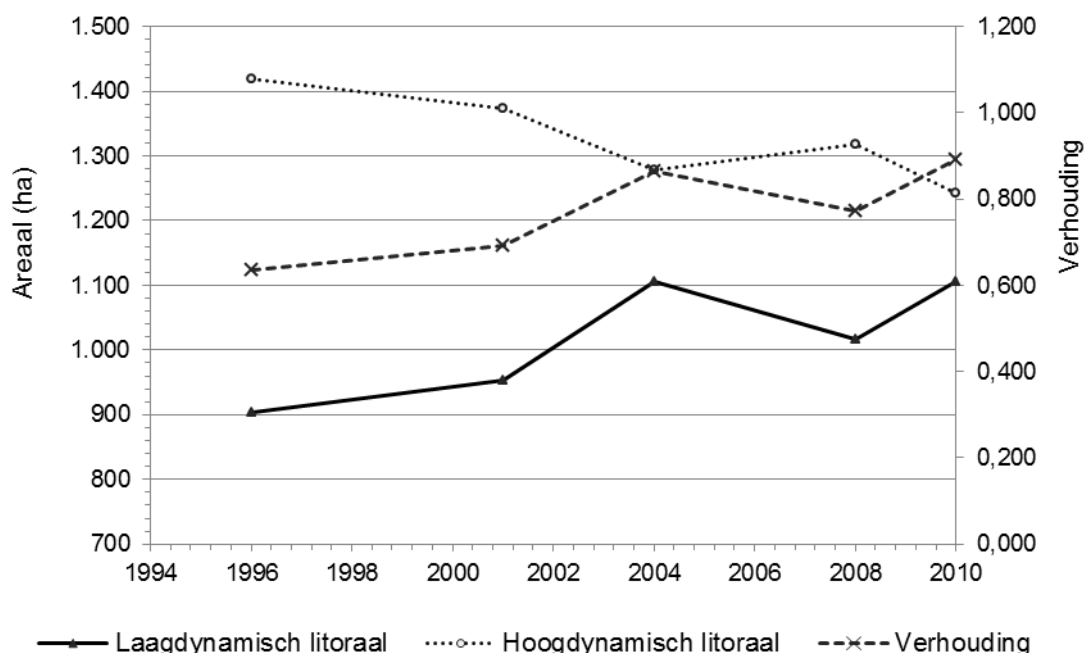
Figuur 10 Grafiek met het areaal hardsubstraat (in het litoraal) in de mesohaliene zone in de Westerschelde

De gestage toename van het areaal laagdynamisch in het sublitoraal is duidelijk zichtbaar in de grafiek in figuur 11. In dezelfde grafiek is te zien dat het areaal hoogdynamisch tot 2004 is toegenomen en daarna is afgenomen. In vergelijking met de polyhaliene zone is het patroon in de mesohalienene zone minder uitgesproken.



Figuur 11 Grafiek met het areaal sublitoraal hoog- en laagdynamisch in de mesohaliene zone in de Westerschelde.

In het litoraal van de mesohaliene zone is globaal een toename zichtbaar in het laagdynamische areaal, en een afname in het hoogdynamische areaal. In dit patroon zit een hobbel in 2004. De verhouding tussen het areaal laag- en hoogdynamisch laat ook een verschuiving zien naar meer laagdynamisch areaal in de periode van 1996 naar 2010, met een hobbel in 2004.



Figuur 12 Grafiek met het areaal litoraal hoog- en laagdynamisch in de mesohaliene zone in de Westerschelde, evenals de verhouding tussen het hoog- en het laagdynamische areaal (hoog/laag).

3.3 ZEESCHELDE EN GETIJRIVIEREN

De ecotopenkaarten zijn als GIS-bestand beschikbaar en reeds ingedeeld per OMES-segment, zodat de arealen per OMES-segment eenvoudig uit de GIS-bestanden zijn bepaald. Tabel 3 geeft de ontwikkelingen van de totale arealen per OMES segment in de Schelde voor de ecotopenkaarten uit de periode 1870/1880, 1930, 1960, 2001 en 2010. Uit deze arealen kan de overall afname van de arealen tot 2001 worden afgelezen, zoals die voor alle segmenten heeft plaatsgevonden en is beschreven in (Van Braeckel, e.a., 2006). De ontwikkelingen over de langere termijn hebben betrekking op de ontwikkelingen van de arealen sublitoraal, litoraal en schorren. Deze ontwikkelingen worden in de Zeeschelde gedomineerd door areaalveranderingen als gevolg van rechttrekkingen, bedijkingen en verdieping (1970).

Tabel 3 Totale arealen per OMES-segment in de Schelde.

	1870 1880	1930	1960	2001	2010
Totaal 9	1550	1486	1175	1029	1042
Totaal 10	715	670	672	647	770
Totaal 11	774	781	762	755	780
Totaal 12	335	334	300	296	296
Totaal 13	570	545	509	465	465
Totaal 14	480	487	444	439	438
Totaal 15	605	479	392	373	384

Totaal 16	182	178	163	165	165
Totaal 17	230	232	157	139	141
Totaal 18	815	813	85	74	74
Totaal 19	344	84	61	66	66
Totaal 19 trGM	677	36	38	45	56
<i>Subtotaal</i>	<i>7277</i>	<i>6125</i>	<i>4758</i>	<i>4494</i>	<i>4676</i>
Totaal Durme	-	993	516	157	154
Totaal Rupel	-	403	368	247	247
<i>Totaal</i>	<i>8.471</i>	<i>7521</i>	<i>5642</i>	<i>4898</i>	<i>5076</i>

In de onderstaande tabellen is per segment uit de evaluatiemethodiek de areaalindeling opgenomen voor de jaren 2001 en 2010 en het verschil tussen de opnamen. Het globale beeld is een toename van het diepe sublitoraal in de Zeeschelde tot en met OMES-zone 16. In de zoete eindtakken neemt de waterdiepte af.

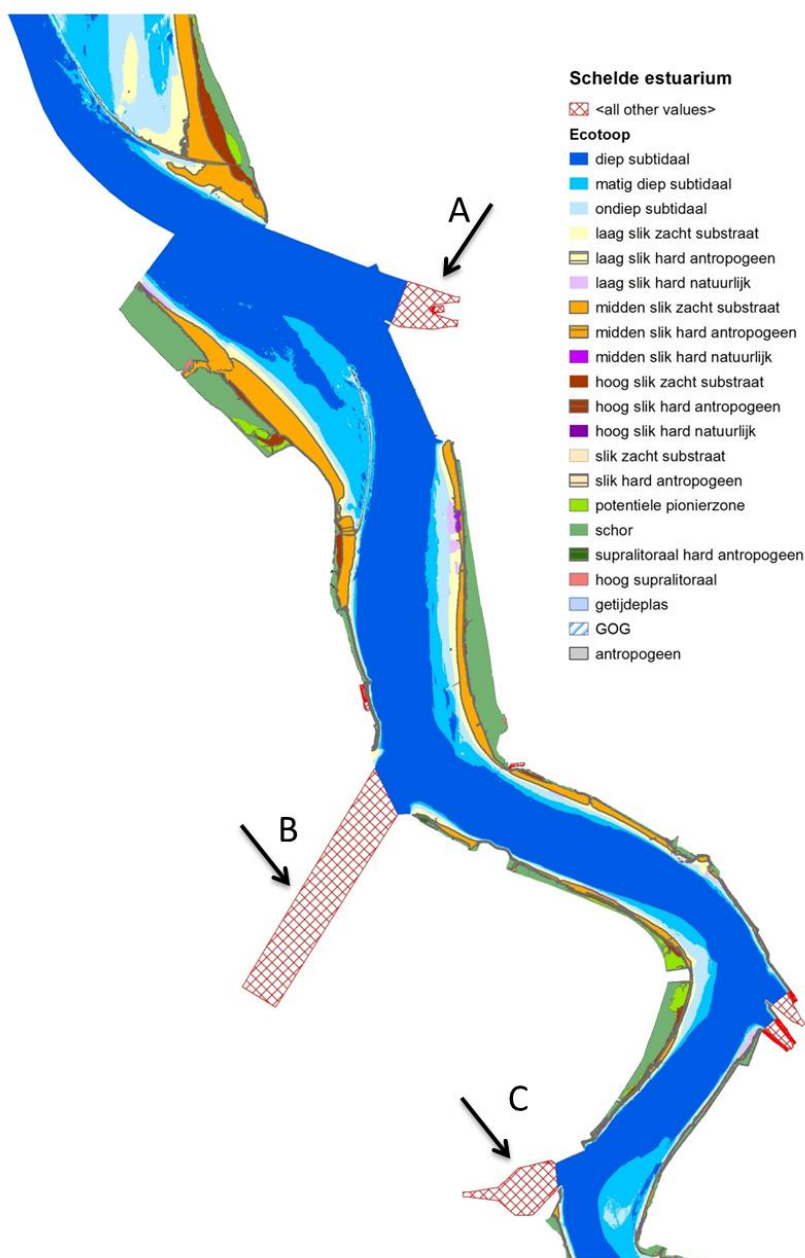
Tabel 4 Tabel 3.9: Oppervlakte voor de verschillende ecotopen in hectaren in de zone met de saliniteitsgradiënt (3 uit de evaluatiemethodiek, OMES-zone 9 t/m12) uit de ecotopenkaarten van INBO.

3. Sterke saliniteitsgradiënt (zone 9 t/m12)			
	2001	2010	2010-2001
Diep sublitoraal	1849	2016	167*
Ondiep sublitoraal	212	214	3
Laaggelegen litoraal	148	145	-3
Middelhooggelegen litoraal	230	202	-28
Hooggelegen litoraal	37	35	-2
Pionierschor	-	-	-
Schor	170	180	11
Supralitoraal (potentiële pionierzone)	14	24	10
Hard	59	63	3
Overige	9	8	-1
Niet in ecotopenareaal	0	0	0
<i>Totaal</i>	<i>2727</i>	<i>2887</i>	<i>160</i>

* antropogene zone: +106 ha, 'natuurlijk estuariumdeel': +60 ha

De toename van het areaal subtidaal en daarmee ook van het totale areaal in het gebied met de sterke saliniteitsgradiënt bestaat uit veranderingen in de havens en ingangen van de dokken. In de kaart in figuur 13 zijn deze gebieden aangeduid met de rode arcering (met de aanduiding "antropogeen" in de legenda van de ecotopen.). Het betreft overwegend daadwerkelijke fysische veranderingen, zoals de aanleg en in gebruik name van het Deurganckdok (de 2 in figuur 8-3), De ingebruikname van het Deurganckdok levert de belangrijkste toename in het areaal. Ondanks deze antropogene aanduiding zijn in dit rapport deze gebieden wel opgeteld bij het betreffende habitat. In betreft het 8,6% van het totale areaal, oftewel 158 ha. Overigens zijn directe menselijke ingrepen, zoals de aanleg van het dok, niet onder verklarende parameters opgenomen.

Een uitgebreide beschrijving voor de ontwikkelingen in deze en de andere saliniteitszones kan worden gevonden in Van Braeckel (2013).



Figuur 13 Kaart met een deel van de ecotoopenkaart 2010 van de Beneden Zeeschelde- de rood gearceerde deel bij B is de havenuitbreiding.

Tabel 5 Oppervlakte voor de verschillende ecotopen in hectaren in de zone met oligohaliene (4 uit de evaluatiemethodiek, OMES-zone 13 en 14) uit de ecotoopenkaarten van INBO.

4. Oligohalien (zone 13,14)			
	2001	2010	2010-2001
Diep sublitoraal	567	584	17
Ondiep sublitoraal	71	64	-7
Laaggelegen litoraal	47	46	-2
Middelhooggelegen litoraal	52	49	-3
Hooggelegen litoraal	4	2	-2

Pionierschor	-	-	-
Schor	114	113	0
Supralitoraal (potentiële pionierzone)	0	1	0
Hard	45	41	-4
Overige	3	3	0
Niet in ecotopenareaal	96	96	0
Totaal	1.000	999	-1

Tabel 6 Oppervlakte voor de verschillende ecotopen in hectaren in de zoete zone met lange verblijftijd (5 uit de evaluatiemethodiek, OMES-zone 15 en 16) uit de ecotopenkaarten van INBO.

5. Zoet verblijftijd lang (zone 15,16)			
	2001	2010	2010-2001
Diep sublitoraal	216	233	16
Ondiep sublitoraal	49	42	-7
Laaggelegen litoraal	25	20	-6
Middelhooggelegen litoraal	25	25	0
Hooggelegen litoraal	4	2	-2
Pionierschor	-	-	-
Schor	187	195	7
Supralitoraal (potentiële pionierzone)	1	3	2
Hard	28	28	0
Overige	2	2	-1
Niet in ecotopenareaal	38	38	0
Totaal	576	587	10

Tabel 7 Oppervlakte voor de verschillende ecotopen in hectaren in de zoete zone met korte verblijftijd (6 uit de evaluatiemethodiek, OMES-zone 17 en 19) uit de ecotopenkaarten van INBO.

6. Zoet verblijftijd kort (zone 17 t/ 19)			
	2001	2010	2010-2001
Diep sublitoraal	138	136	-2
Ondiep sublitoraal	54	46	-8
Laaggelegen litoraal	4	9	5
Middelhooggelegen litoraal	14	13	-1
Hooggelegen litoraal	6	6	1
Pionierschor	-	-	-
Schor	69	88	19
Supralitoraal (potentiële pionierzone)	0	1	0
Hard	37	36	-1
Overige	4	2	-1
Niet in ecotopenareaal	161	161	0
Totaal	485	498	13

Tabel 8 Oppervlakte voor de verschillende ecotopen in hectaren in de zijrivieren Rupel en Durme uit de ecotopenkaarten van INBO.

7. Zijrivieren Rupel en Durme			
	2001	2010	2010-2001
Diep sublitoraal	115	119	4
Ondiep sublitoraal	63	44	-20
Laaggelegen litoraal	15	13	-2
Middelhooggelegen litoraal	56	72	15
Hooggelegen litoraal	1	1	0
Pionierschor	-	-	-
Schor	121	123	2
Supralitoraal (potentiële pionierzone)	0	0	0
Hard	25	25	0
Overige	8	4	-40
Niet in ecotopenareaal	128	128	0
Totaal	532	528	-3

4

Kwaliteit

4.1 INLEIDING

De abiotische kwaliteit of structurele kwaliteit van het habitat wordt voornamelijk beïnvloed door de fysische processen die zich afspelen in het estuarium. De biologische kwaliteit door de diversiteit van aanwezige soorten en de aanwezigheid van voedsel voor hogere trofische niveaus wordt beschreven onder het hoofdstuk Flora en fauna.

De parameters die onder abiotische kwaliteit zijn gevat, zijn de hydrodynamiek en de morfologie van het habitat, de saliniteit en sedimentsamenstelling, de aanwezigheid van hoogtegradiënten, de ruimte voor en aanwezigheid van zonering.

Rekenparameters voor kwaliteit van de piramide Leefomgeving zijn:

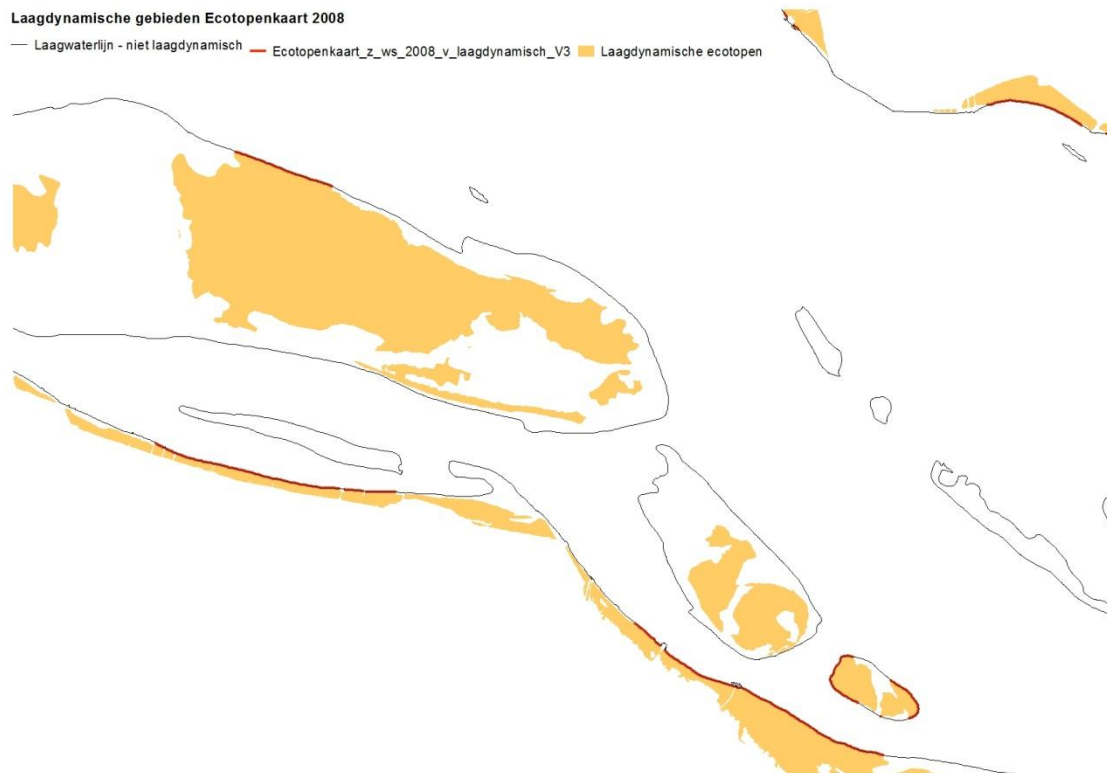
- Lengte laagwaterlijn grenzend aan laagdynamisch habitat/zacht substraat
- Helling
- Hoogtegradiënt
- Zonering van schorren
- Breedte schor
- Oeverbreedte

In de paragrafen hieronder staat voor iedere rekenparameter een uitwerking, met uitzondering van de zonering van de schorren. Voor deze rekenparameter is nog geen uitwerking mogelijk omdat in de beschikbare vegetatiekaarten voor de Zeeschelde geen onderverdeling is opgenomen in de hoogtezones die voor deze kwaliteitsparameter benodigd zijn. In de vegetatiekaarten voor de Westerschelde is deze onderverdeling wel gemaakt, maar er blijken van opname naar opname andere criteria te zijn gehanteerd voor de indeling. De areaalontwikkeling van de hoogtezones van de Westerschelde blijkt daardoor niet bruikbaar te zijn voor het beschrijven van de ontwikkelingen. De rekenparameter zonering van schorren is daarom buiten deze rapportage gebleven.

4.2 LENGTE LAAGWATERLIJN GRENZEND AAN LAAGDYNAMISCH HABITAT WESTERSCHELDE

Sommige soorten steltlopers foerageren graag langs de waterlijn. Tijdens het opkomen en afgaan van het water volgen deze steltlopers de waterlijn. Omdat in de laagdynamische gebieden meer voedsel in de vorm van macrozoobenthos beschikbaar is, is met name het laagdynamische areaal van belang voor het foerageren. Voor soorten die de waterlijn volgen wordt de foerageerduur bepaald door de hoogtegradiënt (zie verderop). Als het laagdynamische areaal doorloopt tot aan de laagwaterlijn, kan het foerageren relatief lang door gaan. De lengte van de laagwaterlijn is daarmee een parameter voor de kwaliteit van het foerageergebied van platen en slikken voor steltlopers.

De laagwaterlijn is uit de GIS-bestanden van de ecotopenkaarten bepaald als overgang van het litoraal naar het sublitoraal. Daarna is vastgesteld waar de laagwaterlijn grenst aan laagdynamische gebieden. De waarden hiervoor zijn per OMES-segment bepaald. In figuur 14 is een ecotopenkaart van een deel van de Westerschelde weergegeven (omgeving Hooge platen en Springers), met de laagwaterlijn. Daar waar de laagwaterlijn grenst aan laagdynamische gebieden is deze rood, in de andere gevallen is deze zwart. De lengte van de totale laagwaterlijn (zwart + rood) is bepaald, evenals de lengte van de laagwaterlijn langs de laagdynamische gebieden. Daarmee is de verhouding tussen beide berekend. Dit is gedaan voor de twee saliniteitssegmenten in de Westerschelde en voor OMES-segment 9. Omdat in de Zeeschelde het onderscheid tussen laag- en hoogdynamische ecotopen niet is gemaakt, is deze analyse daarvoor niet uitgevoerd.



Figuur 14 Kaart van de omgeving van de Hooge platen met de laagwaterlijn, waarvan de delen die langs het laagdynamische litoraal liggen in rood zijn gemarkeerd (2008).

De ontwikkelingen in de laagwaterlijn en de laagwaterlijn grenzend aan het laagdynamische areaal gaan niet gelijk op, zoals duidelijk wordt uit de grafiek in figuur 15 (de onderliggende getallen zijn opgenomen in de bijlage in tabel 41). In deze tabel is zichtbaar dat de laagwaterlijn langs het laagdynamische litorale areaal met 12% tot 18% slechts een beperkt deel uitmaakt van de laagwaterlijn.

De lengte van de laagwaterlijn wordt bepaald door:

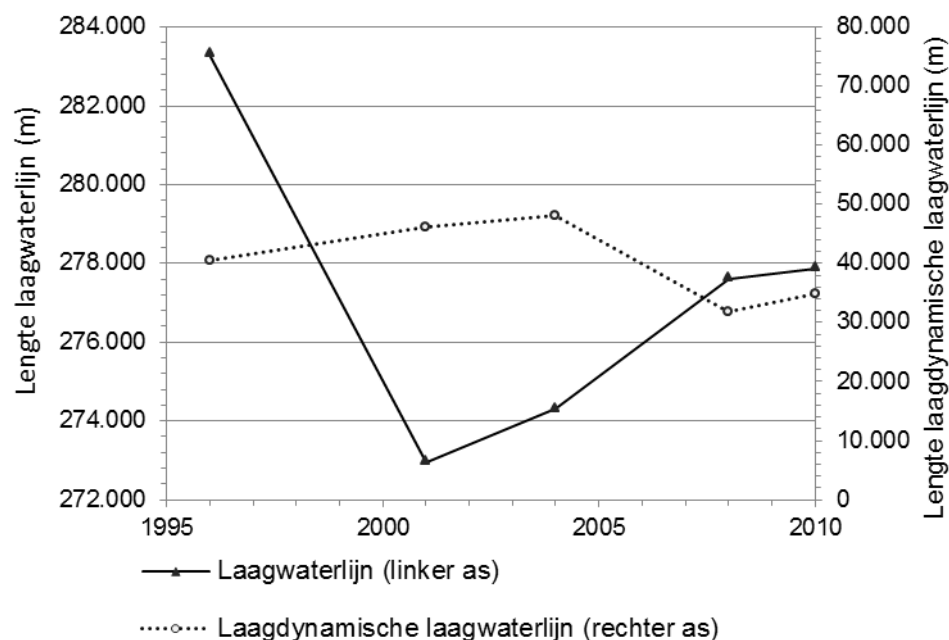
- Het aantal platen;
- De grilligheid van de (laagdynamische) plaatrand door de aanwezigheid van kortsluitgeulen en kleinere kreken.

De lengte van de laagwaterlijn grenzend aan de laagdynamische habitat wordt daarbij bepaald door:

- De aanwezigheid van laagdynamisch areaal direct aangrenzend aan de plaatrand.

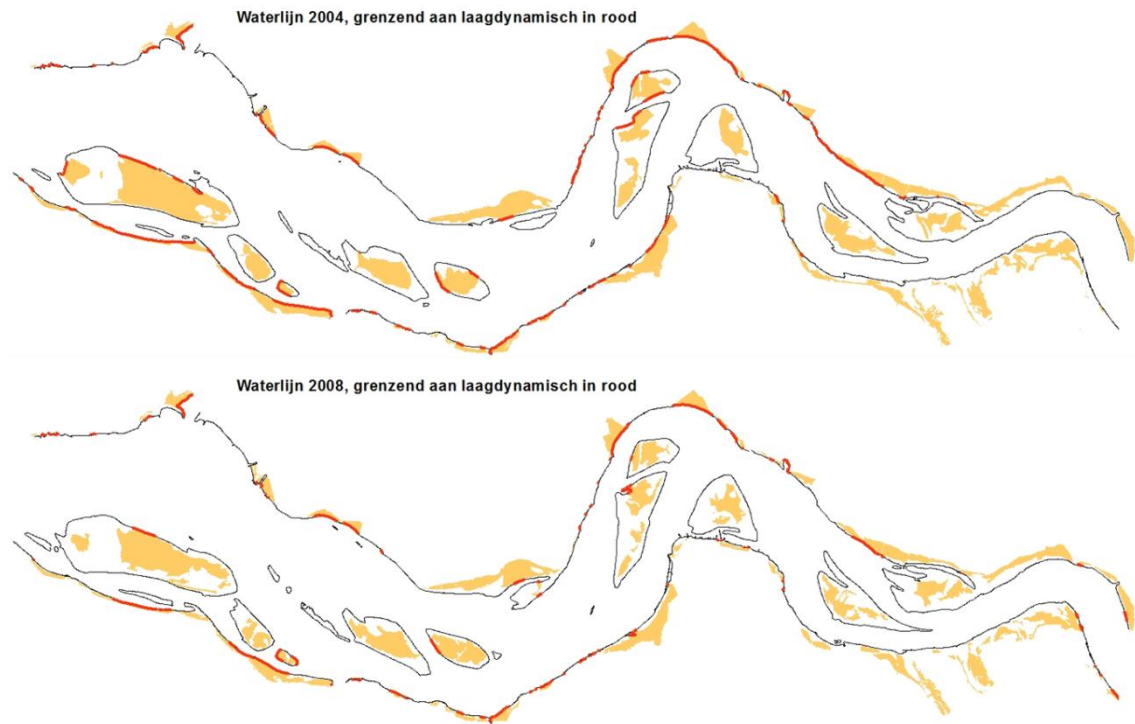
De sterke afname van de lengte van totale laagwaterlijn van 1996 naar 2001 is het gevolg van de afname van de omvang van verschillende plaalementen, vooral in het Middelplootcomplex en bij de Platen van Valkenisse. De toenames in de periode na 2001 zijn verdeeld over de gehele Westerschelde.

In de lengte van de laagwaterlijn grenzend aan het laagdynamische areaal is sprake van een beperkte toename tot 2004, gevolgd door een scherpe afname van ruim 16.000 m. De grote afname (34% ten opzichte van de lengte in 2004) is niet gerelateerd aan één of enkele specifieke locaties: in 2004 loopt het laagdynamisch op veel plekken door tot aan de laagwaterlijn en in 2008 is dat op veel minder plekken het geval. Dit is geïllustreerd in de kaarten in figuur 16. Een smalle strip hoogdynamisch areaal tussen de laagwaterlijn en het laagdynamische areaal betekent al dat in dat gebied geen laagdynamische laagwaterlijn aanwezig is. De veranderingen in de lengte van de waterlijn grenzend aan het laagdynamische areaal gaan niet gelijk op met toe- en afnames in de laagdynamische arealen.

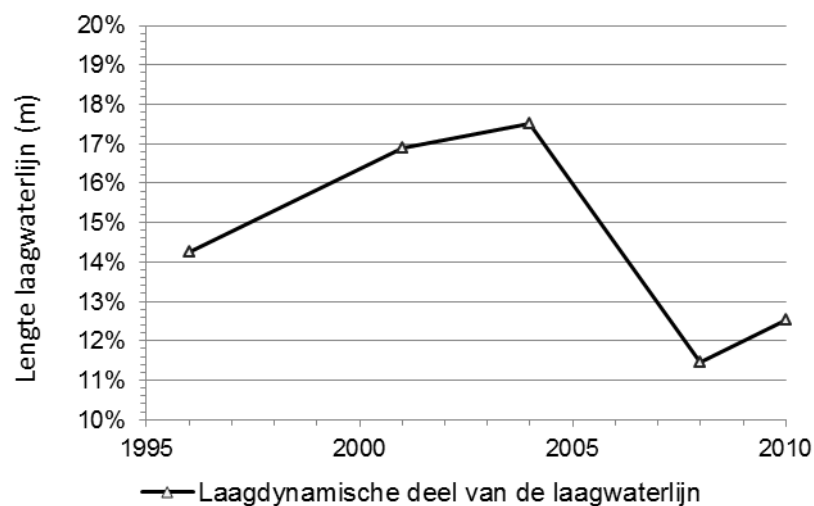


Figuur 15 Grafiek met de lengte van de laagwaterlijn en de lengte van de laagwaterlijn grenzend aan laagdynamisch areaal (rechter as).

De ontwikkeling van het percentage laagdynamische laagwaterlijn als onderdeel van de totale waterlijn is uitgezet in de grafiek in figuur 17. Er is geen sprake van een trend in deze ontwikkeling. De sprongen in de grafiek zijn het gecombineerde resultaat van veranderingen in de lengte van de waterlijn en veranderingen in de waterlijn grenzend aan het laagdynamische habitat.



Figuur 16 Kaart met de laagwaterlijn in 2004 en 2008, waarvan de delen die langs het laagdynamische litoraal (oranje) liggen in rood zijn gemarkeerd.



Figuur 17 Grafiek met het percentage van de laagwaterlijn dat grenst aan laagdynamisch areaal

De lengte van de laagwaterlijn grenzend aan het laagdynamische areaal is een indicator voor de mate waarin steltlopers de foerageerduur kunnen maximaliseren tijdens afgaand water. De grote schommelingen in de absolute lengte van deze laagwaterlijn (figuur 15) en in de relatieve bijdrage (figuur 17) suggereren grote fluctuaties in de ecologische kwaliteit. In de praktijk mag worden getwijfeld aan de

impact van de grote fluctuaties, zowel vanwege de aard van de veranderingen als vanwege het gebruik van de laagwaterlijn.

4.3 LENGTE LAAGWATERLIJN GRENZEND AAN LAAGDYNAMISCH HABITAT/ZACHT SUBSTRAAT ZEESCHELDE

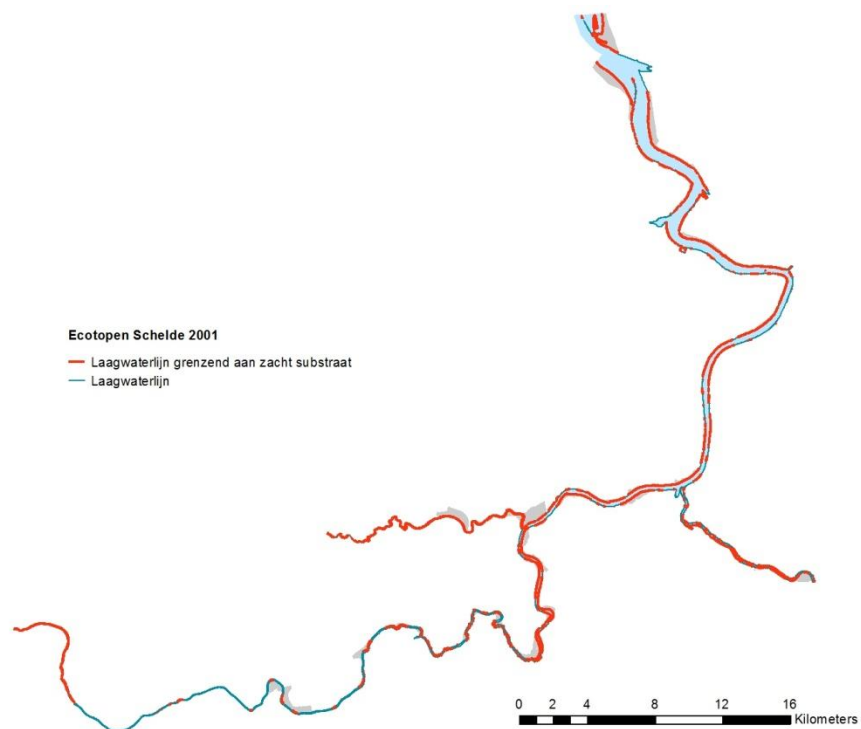
In de Zeeschelde is (nog) geen onderscheid gemaakt in het laag- en hoogdynamische karakter van het litoraal, zodat het niet mogelijk is dezelfde kwaliteitsparameter te hanteren als voor de Westerschelde. Daarom is in plaats van de laagwaterlijn langs het laagdynamisch litoraal gekeken naar de lengte van de laagwaterlijn langs het litoraal dat bestaat uit zacht substraat. In potentie is deze waterlijn beschikbaar voor het foerageren door waadvogels, in tegenstelling tot de laagwaterlijn langs het harde substraat (met uitzondering van het foerageren door soorten zoals de steenloper die hun voedsel vooral op en langs hard substraat vinden). De laagwaterlijn is uit de GIS-bestanden van de ecotopenkaarten afgeleid uit de grens van het sublitoraal. Daarna is vastgesteld waar deze laagwaterlijn aan het zacht substraat grenst. Tabel 9 geeft de resultaten van deze analyse weer.

Tabel 9 Totale lengte van de laagwaterlijn en van de laagwaterlijn langs zacht litoraal in de Zeeschelde in meters.

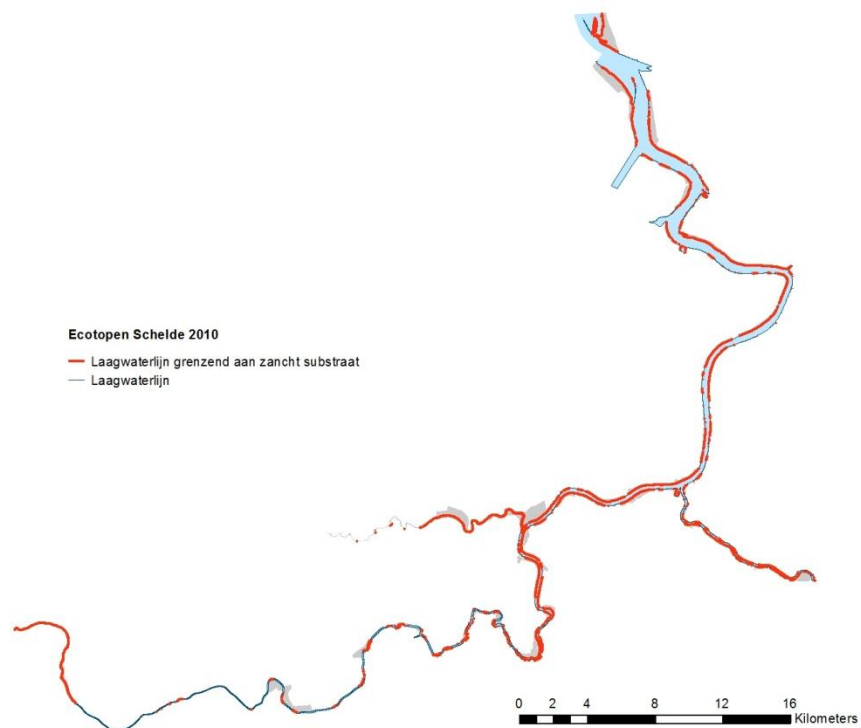
	2001	2010	2010/2001
3. Sterke saliniteitsgradiënt (zone 10 t/m12)			
Totale lengte van het sublitoraal	85.630	79.895	93,3%
Lengte van de waterlijn langs zacht substraat	63.139	47.386	75,1%
Zachtsubstraat/totale sublitoraalrlijn	73,7%	59,3%	
4. Oligohalien (zone 13,14)			
Totale lengte van de het sublitoraal	51.709	48.748	94,3%
Lengte van de waterlijn langs zacht substraat	36.452	35.213	96,6%
Zachtsubstraat/totale sublitoraalrlijn	70,5%	72,2%	
5. Zoet verblijftijd lang (zone 15,16)			
Totale lengte van de het sublitoraal	54.331	53.171	97,9%
Lengte van de waterlijn langs zacht substraat	30.820	27.986	90,8%
Zachtsubstraat/totale sublitoraalrlijn	56,7%	52,6%	
6. Zoet verblijftijd kort (zone17 t/ 19)			
Totale lengte van de het sublitoraal	96.206	95.083	98,8%
Lengte van de waterlijn langs zacht substraat	25.739	22.250	86,4%
Zachtsubstraat/totale sublitoraalrlijn	26,8%	23,4%	
7. Zijrivieren Rupel en Durme			
Totale lengte van de het sublitoraal	69.591	54.079	77,7%
Lengte van de waterlijn langs zacht substraat	50.736	38.188	75,3%
Zachtsubstraat/totale sublitoraalrlijn	72,9%	70,6%	

In alle segmenten is een afname te zien van zowel de lengte van het sublitoraal, als van de lengte van de laagwaterlijn grenzend aan het zachte substraat. Alleen in de oligohaliene zone (OMES-segmenten 13 en 14) is sprake van een relatieve toename van de lengte van de laagwaterlijn grenzend aan zacht substraat. Ter illustratie zijn in de figuren 17 en 18 de laagwaterlijnen in 2001 en 2010 weergegeven. De meest in het oog springende verschillen op deze grote schaal zijn de aanwezigheid van het Deurganckdok in de kaart

van 2010, met een waterlijn die niet aan zacht substraat grenst, en de beperkte lengte van de laagwaterlijn in de Durme in 2010. De afname van de lengte van de laagwaterlijn in de Durme is gerelateerd aan de afname van het areaal sublitoraal, door de opslibbing van deze zijarm.



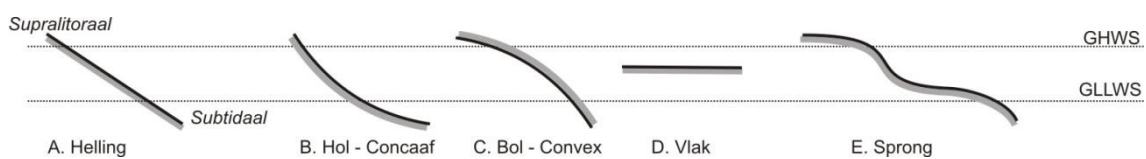
Figuur 18 Kaart met laagwaterlijnen langs de Schelde in 2001.



Figuur 19 Kaart met laagwaterlijnen langs de Schelde in 2010.

4.4 HELLING

De helling van het litorale gebied geeft een indicatie of het gebied voldoende tijd biedt voor vogels om te foerageren, geschikt is voor de ontwikkeling van schor of als schuilplaats kan dienen voor bijvoorbeeld juveniele vissen. Een te steile helling kan ervoor zorgen dat er op de plaat of het slik te weinig tijd beschikbaar is om te foerageren. Ook de vorm van de helling (figuur 20) kan consequenties hebben voor de foerageermogelijkheden, bijvoorbeeld als een groot gebied relatief snel droogvalt bij een vlak profiel, of als bij een bol profiel relatief veel areaal hoog in het litoraal ligt. In een natuurlijk estuarium waar voldoende ruimte is voor sedimentatie/erosie cycli treedt sedimentatie op indien de helling niet al te steil is. Het slik en vervolgens schor bouwen zich op, de rand wordt steiler en de erosie start.



Figuur 20 Profielvormen herkend in de oever van de Zeeschelde.

In de Westerschelde zijn er tot nu toe geen problemen met te steile hellingen van platen of slikken geconstateerd in relatie tot de ontwikkeling van slikken en platen. De aanwezigheid van een helling in het tidaal komt bij de kwaliteitsparameter gradiënt aan de orde. In de Westerschelde is er ook geen eenduidige koppeling tussen de helling van de geulwand en de ontwikkelingen van de oever (slik en schor). Helling als kwaliteit-parameter wordt daarom alleen voor de Zeeschelde beschouwd.

De helling van de oever (schor en slik) is per raai beschouwd. Dit zijn de raaien die met DGPS-RTK zijn ingemeten in 2008 en 2009. De aanname daarbij is dat de gekozen raaien voldoende representatief zijn voor de ontwikkeling van de gehele oever. De vorm van het profiel is genoteerd conform de aanduidingen in figuur 20. Daarbij is ook de aanwezigheid van hard antropogeen (stortsteen), dan wel natuurlijk hard substraat genoteerd, omdat de aanwezigheid daarvan medebepalend is voor de mogelijke ontwikkelingen van schor en slik.

Omdat steeds voor een jaar (2008 of 2009) één hoogteopname beschikbaar is per profiel, is het voornamelijk niet mogelijk om eventuele ontwikkelingen of trends vast te stellen.

Voor de locaties van de profielen van de oever is ook het gehele profiel beschouwd, van de oever tot in de geul. Hiervoor is de profielgenerator van INBO gebruikt. Deze profielen omvatten gegevens uit de periode 1910 tot en met 2009, waarbij de databeschikbaarheid van gebied tot gebied varieert. Per profiel is de vorm genoteerd, conform figuur 20, verder is gekeken naar de locatie in een binnen- of buitenbocht, of een overgang en is vastgesteld of er sprake is geweest van erosie en of versteiling van het profiel. Voor de analyse van de erosie en versteiling zijn de opnamen na 1980 beschouwd.

In de bijlage 2 bij het rapport zijn alle gebruikte profielen weergegeven. De resultaten zijn opgenomen in de onderstaande twee tabellen (tabel 10 en tabel 11). De bovenste tabel omvat de oevers (op basis van de raaimeting), de onderste tabel het gehele profiel (profielgenerator).

Tabel 10 Kenmerken profielen oever

Code	Naam	Opname jaar		Schor en slik profiel	
		2008	2009	Vorm	Harde begrenzing
AP	Appels		X	bol	nee
BA	Ballooi		X	sprong	nee
BD1	Blokkersdijk – schor	X		bol	Schorrand bestort
BD2	Blokkersdijk – slik	X		helling	Hard natuurlijk
BM	Bergenmeersen		X	bol	Schorrand bestort
BO	Boomken	X		sprong	bestort
BR	Branst		X	sprong	nee
BS	Brede schoren		X	vlak	Schorrand bestort
BU	Burcht	X		sprong	Schorrand bestort
CRA	Cramp a		X	bol	Slik bestort
CRb	Cramp b		X	sprong	nee
CRc	Cramp c		X	vlak	Schorrand bestort
DKa	Doelkern a		X	bol	nee
DKb	Doelkern b		X	bol	Schorrand bestort
DM	Durmemonding		X	vlak	nee
FF	Fort Filip	X		helling	nee
GBSa	Groot buitenschoor a	X		helling	nee
GBSb	Groot buitenschoor b	X		helling	nee
GRa	Grembergen a		X	vlak	nee
GRb	Grembergen b		X	vlak	Schorrand bestort
GSA	Galgenschoor a	X		sprong	Schorrand bestort
GSb	Galgenschoor b-schor	X		vlak	Schorrand bestort
GSb1	Galgenschoor b –slik	X		hol	Schorrand bestort
GSH	Groot schor Hamme		X	vlak	Waterlijn bestort
GW	Galgenweel	X		sprong	Schorrand bestort
HE	Heusden		X	bol	nee
HP	Hoopolder	X		sprong	Schorrand bestort
KPa	Ketenisse a	X		hol	Schorrand bestort
KPb	Ketenisse b	X		helling	nee
KPc	Ketenisse c	X		hol	bestort
KPd	Ketenisse d	X		hol	bestort
KS	Konkelschoor		X	vlak	Schorrand bestort
KV	Kijkverdriet – schor		X	vlak	nee
KV	Kijkverdriet – slik		X	helling	"
LH	Lillo haven-schor	X		bol	Schorrand bestort
LH	Lillo haven-slik	X		helling	"
LP	Lillo potpolder –schor	X		hol	Schorrand bestort
LP	Lillo potpolder – slik	X		bol	"
MK	Mariekerke		X	sprong	nee
NO	Notelaer –schor		X	vlak	nee
NO	Notelaer –slik		X	helling	"
OD1	Ouden Doel – schor	X		vlak	Schorrand bestort
OD2	Ouden Doel – slik	X		bol	Schorrand bestort

Code	Naam	Opname jaar		Schor en slik profiel	
PD	Plaat/Driegoten		X	sprong	nee
RMa	Rupelmonding a	X		bol	Schorrand bestort
RMb	Rupelmonding b	X		hol	Schorrand bestort
TE	Temse		X	sprong	nee
TS	Twaalf sluizen	X		sprong	Schorrand bestort
VL	Vliet	X		sprong	Schorrand bestort
WE	Weert		X	vlak	nee
WM	Wijmeers		X	hol	nee
ZE	Zelee –schor		X	sprong ?	nee
ZE2	Zelee – slik		X	bol	nee

Tabel 11 Kenmerken profielen subtidaal en tidaal.

Code	Naam	Vorm	Binnenbocht/Buitenbocht	Erosief/sedimenterend/stabiel	Versteiling/verflauwing/geen verandering/Bestort (?)
AP	Appels	hol	buitenbocht	stabiel	geen verandering
BA	Ballooi	bol	binnenbocht	sedimenterend	geen verandering
BD1	Blokkersdijk - schor	hol	buitenbocht	erosief	versteiling
BD2	Blokkersdijk - slik	"	"	"	"
BM	Bergenmeersen	bol	binnenbocht	erosief	geen verandering
BO	Boomken	hol	buitenbocht	erosief	versteiling
BR	Branst	bol	binnenbocht	erosief	versteiling
BS	Brede schoren	hol	binnenbocht	erosief	versteiling
BU	Burcht	bol	buitenbocht	stabiel	geen verandering
CRA	Cramp a	hol	buitenbocht	erosief	versteiling
CRb	Cramp b	"	"	"	"
CRc	Cramp c	helling	buitenbocht	erosief	versteiling
DKa	Doelkern a	helling	buitenbocht	stabiel	geen verandering
DKb	Doelkern b	helling	buitenbocht	stabiel	geen verandering
DM	Durmemonding	niet beschikbaar			
FF	Fort Filip	hol	-	erosief	versteiling
GBSa	Groot buitenschoor a	helling	binnenbocht	stabiel	geen verandering
GBSb	Groot buitenschoor b	"	"	"	"
GRa	Grembergen a	bol	buitenbocht	stabiel	geen verandering
GRb	Grembergen b	bol	binnenbocht	sedimenterend	verflauwing
GSa	Galgenschoor a	bol	binnenbocht	stabiel	geen verandering
GSb	Galgenschoor b-schor	bol	binnenbocht	stabiel	geen verandering
GSb1	Galgenschoor b -slik	"	"	"	"
GSH	Groot schor Hamme	helling	-	stabiel	geen verandering
GW	Galgenweel	hol	binnenbocht	erosief	versteiling
HE	Heusden	bol	-	sedimenterend	?
HP	Hooipolder	hol	binnenbocht	stabiel	geen verandering
KPa	Ketenisse a	hol	-	stabiel	geen verandering
KPb	Ketenisse b	"	"	"	"

KPc	Ketenisse c	sprong	binnenbocht	erosief	versteiling
KPd	Ketenisse d	sprong	binnenbocht	erosief	geen verandering
KS	Konkelschoor	hol	binnenbocht	stabiel	geen verandering
KV	Kijkverdriet - schor	helling	-	erosief	geen verandering
KV	Kijkverdriet - slik	"	"	"	"
LH	Lillo haven-schor	helling	binnenbocht	erosief	versteiling
LH	Lillo haven-slik	"	"	"	"
LP	Lillo potpolder -schor	hol	binnenbocht	erosief	versteiling
LP	Lillo potpolder - slik	"	"	"	"
MK	Mariekerke	helling	buitenbocht	stabiel	geen verandering
NO	Notelaer -schor	hol	-	stabiel	geen verandering
NO	Notelaer -slik	"	"	"	"
OD1	Ouden Doel - schor	helling	nevengeul	sedimenterend	versteilend
OD2	Ouden Doel - slik	"	"	"	"
PD	Plaat/Driegoten	helling	binnenbocht	erosief	geen verandering
RMa	Rupelmonding a	hol	binnenbocht	erosief	versteilend
RMb	Rupelmonding b	helling	binnenbocht	erosief	stabiel
TE	Temse	hol	binnenbocht	erosief	versteilend
TS	Twaalf sluizen	helling	-	stabiel	geen verandering
VL	Vliet	hol	buitenbocht	stabiel	geen verandering
WE	Weert	bol	binnenbocht	erosief	geen verandering
WM	Wijmeers	hol	binnenbocht	stabiel	geen verandering
ZE	Zelee -schor	hol	buitenbocht	erosief	geen verandering
ZE2	Zelee - slik	"	"	"	"

De resultaten van de analyse van de profielen laten zien dat vrijwel alle combinaties van vormen en bestortingen worden aangetroffen met verschillende combinatie op de onderwateroever. Uit de tabel is voor de bestudeerde tabellen geen samenhang te vinden in de vorm van de helling en het erosieve, stabiele of sedimenterende karakter. Ook een verband tussen de ligging in de binnenbocht of buitenbocht en het erosieve, stabiele of sedimenterende karakter is niet aanwezig in de bestudeerde profielen. De vorm en de ligging (binnenbocht/buitenbocht) lijken voor de profielen geen duidelijke indicator te zijn van de ontwikkeling (erosie, sedimentatie/stabiel).

4.5 HOOGTEGRADIËNT

De hoogtegradiënt heeft betrekking op het laagdynamische litoraal, waarvan al dan niet een complete overgang van laag via middelhoog naar hoog litoraal aanwezig is. De aanwezigheid van een hoogtegradiënt is zowel van belang voor het foerageren door vogels als voor de vestiging van bodemdieren. Sommige soorten waadvogels foerageren langs de waterlijn en volgen daarmee het afgaande en het opkomende water. Bij een aaneengesloten overgang in het laagdynamisch areaal kunnen - in theorie- deze soorten waadvogels hun foerageerduur maximaliseren. In theorie, omdat de aanwezigheid van laagdynamisch areaal niet noodzakelijkwijst betekent dat deze gebieden overal rijk aan bodemdieren zijn. Omgekeerd betekent het ontbreken van een complete overgang in ieder geval dat geen maximale foerageerduur mogelijk is, zonder naar een ander gebied te vliegen.

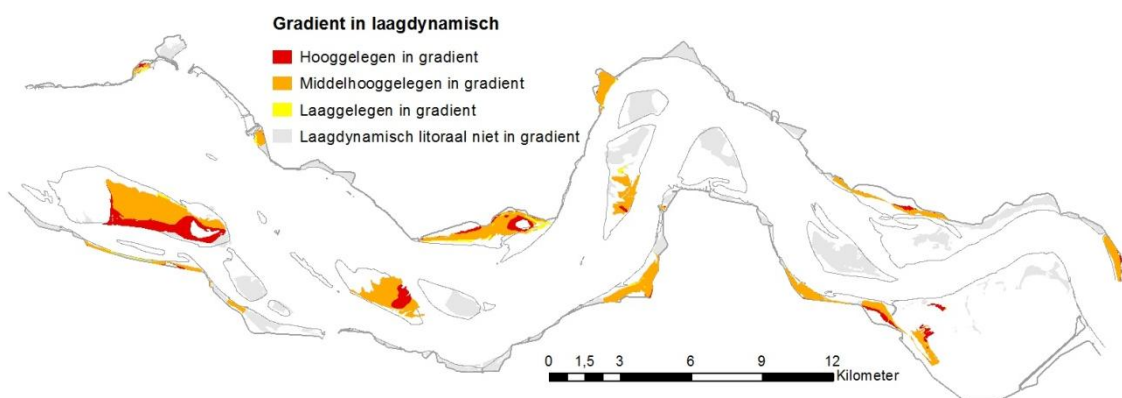
Bepaalde bodemdieren vestigen zich als juveniel in een andere hoogtezone dan de hoogtezone die ze in het volwassen stadium prefereren. De aanwezigheid van een gradiënt in de hoogte is daarom van belang voor macrobenthos soorten die gedurende hun leven migreren. Migratie van macrobenthos door het intergetijdengebied kan voordelen hebben op het gebied van voedselopname, reproductie en op het

gebied van onttrekken aan predatoren. Over het algemeen is het migratie gedrag getimed en wordt het gestuurd door diverse mechanismen waarbij een reactie optreedt op een extern of intern signaal (Gibson, 2003). Voor de populatie kunnen verbindingen tussen populaties, verspreidingsgebied, juveniel-adult interacties, kolonisatie en recovery een rol spelen (Pacheco et al, 2013).

Voor niet-sessiele bodemdieren is het verplaatsen naar een ander deel van het intergetijdegebied mogelijk. Voor veel sessiele organismen eindigt de mogelijkheid voor migratie met de broedval van de larven. Migratie van bodemdieren is soms mogelijk door morfologische en gedragsadaptaties in de organismen. Bijvoorbeeld slijmdraden bij tweekleppigen en gas bubbels in de mantel van sommige gastropoda helpen bij het verkrijgen van drijfvermogen bij passieve verplaatsingen (Commito et al 1995; Hunt, 2004; Canete et al 2007). Daarnaast hebben vele mariene bodemdieren het vermogen om te kruipen of te zwemmen waardoor er actieve verplaatsing kan optreden (Lenihan & Micheli, 2001). De combinatie tussen gedrag en hydrodynamica bepaalt de verspreidingsmogelijkheden van de bodemdieren die regelmatig (van dagelijks tot per seizoen) migreren.

In de Nederlandse situatie is een bekend voorbeeld van de migratie van schelpdieren de migratie van het nonnetje. Laag in de getijdezone gevallen larven van deze soort migreren naar hoger gelegen delen, om vervolgens na het groeiseizoen weer naar lager gelegen delen te migreren. Dit fenomeen is onderzocht voor nonnetjes (*Macoma balthica*) in de Waddenzee (Hiddink, 2002). De migratie door kleine nonnetjes wordt gestuurd door hoge predatiedruk door garnalen (en krabben en vissen) op de lager gelegen delen. Wanneer de nonnetjes groot genoeg zijn om een minder aantrekkelijke prooi voor garnalen te zijn migreren zij terug naar lager gelegen delen. Dit wordt ook gestuurd door een hogere vatbaarheid voor parasieten op het hogere wad.

In de evaluatiemethodiek (Holzhauer, 2011) is omschreven dat het areaal met aaneengesloten hooggelegen, middelhooggelegen en laaggelegen areaal geïnventariseerd moeten worden (de aanwezigheid van laagdynamisch supralitoraal habitat is niet in de analyse betrokken). In figuur 21 is een kaart opgenomen voor de situatie in 1996 met het laagdynamisch litoraal dat wel of niet in een gradiënt aanwezig is. Duidelijk is dat slechts op een beperkt aantal platen en slikken een aaneengesloten gradiënt aanwezig is. Verder zijn er enkele gebieden die alleen uit middel hooggelegen laagdynamisch lijken te bestaan. Een gedetailleerde blik levert dan toch enkele minuscule laag- en hooggelegen gebiedjes, die de gradiënt completeren.



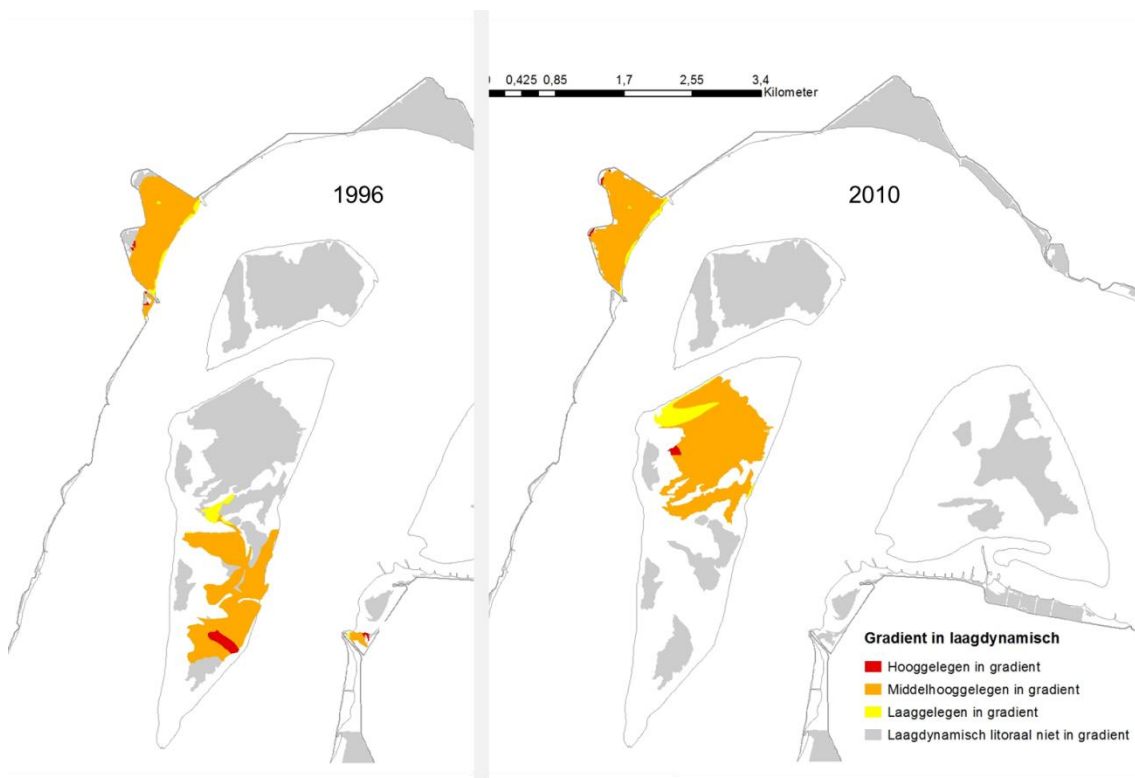
Figuur 21 Kaart met het laagdynamische areaal met wel of niet een gradiënt van laag- naar hooggelegen in de ecotopenkaarten van 1996.

Met kleine elementen hoog- en laaggelegen laagdynamisch litoraal kan al sprake zijn van een gradiënt. En een kleine onderbreking van een gradiënt, bijvoorbeeld in de vorm van enkele meters hoogdynamisch

areaal betekent dat juist geen sprake is van een gradiënt. Dat maakt de kwaliteitsparameter gradiënt in deze vorm zeer gevoelig voor kleine veranderingen in de ecotopenkaarten. Dit is geïllustreerd met kaarten van 1996 en 2010 in figuur 22. Uitspraken over de ontwikkelingen van deze kwaliteitsparameter zijn daarom moeilijk.

Ecologisch gezien is de gradiënt minder eenvoudig te duiden dan hierboven is benoemd. Zo is onvoldoende bekend welke precieze eisen welke soorten steltlopers stellen aan de samenhang van de hoogtezones. Vragen die nog onbeantwoord zijn, zijn bijvoorbeeld:

- 1) Hoeveel van iedere zone (m², %) is minimaal vereist;
- 2) Tot hoever moet het middelhooggelegen litoraal aanwezig zijn (naar boven en beneden) om te kunnen functioneren;
- 3) Is er verschil tussen doortrekkers (warmer, langer daglicht) en overwinteraars (kouder, kortere dagen)?
- 4) in hoeverre verplaatsen vogels zich tussen verschillende gebieden om toch van de hele gradiënt te kunnen profiteren.



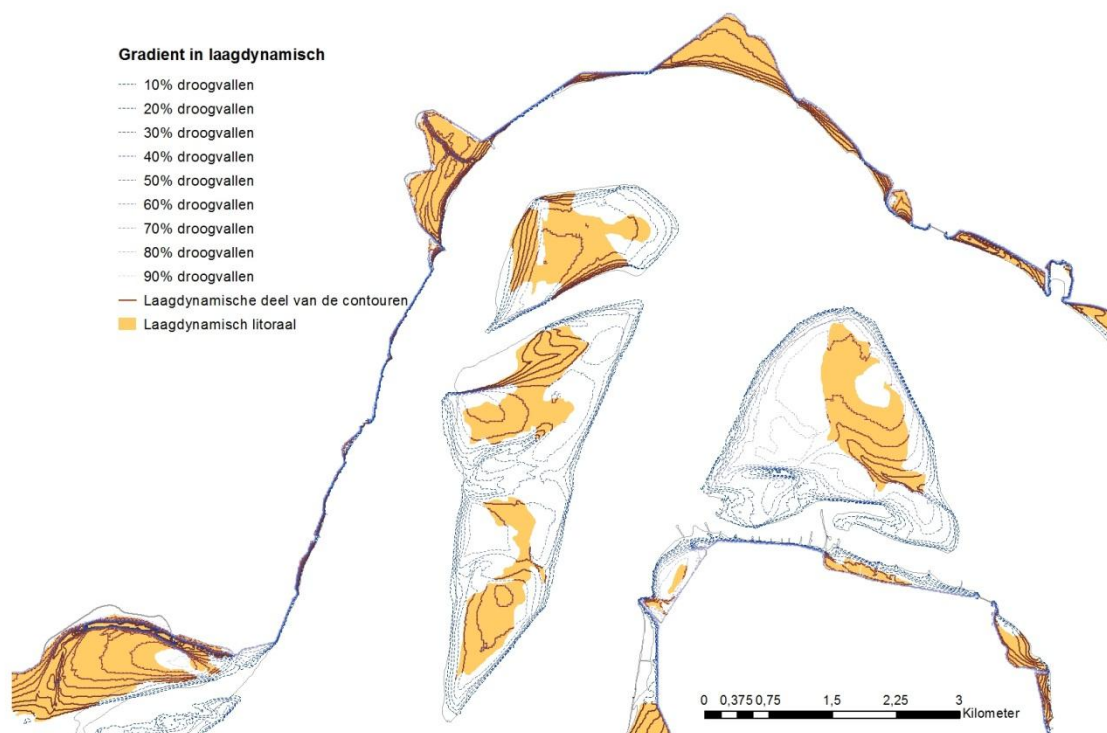
Figuur 22 Kaart van de omgeving van de Rug van Baarland met het laagdynamische areaal in en niet in een gradiënt van laag- naar hooggelegen in de ecotopenkaarten in 1996 (links) en 2010 (rechts).

Bij bodemdieren is er een vergelijkbare reeks vragen:

- 1) In hoeverre kunnen soorten zich over grote afstanden kunnen verplaatsen;
- 2) Kunnen schelpdieren (kokkels/nonnetjes) bijvoorbeeld als jong schelpdier niet naar een andere plaat/slik verhuizen en kunnen wormen dat veelal wel?
- 3) Als er geen hooggelegen laagdynamisch litoraal is, is er dan succesvolle broedval in het middelhooggelegen litoraal mogelijk?
- 4) Kunnen jonge schelpdieren door een smalle zone hoogdynamisch kruipen en hoe ver dan (50m, 250m)?

Zonder antwoord op dergelijke vragen is het lastig om concreet invulling te geven aan de vereisten die aan de gradiënt worden gesteld.

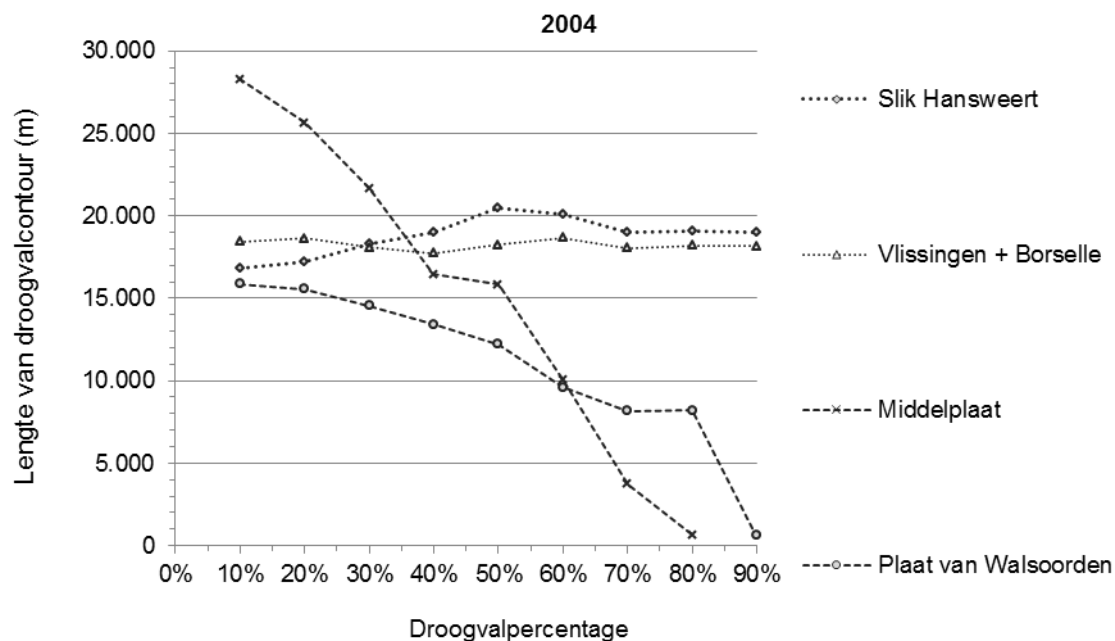
In plaats van bovenstaande invulling van de kwaliteitsparameter gradiënt is de lengte van de waterlijnen met bepaalde droogvalpercentages binnen het laagdynamische areaal gebruikt als indicator van de gradiënt. In de kaart in figuur 23 zijn de waterlijnen met droogvalpercentages van 10% tot 80% aangegeven, waarbij de lijnen in de laagdynamische gebieden een andere markering hebben gekregen dan die in de andere droogvallende delen. In deze benadering worden alle laagdynamische elementen in de analyse worden betrokken, ongeacht het wel of niet aaneengesloten karakter van de gradiënten. De analyse is uitgevoerd per plaat- en slikgebied (figuur 63). De impliciete veronderstelling daarbij is dat de vogels en bodemdieren in staat zijn de laagdynamische delen binnen plaat of slikgebied te benutten. De resultaten van de analyse staan in de grafieken in figuur 64. Per plaat of slikgebied zijn twee grafieken weergegeven. In de bovenste grafiek staat steeds de lengte van de droogvalcontouren en de lengte van de laagdynamische contouren. In de onderste grafiek staat met de lengte van de laagdynamische droogvalcontour als percentage van de totale lengte van die droogvalcontour. De betekenis van deze grafieken wordt hieronder toegelicht.



Figuur 23 Kaart van de omgeving van de Rug van Baarland in 2004 met waterlijnen (droogvalpercentages) binnen en buiten de laagdynamische gebieden

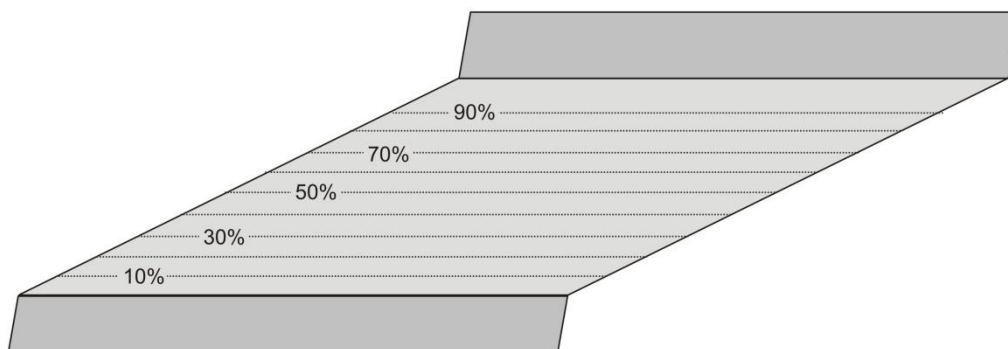
In de grafiek in figuur 24 is de lengte van de droogvalcontour van twee plaatgebieden en twee slikgebieden aangegeven. Die vorm verschilt nogal: bij de slikken is sprake van een min of meer vlakke lijn: alle droogvalcontouren zijn vrijwel even lang. Bij de plaatgebieden neemt de lengte van de droogvalcontouren af voor de hogere droogvalpercentages. Dit verschil hangt samen met de geometrie van de plaat en van de plaat en het slik. De schematische geometrie van plaat en slik is weergegeven in figuur 25. Bij een slik dat als een vlak van de dijk naar de geul helt, lopen de droogvalcontouren parallel en

zijn ze ongeveer even lang. Bij een plaat die als een glooiend eiland in de geul ligt, zijn de contouren van met de lage droogvalpercentages langer dan die met de hoge droogvalpercentages.

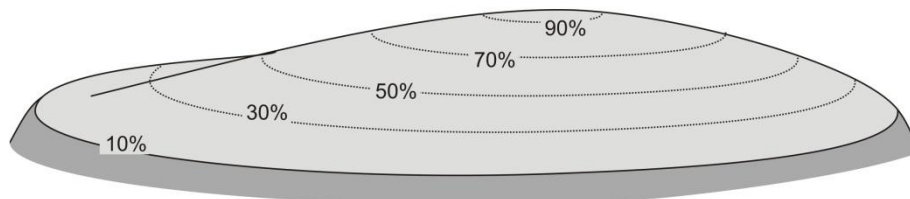


Figuur 24 Grafiek met de lengte van de droogvalcontouren in vier gebieden.

A: Slik

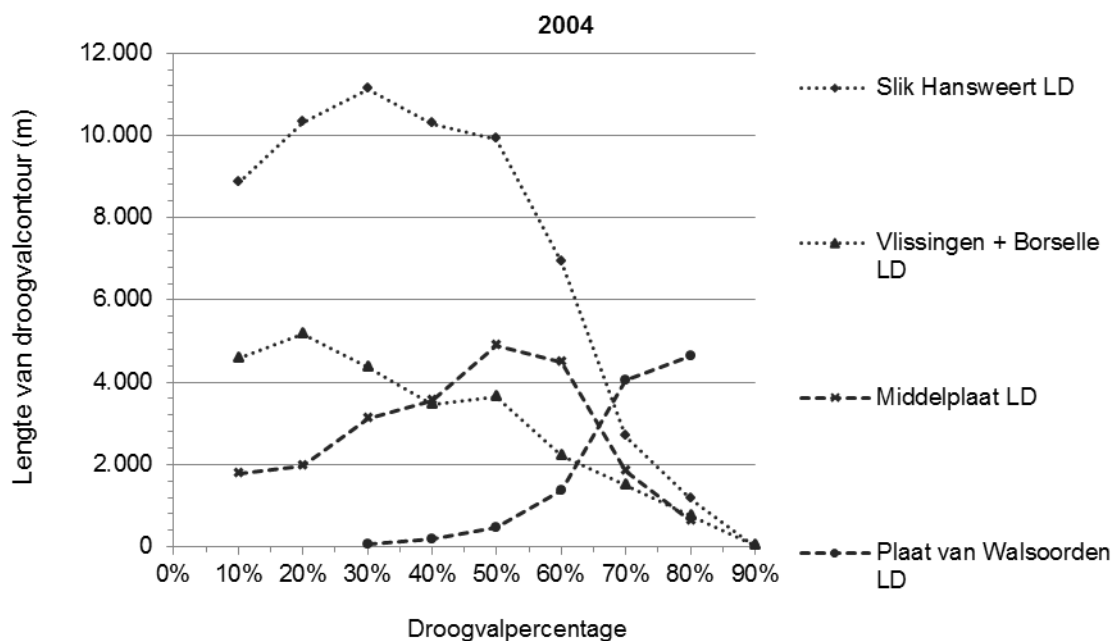


B: Plaat

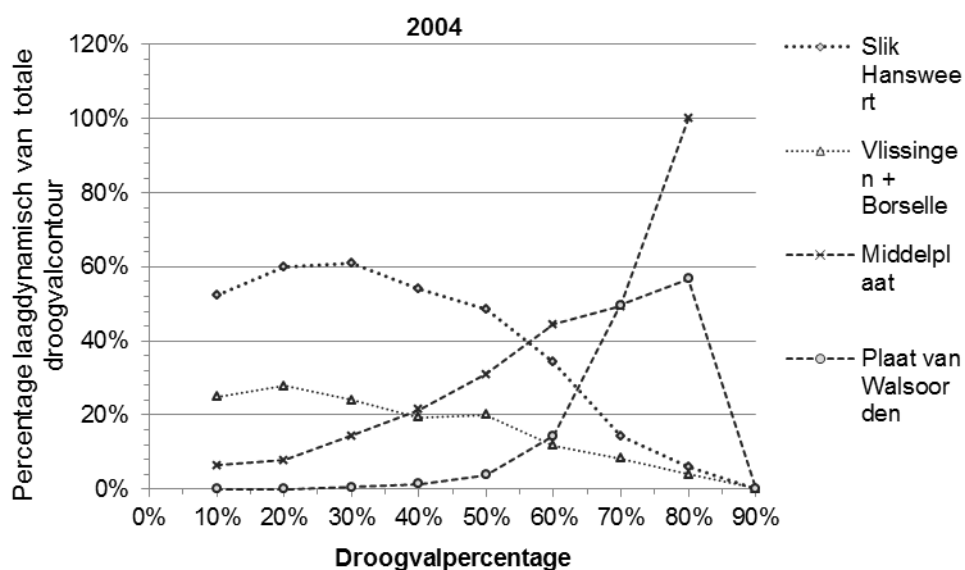


Figuur 25 Schematische weergave van de droogvalcontouren op een slik(A) en op een plaat (B).

In figuur 26 is van dezelfde gebieden als in figuur 24 de grafiek met de lengte van de laagdynamische delen op van de droogvalcontouren opgenomen. Deze lengte zijn altijd kleiner dan lengtes van de totale droogvalcontouren, omdat het alleen de laagdynamische deel een deel van het plaat- en slikareaal omvat. De vorm van de curves in figuur 26 is afhankelijk van de verdeling van het laagdynamische areaal over de hoogtezones. Per plaat- en slikgebied verschilt de vorm van deze curves. Van de getoonde gebieden heeft het slik Hansweert vooral laagdynamisch areaal met lagere droogvalpercentages en dat geldt in minder mate ook voor het Slik bij Vlissingen en Borselle. De Plaat van Walsoorden heeft vooral laagdynamisch areaal met hogere droogvalpercentages. Bij de Middelpaat liggen de het laagdynamische areaal in het middelhoge bereik.



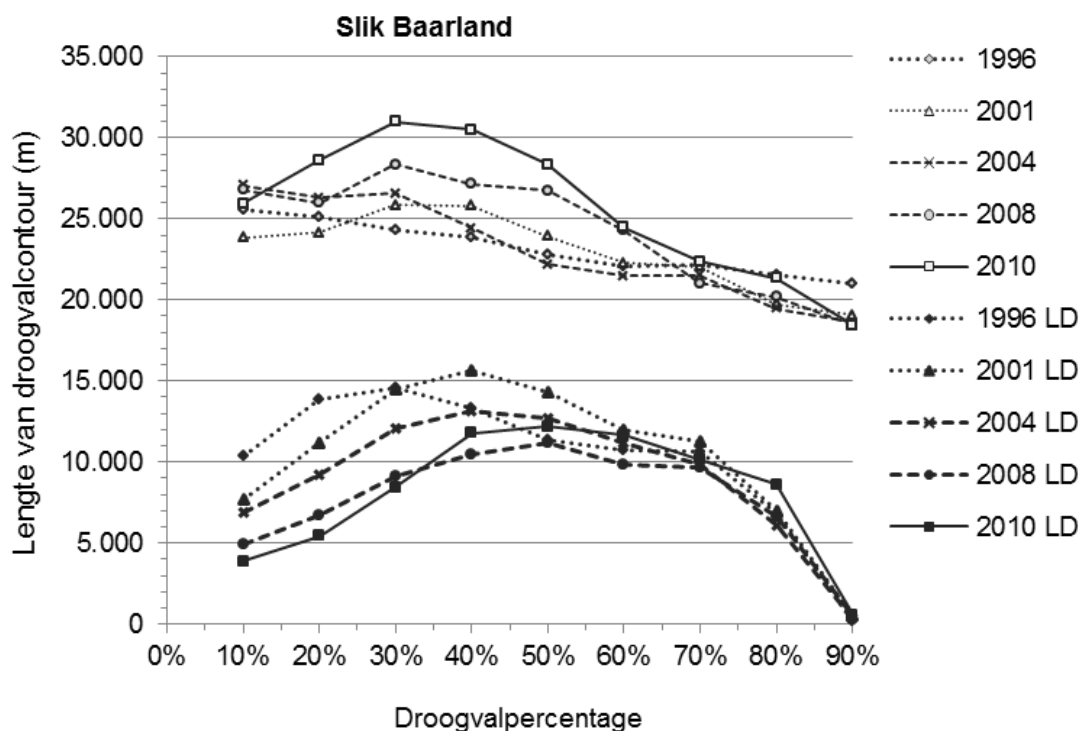
Figuur 26 Grafiek met de lengte van de laagdynamische delen van de droogvalcontouren in vier gebieden.



Figuur 27 Grafiek met de lengte van de laagdynamische droogvalcontour als percentage van de totale lengte van die droogvalcontour.

De relatieve bijdrage van het laagdynamische areaal aan de totale lengte per droogvalcontour is uitgezet in de grafiek in figuur 27. In de vorm van deze grafiek zit zowel het effect van de geometrie van de plaat- en slikgebieden, als de verdeling van het laagdynamisch over de droogvalpercentages. De verschillen tussen de vier getoonde plaat- en slikgebieden zijn groot, met voor de Plaatgebieden vooral laagdynamische contouren met hoge droogvalpercentages en voor de slikgebieden vooral laagdynamische contouren met lage droogvalpercentages.

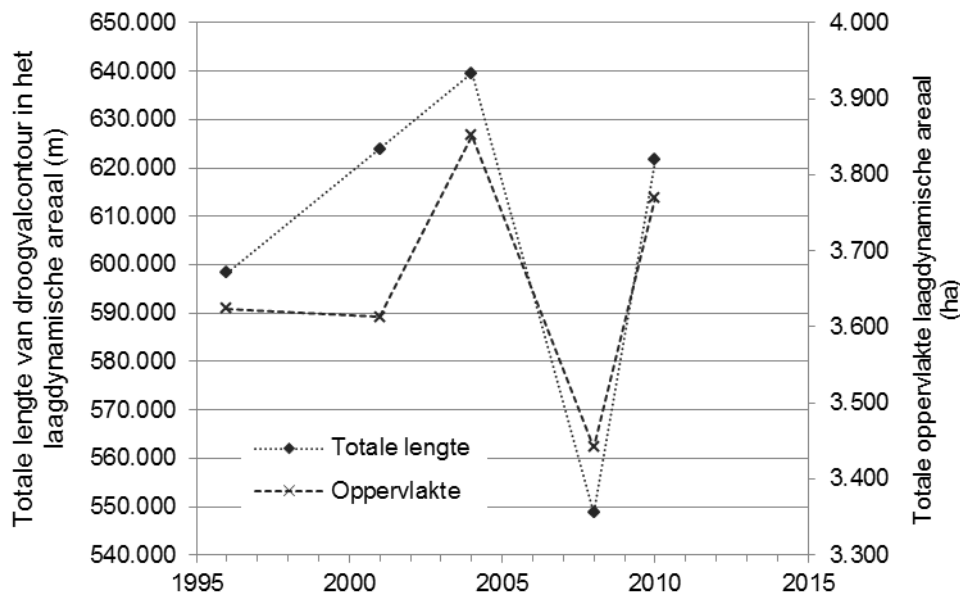
In figuur 64 zijn voor de verschillende plaat- en slikgebieden (figuur 63) steeds twee grafieken getoond. In de bovenste grafiek staan de absolute lengtes van de droogvalcontouren en de laagdynamische delen ervan (dit is een combinatie van de grafieken in figuur 24 en in figuur 26). In de onderste grafiek staat steeds de relatieve bijdrage van het laagdynamische areaal aan de totale lengte per droogvalcontour (zoals in figuur 27). In deze grafieken is te zien dat de plaat- en slikgebieden elk een andere opbouw hebben in termen van droogvallen en de distributie van het laagdynamische areaal. Trendmatige veranderingen zijn met een uitzondering niet zichtbaar. De uitzondering is het Slik van Baarland (figuur 28). Dit gebied omvat ook de Plaat van Baarland die aan de oever is gehecht. Het areaal van het droogvallende gebied is toegenomen, zodat de lengte van de droogvalcontouren is toegenomen. Daarbij is het areaal laagdynamisch afgenomen en is de lengte van de laagdynamische droogvalcontouren afgenomen.



Figuur 28 Grafiek voor Slik van Baarland (locatie in figuur 63) met de lengte van de waterlijnen voor het gehele litoraal en voor in de laagdynamische gebieden (LD)

Het ontbreken van trendmatige veranderingen bij de andere plaatcomplexen is te verklaren door de grote variatie, met name in het laagdynamische areaal. De totale lengte van de waterlijn (10%-80% droogvallen)

in het laagdynamische areaal varieert en deze variatie gaat grotendeels gelijk op met de veranderingen in het totale laagdynamische areaal, zoals zichtbaar is in figuur 29.



Figuur 29 Grafiek met de totale lengte van de waterlijnen van 10%-80% droogvallen en het totale areaal van de laagdynamische gebieden.

De ecologische waarden van de gradiënt in het laagdynamische areaal is beschreven in de eerste alinea's van deze paragraaf. De beschikbaarheid van een volledige gradiënt vergroot in potentie de foerageermogelijkheden voor steltlopers en vormt een leefgebied voor bodemdieren in meerdere levensstadia. De verdeling van de waterlijnen met de verschillende droogvalpercentages sluit aan bij de verdeling van het areaal laagdynamisch over de laaggelegen, middelhooggelegen en hooggelegen klassen. Opvallend is het verschil tussen de platen en slikken in de verdeling van de laagdynamische droogvalcontouren. Bij de slikken bevinden die zich aan vooral in het lage bereik lage droogvalpercentages. Op de platen bevinden die zich in het middelhoog- en hooggelegen bereik, met grotere droogvalpercentages.

Het is lastig de ecologische consequenties van verschillen en veranderingen in de absolute en relatieve lengte van de waterlijnen te duiden. Een beschrijving van de optimale verdeling van het laagdynamische areaal over de verschillende hoogteklassen is niet beschikbaar. Een dergelijke optimale verdeling heeft niet alleen te maken met de foerageerduur en de vestigingsmogelijkheden van bodemdieren, maar ook met de daadwerkelijke aanwezigheid van bodemdieren. In de laaggelegen laagdynamische gebieden speelt de predatiedruk tijdens hoogwater, door vissen, garnalen en krabben waarschijnlijk mede een rol in de aanwezigheid van bodemdieren. In de hooggelegen zones spelen het beperkte voedselaanbod (slechts kortdurend overstroomd) en de drainage van het sediment (met alle bijbehorende beperkende omstandigheden, waaronder zuurstoftekorten en hogere temperaturen) waarschijnlijk een rol bij de aanwezigheid van bodemdieren. Omdat de optimale verdeling van het laagdynamische areaal over de verschillende hoogteklassen niet gekend is, is het ook nog niet mogelijk om een waarde toe te kennen aan de veranderingen die zijn opgetreden.

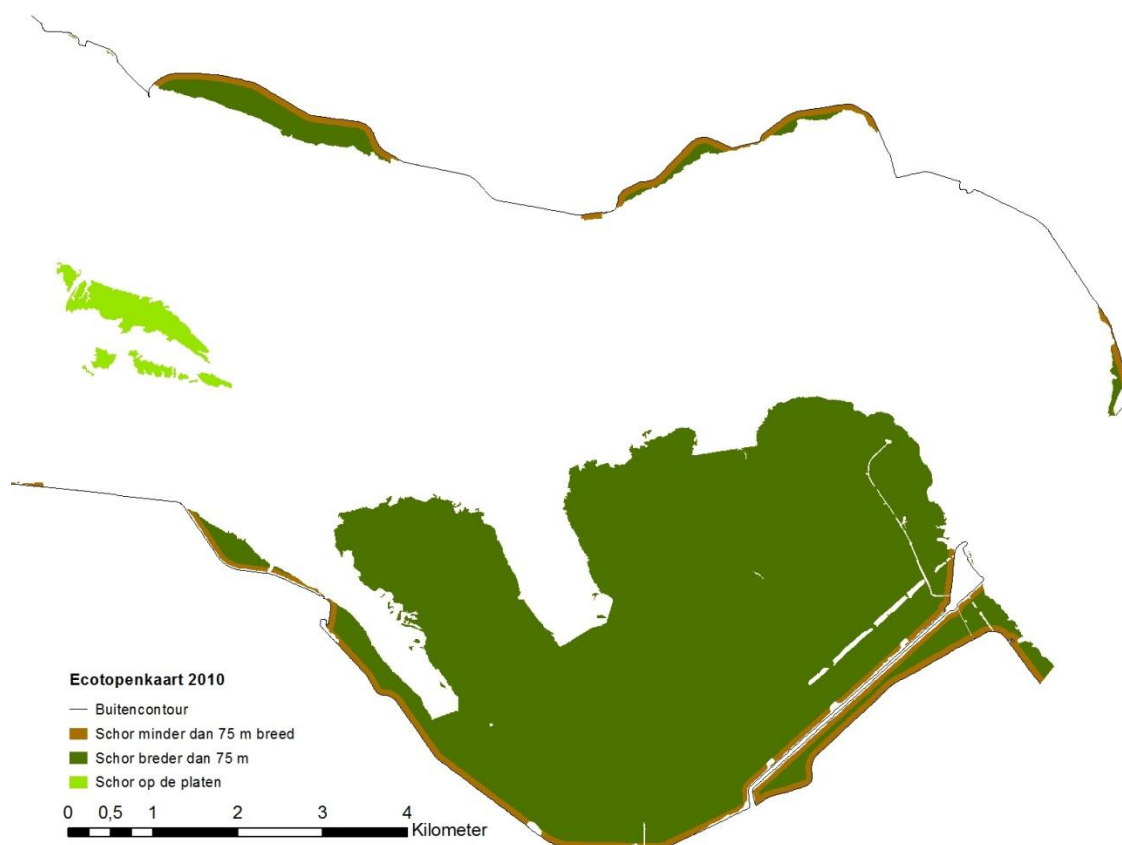
4.6 BREEDTE SCHORHABITAT

Voor het goed functioneren van het schorhabitat is er een minimale breedte nodig, zodat de verschillende kenmerkende onderdelen van het habitat, zoals de verschillende hoogte- en vegetatiezones, maar ook kreken en prielen naast elkaar kunnen bestaan. Voor het Schelde-estuarium wordt aangenomen wordt dat de minimale breedte van een schor 75 tot 100 m is. Deze waarde is ontleend aan waarnemingen aan de Zeeschelde en toegepast op de Westerschelde (benoemd tijdens een overleg d.d. 22 januari 2013¹). Bij deze breedte is er voldoende ruimte voor de aanwezigheid van een kreek. Schorren die smaller zijn dan 75-100 m tonen een steiler profiel en zijn vaak onderhevig aan erosieprocessen. Voor de Westerschelde is een nadere onderbouwing van de minimumbreedte voor aanwezigheid van kreken, de verschillende hoogtezones en pionierschor gewenst.

Voor de analyses zijn uit de ecotopenkaarten van de Westerschelde en de Zeeschelde de buitencontour bepaald. De buitencontour is gebruikt om zones met een breedte van 75 m te berekenen. De schorren (inclusief het pionierschor) zijn samengevoegd tot afzonderlijke bestanden, waarbij de platen een aparte markering hebben gekregen. Daarna is het oppervlak bepaald van de verschillende gebieden: schor smaller dan 75 m, schor breder dan 75 m en het schor op de platen.

Figuur 30 toont een kaart van de schorbreedte, waarin schor en pionierschor is gecombineerd tot één schorklasse. In deze kaart zijn de schorren binnen een bereik 75 m van de teen van de dijk (de buitencontour van de ecotopenkaart) afwijkend gemarkeerd, evenals de schorren op de platen. De kaart laat de omgeving van het Land van Saeftinghe zien, met de schorren op de Plaat van Walsoorden (lichte tint groen), de schorren van Waarde en schorren bij Bath. De arealen per saliniteitszone van het schor + pionierschor smaller en breder dan 75 m breed zijn, evenals het areaal schor op de platen is weergegeven in tabel 12.

¹ Bespreking voor de evaluatie T2009 te Rotterdam, waarbij aanwezig K. Beirinckx, D. de Jong, H. Holzhauer, F. Roose, G. Spronk, T. van der Laan, J. Cleveringa, A. Van Braeckel.



Figuur 30 Kaart van de schorren en het pionierschor in de Westerschelde in 2010 in de omgeving van het land van Saeftinghe.

Tabel 12 Arealen (in ha) van schor en pionierschor in de Westerschelde.

Westerschelde totaal	1996	2001	2004	2008	2010
Schor	2.812	2.908	2.848	3.156	3.053
Platen					
Waarvan pionierschor op de platen	22	111	58	282	135
Waarvan schor op de platen	2	6	7	65	161
Oever					
Waarvan pionierschor op de oever	119	101	133	126	76
Waarvan schor op de oever	2.669	2.690	2.649	2.682	2.681
Waarvan breder dan 75 m	2.501	2.498	2.493	2.519	2.483
Percentage breder dan 75 m t.o.v. totaal oeverareaal	93,7%	92,9%	94,1%	93,9%	92,6%

Tabel 13 Arealen (in ha) van schor en pionierschor in de polyhalie zone van de Westerschelde.

Polyhalien	1996	2001	2004	2008	2010
Schor	185	244	233	431	387
1 Platen					

Waarvan pionierschor op de platen	3	58	39	205	103
Waarvan schor op de platen	0	2	4	39	121
2 Oever					
Waarvan pionierschor op de oever	60	63	66	48	32
Waarvan schor op de oever	122	121	124	139	132
Waarvan breder dan 75 m	95	95	99	97	79
Percentage breder dan 75 m t.o.v. totaal oeverareaal	77,9%	78,8%	80,0%	70,1%	59,7%

Tabel 14 Arealen (in ha) van schor en pionierschor in de mesohaliene zone van de Westerschelde.

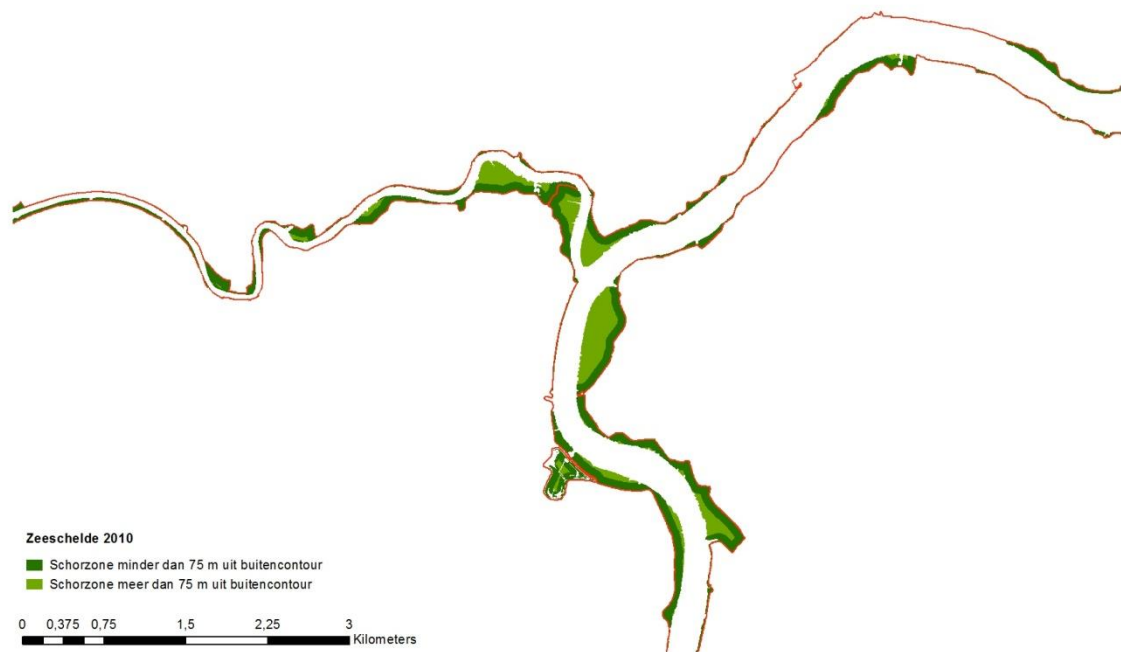
Mesohalien	1996	2001	2004	2008	2010
Schor	2.626	2.663	2.615	2.724	2.665
3 Platen					
Waarvan pionierschor op de platen	19	53	20	77	32
Waarvan schor op de platen	2	4	4	26	40
4 Oever					
Waarvan pionierschor op de oever	59	38	67	78	45
Waarvan schor op de oever	2.546	2.568	2.525	2.543	2.548
Waarvan breder dan 75 m	2.406	2.402	2.394	2.421	2.404
Percentage breder dan 75 m t.o.v. totaal oeverareaal	94,5%	93,5%	94,8%	95,2%	94,3%

In tabel 12 is zichtbaar dat het totale areaal schor is toegenomen in 2010 ten opzichte van 1996, zoals eerder in dit hoofdstuk ook is vastgesteld. Deze toename is zichtbaar in de polyhaliene zone (tabel 13) en in de mesohalienezone (tabel 14). In de polyhaliene zone wordt een belangrijk deel van het schor- en pionierschorareaal aangetroffen op de Hooge platen. De toename van het schorareaal heeft geheel op de platen plaatsgevonden. Deze toename is groter geweest dan de afname van het schor – en pionierschorareaal langs de oevers. Het schorareaal langs de oevers van de polyhaliene zone is tegenwoordig beduidend kleiner dan dat op de platen. Langs de oevers is het areaal ongeveer evenredig verdeeld over gebieden breder dan 75 m en gebieden smaller dan 75 m.

Deze analyse is ook uitgevoerd voor de Zeeschelde (zie figuur 31). Omdat in de Zeeschelde geen plaatcomplexen aanwezig zijn, is het onderscheid dat in de Westerschelde is gemaakt naar schorren op platen achterwege gelaten. In tabel 15 zijn de resultaten opgenomen. Naarmate de getijrivier smaller wordt, neemt het percentage schorren dat smaller is dan 75 m toe.

Tabel 15 Arealen (in ha) van schor en pionierschor in verschillende deelgebieden van de Zeeschelde.

	2001	2010
2. Mesohalien Zeeschelde (zone 9)		
Totaal areaal Schor	64	25
Areaal schor en pionierschor langs de oevers breder dan 75 m	54	14
Waarvan areaal schor en pionierschor smaller dan 75 m	11	11
<i>Percentage breder dan 75 m t.o.v. totaal schorareaal</i>	83%	56%
3. Sterke saliniteitsgradient (zone 10 t/m12)		
Totaal areaal Schor	105	115
Areaal schor en pionierschor langs de oevers breder dan 75 m	21	25
Waarvan areaal schor en pionierschor smaller dan 75 m	84	90
<i>Percentage breder dan 75 m t.o.v. totaal schorareaal</i>	20%	22%
4. Oligohalien (zone 13,14)		
Totaal areaal Schor	114	111
Areaal schor en pionierschor langs de oevers breder dan 75 m	22	21
Waarvan areaal schor en pionierschor smaller dan 75 m	92	90
<i>Percentage breder dan 75 m t.o.v. totaal schorareaal</i>	19%	19%
5. Zoet verblijftijd lang (zone 15,16)		
Totaal areaal Schor	187	193
Areaal schor en pionierschor langs de oevers breder dan 75 m	65	66
Waarvan areaal schor en pionierschor smaller dan 75 m	122	127
<i>Smal/breed schor en pionierschor</i>	35%	34%
6. Zoet verblijftijd kort (zone17 t/ 19)		
Totaal areaal Schor	69	89
Areaal schor en pionierschor langs de oevers breder dan 75 m	5	7
Waarvan areaal schor en pionierschor smaller dan 75 m	64	82
<i>Smal/breed schor en pionierschor</i>	7%	8%
7. Zijrivieren Rupel en Durme		
Totaal areaal Schor	121	124
Areaal schor en pionierschor langs de oevers breder dan 75 m	15	15
Waarvan areaal schor en pionierschor smaller dan 75 m	105	108
<i>Smal/breed schor en pionierschor</i>	13%	12%

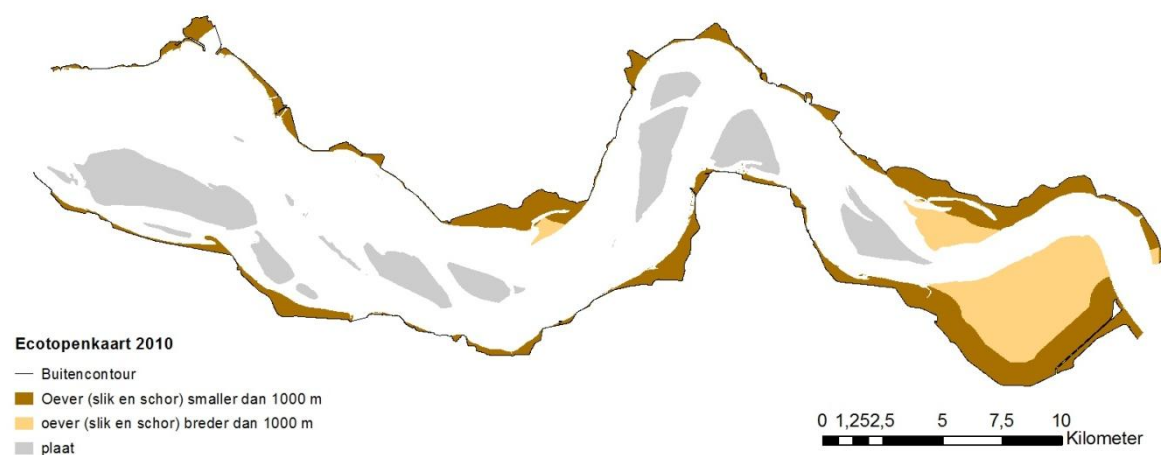


Figuur 31 Deel van de Boven-Zeeschelde, bij de aftakking van de Durme, waarin de brede en smalle schorren zijn aangegeven.

4.7 OEVERBREEDTE

Voor dynamiek van het schor is een voldoende brede oever vereist tot aan de laagwaterlijn. Schordynamiek bestaat uit het de vestiging van pioniervegetatie op een hooggelegen slik, de ontwikkeling daarvan tot een schor en de geleidelijke erosie van het schor door (klif)erosie. De voldoende brede oever is noodzakelijk voor de sedimentatie op het slik, zodanig dat de vestiging van pioniervegetatie mogelijk is en voor verdere ontwikkeling van het schor. De vereiste oeverbreedte is voor de Westerschelde 1000 m, voor de Boven Zeeschelde (tot Wintam) 300 m en voor de rest van Schelderivier en zijrivieren 230 m (deze laatste twee waarden zijn ontleend aan de KRW en benoemd tijdens het overleg d.d. 22 januari 2013). Overigens is op basis van ervaring bekend dat lokaal de vereiste breedte in de Westerschelde voor schordynamiek kleiner kan zijn dan 1000 m, indien de omstandigheden ter plaatse gunstig zijn. Dit is bijvoorbeeld het geval bij Paulinaschor, waar de aanwezigheid van een lange dam zorgt voor voldoende luwte, zodat nieuwvorming van schor op het slik voor het bestaande schor kan plaatsvinden.

Bij de analyse van de oeverbreedte is bij de Westerschelde alleen gekeken naar de slikken en de schorren die grenzen aan de oever. De plaatcomplexen zijn buiten deze analyse gehouden. Figuur 32 laat voor de Westerschelde zien welke delen zijn beschouwd als oever en welke delen daarvan breder dan wel smaller zijn dan 1000m. Vooral het Land van Saeftinghe en de Plaat van Valkenisse (die tegenwoordig met de oever is verbonden en dus als onderdeel van de oever en niet als plaat is beschouwd) dragen bij aan de aanwezig van oevers die breder zijn dan 1 km. In tabel 16 zijn de resultaten van de analyse opgenomen. Afgezien van het Land van Saeftinghe en de Plaat van Valkenisse, zijn er weinig oevers die breder zijn dan 1 km.



Figuur 32 Kaart van de Westerschelde met de brede en smalle oevers.

Tabel 16 Arealen (in ha) van de oever in de Westerschelde.

Westerschelde totaal	1996	2001	2004	2008	2010
Droogvallende delen (slik, plaat en schor)	11.042	10.880	10.702	10.763	10.749
Droogvallende platen	4.891	4.685	4.150	4.031	3.976
Oever (droogvallende delen: slik en schor)	6.151	6.194	6.551	6.732	6.772
Oever smaller dan 1000 m	4.036	4.082	4.132	4.218	4.256
Oever breder dan 1000 m	2.115	2.112	2.419	2.514	2.517
Percentage breder dan 1000 m t.o.v. totaal oeverareaal	34,4%	34,1%	36,9%	37,3%	37,2%

De ontwikkelingen per saliniteitszone staan in tabel 17 en tabel 18. In de polyhaliene zone vindt de belangrijke uitbreiding van het areaal langs de oevers plaats van 2004 naar 2008, door de aanhechting van de Plaat van Baarland aan de oever. In de mesohaliene zone vindt aanhechting van de Plaat van Valkenisse aan de oever plaats van 2001 naar 2004, en daarbij neemt het areaal aan de oever toe. De belangrijkste brede oevergebieden liggen in het oosten van de Westerschelde. In de mesohaliene zone is het areaal oever breder dan 1000 m dan ook beduidend groter dan in de polyhaliene zone.

Tabel 17 Arealen (in ha) van de oever in de polyhaliene zone.

Polyhalien	1996	2001	2004	2008	2010
Droogvallende delen (slik, plaat en schor)	5.766	5.641	5.491	5.531	5.519
Droogvallende platen	3.885	3.747	3.669	3.565	3.524
Oever (droogvallende delen: slik en schor)	1.881	1.894	1.822	1.965	1.995
Oever smaller dan 1000 m	1.870	1.887	1.822	1.891	1.928
Oever breder dan 1000 m	11	7	0	75	67
Percentage breder dan 1000 m t.o.v. totaal oeverareaal	0,6%	0,4%	0,0%	3,8%	3,4%

Tabel 18 Arealen (in ha) van de oever in de mesohaliene zone.

Mesohalien	1996	2001	2004	2008	2010
Droogvallende delen (slik, plaat en schor)	5.277	5.238	5.211	5.232	5.230
Droogvallende platen	1.006	938	481	466	452
Oever (droogvallende delen: slik en schor)	4.271	4.300	4.729	4.766	4.778
Oever smaller dan 1000 m	2.167	2.195	2.310	2.327	2.328
Oever breder dan 1000 m	2.104	2.105	2.419	2.439	2.450
Percentage breder dan 1000 m t.o.v. totaal oeverareaal	49,3%	48,9%	51,2%	51,2%	51,3%

In de Zeeschelde is voor de OMES-segmenten 10 tot en met 13 een oeverbreedte van 300 m gehanteerd en voor de OMES segmenten 14 tot en met 19 en de zijrivieren is 230 m gehanteerd. De resultaten van deze analyse zijn opgenomen in tabel 19. Ook voor de oeverbreedte geldt dat naarmate de getijrivier smaller wordt, het percentage brede oevers afneemt, omdat daar geen ruimte voor is.

Tabel 19 Arealen (in ha) van de oever in verschillende deelgebieden van de Zeeschelde.

	2001	2010
2. Mesohalien Zeeschelde (zone 9)		
Areaal oever	275	274
Waarvan areaal oever breder dan 300 m	94	93
Waarvan areaal oever smaller dan 300 m	180	181
Percentage breder dan 300 m t.o.v. totaal oeverareaal	34%	34%
3. Sterke saliniteitsgradient (zone 10 t/m12)		
Areaal oever	383	391
Waarvan areaal oever breder dan 300 m	14	10
Waarvan areaal oever smaller dan 300 m	370	380
Percentage breder dan 300 m t.o.v. totaal oeverareaal	4%	3%
4. Oligohalien -zone 13		
5 Areaal oever	6 104	7 78
8 Waarvan areaal oever breder dan 300 m	9 0	10 0
11 Waarvan areaal oever smaller dan 300 m	12 104	13 78
14 Percentage breder dan 300 m t.o.v. totaal oeverareaal	0%	15 0%

	2001	2010
4. Oligohalien - zone 14		
Areaal oever	160	160
Waarvan areaal oever breder dan 230 m	1	1
Waarvan areaal oever smaller dan 230 m	159	159
Percentage breder dan 230 m t.o.v. totaal oeverareaal	1%	1%
5. Zoet verblijftijd lang (zone 15,16)		
Areaal oever	271	270
Waarvan areaal oever breder dan 230 m	3	3
Waarvan areaal oever smaller dan 230 m	269	267
Percentage breder dan 230 m t.o.v. totaal oeverareaal	1%	1%
6. Zoet verblijftijd kort (zone 17 t/ 19)		
Areaal oever	130	155
Waarvan areaal oever breder dan 230 m	0	0
Waarvan areaal oever smaller dan 230 m	130	155
Percentage breder dan 230 m t.o.v. totaal oeverareaal	0%	0%
7. Zijrivieren Rupel en Durme		
Areaal oever	218	235
Waarvan areaal oever breder dan 230 m	0	0
Waarvan areaal oever smaller dan 230 m	218	235
Percentage breder dan 230 m t.o.v. totaal oeverareaal	0%	0%

5

Turnover

5.1 INLEIDING

Estuaria doorlopen steeds een cyclus van ontwikkeling en degeneratie en het bestaan van habitats wordt bepaald door een dynamische wisselwerking van processen die geassocieerd zijn met de accumulatie en erosie van sedimenten. Sedimentatie of erosie op plaat- en slikgebieden leidt tot het ophogen resp. verlagen ervan en zijn daarmee belangrijke factoren voor de ecologische processen. Daarnaast kan er ook verandering zijn van de mate van bodembeweging door stroming en/of golven (dynamiek) zonder dat dit merkbaar is als bodemhoogteverandering, terwijl dit wel de aanwezige leefgemeenschappen kan beïnvloeden.

Habitat turn-over is de omzetting van het ene habitat naar het andere op een specifieke locatie over een bepaalde tijdsperiode. Dit geeft inzicht in de vraag of er een evenwicht is tussen de afbrekende en opbouwende processen in het estuarium. In een gezond en dynamisch estuarien systeem is er sprake van een zekere mate van habitat turn-over, maar er moet ook sprake zijn van stabiliteit van het habitat op een locatie.

Bij de beoordeling wordt gekeken worden naar systematische verandering van het habitat op een locatie. Systematische veranderingen kunnen een lokaal fenomeen zijn, maar kunnen ook worden gestuurd door fysische krachten op de macro- en megaschaal. Een hoge mate van habitat turn-over over een korte tijdsperiode is nadelig voor de vestiging en ontwikkeling van de meeste bodemdiergemeenschappen en van de vegetatieontwikkeling.

5.2 WESTERSCHELDE

Voor de Westerschelde is een serie van zes ecotopenkaarten beschikbaar voor de analyse van de habitat turnover. De tijdsduur tussen de ecotopenkaart verschilt. Dat betekent dat de veranderingen van de ecotopenkaarten van 1996 en 2001 zich over een periode van 5 jaar hebben afgespeeld, terwijl de veranderingen in de ecotopenkaarten van 2008 en 2010 in een bestek van 2 jaar hebben plaatsgevonden. In die periode van vijf jaar kunnen zich allerhande ontwikkelingen hebben voorgedaan die niet zijn geregistreerd, als de veranderingen na 5 jaar weer terug bij af zijn. Dat geldt met name voor veranderingen van hoog- naar laagdynamisch en omgekeerd. Een onderlinge kwantitatieve vergelijking van deze (mate en snelheid van) veranderingen tussen de verschillende perioden is daarom niet mogelijk. Voor intrinsiek tragere ontwikkelingen, zoals schorontwikkeling, is dit wel mogelijk.

De veranderingen van ecotopenkaart op ecotopenkaart zijn in de bijlage 3 in tabel 42 tot en met tabel 45 opgenomen. Voor de Westerschelde zijn een aantal aspecten van de habitat turnover nader geanalyseerd:

- Stabiël areaal;
- Mate van veranderingen;
- Uitwisseling Sublitoraal met litorale en supralitorale ecotopen;
- Laagdynamisch;

- Hoogdynamisch;
- Schor & Pionierschor;

In de volgende paragrafen worden de aspecten van de Habitat turnover uitgewerkt.

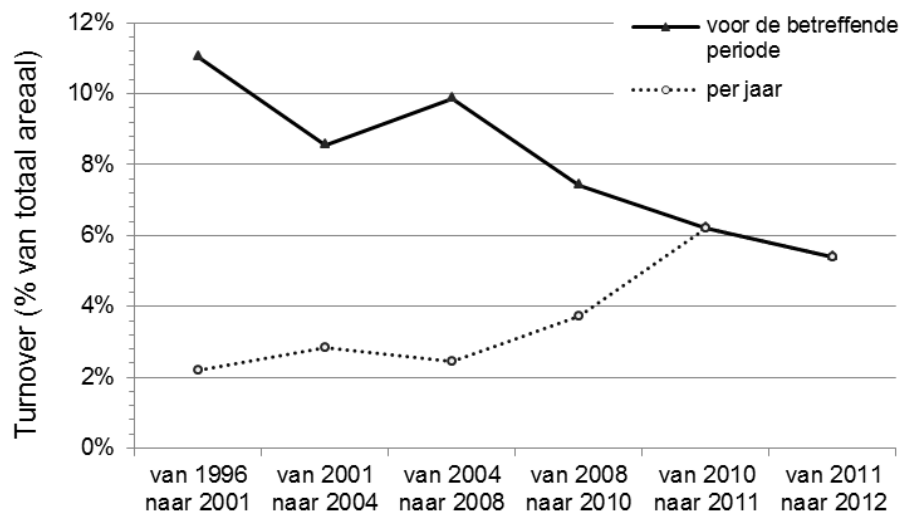
5.2.1 STABIEL AREAAL

In de kaart in figuur 34 is aangegeven welk areaal is overgegaan in een andere ecotoop in de periode van 1996-2012. Van het areaal dat niet is overgegaan in een ander ecotoop is de klasse aangegeven. In een oogopslag is zichtbaar dat het blauw van het hoogdynamisch sublitoraal de kaart domineert, dit is niet van ecotopen klasse veranderd in deze periode. Verder is de aanwezigheid van schor op het Land van Saeftinghe een constante factor. De plekken waar de meeste veranderingen hebben plaatsgevonden zijn de plaatcomplexen en in minder mate de randen van de slikken. De omvang van de veranderingen is aangegeven in tabel 20. Het gebied dat veranderd is, maakt een relatief klein deel uit van de totale Westerschelde. De relatieve omvang van de veranderingen is het kleinst in de polyhalie zone, waarschijnlijk omdat de omvang van het sublitorale areaal daar relatief groot is.

Tabel 20 Areaal waarvan het ecotoop wel of niet is veranderd in de periode van 1996-2012, voor de Westerschelde als geheel en voor de twee zones.

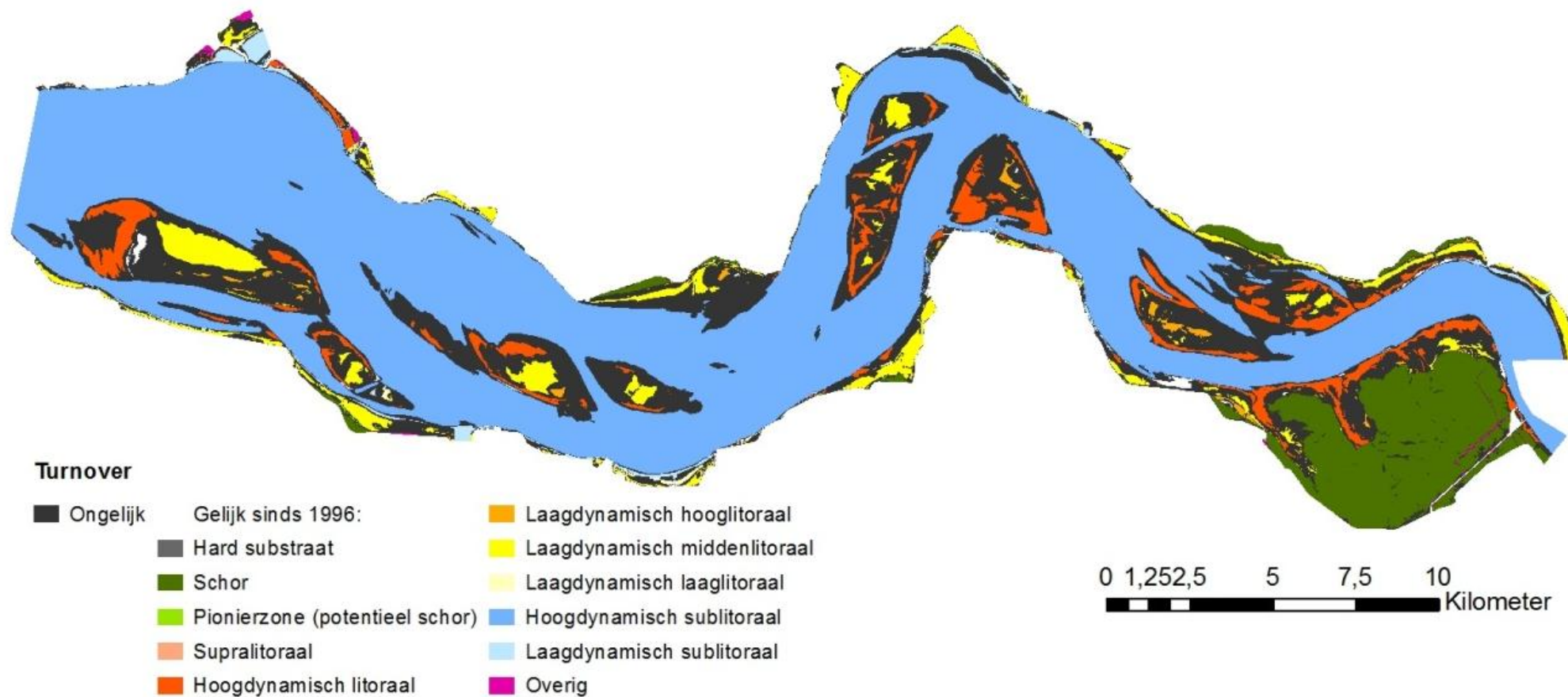
	Polyhalien	Mesohalien	Totaal
Onveranderd	17.590	6.137	23.727
Veranderd	4.794	2.199	6.993
Veranderd als percentage van het totale areaal	21,4%	26,4%	22,8%

In de grafiek in figuur 33 is aangegeven hoeveel van het totale areaal in de Westerschelde aan verandering onderhevig is van ecotopenkaart op ecotopenkaart. Die waarde ("voor de periode" in figuur 33) vertoont grote schommelingen en een afname. De waarde die daar aan kan worden toegekend is beperkt, omdat de periode tussen de ecotopenkaarten verschilt. De grootste veranderingen hebben plaatsgevonden over de langste periode en dat is een logisch verschil. Na delen door die periode worden de verschillen kleiner en lijkt sprake te zijn van een toename. Hier staat 'lijkt sprake te zijn van een toename', omdat het vergelijken van de waarden niet mag zonder kennis te hebben van de omzettingssnelheid. Misschien worden simpelweg meer veranderingen gesignaleerd als er frequenter wordt geobserveerd. Analyse van de ecotopenkaarten tot en met 2012 kan hiervoor enige aanvullende informatie opleveren, omdat de serie 2008-2010-2012 twee periodes van twee jaar omvat. De serie 2010-2011-2012 omvat twee periodes van een jaar. Dat zou een beeld kunnen geven van de invloed van de lengte van de meetperiode.



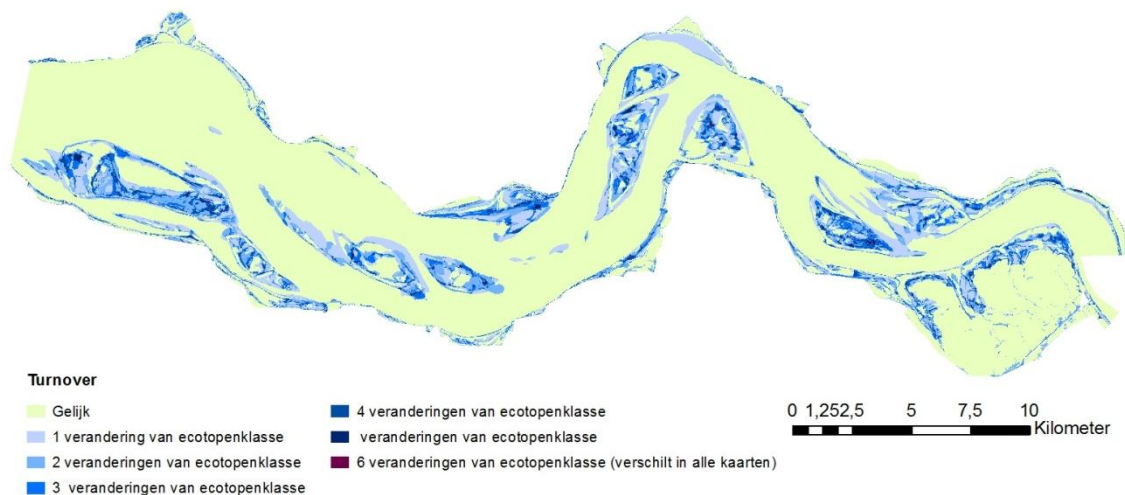
Figuur 33 Grafiek met het percentage veranderd areaal in de gehele Westerschelde, tussen de opeenvolgende ecotopenkaarten (voor de betreffende periode) en gedeeld door de periode (per jaar).

Figuur 34 Ecotopenkaart 1996 met gemarkeerd (Ongelijk) de gebieden waarvan het ecotoop is gewijzigd in de periode van 1996-2012 .,



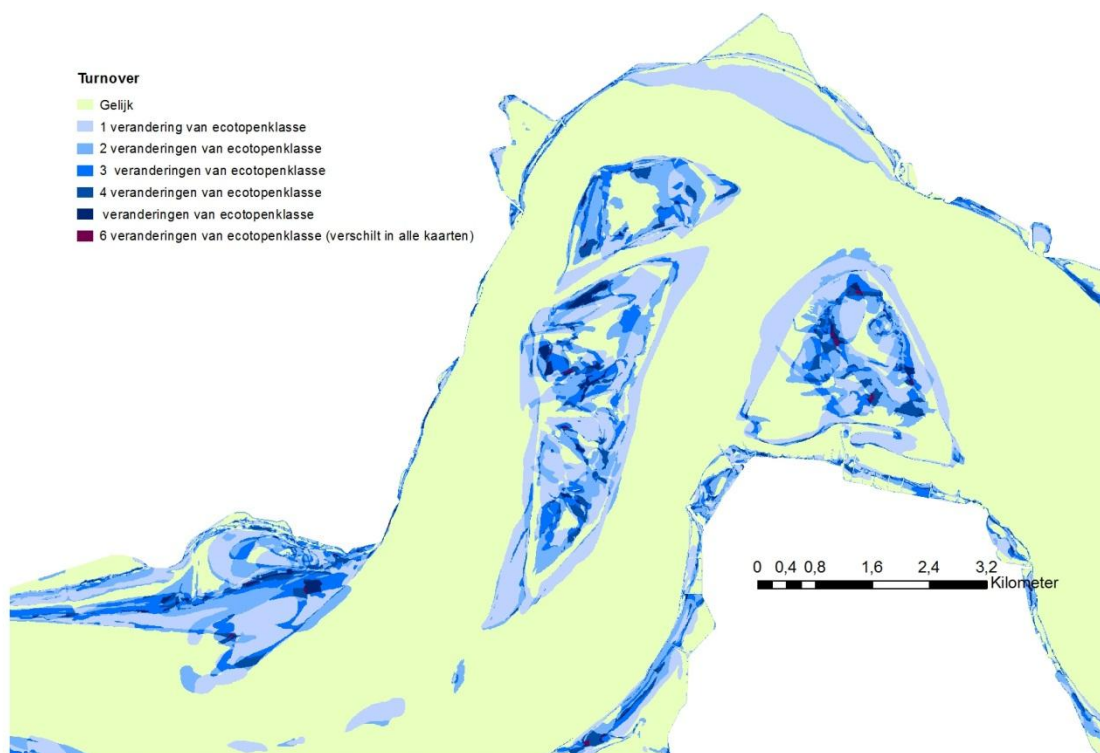
5.2.2 MATE VAN VERANDERINGEN

Figuur 35 is een kaart waarin is aangegeven hoe vaak een gebied van ecotopenklasse is veranderd. De morfologie van de Westerschelde is nog steeds duidelijk afleesbaar in deze afgeleide kaart, omdat de hoofd – en nevengeul en het Land van Saeftinghe voornamelijk langs de randen van ecotopenklasse veranderen. De meeste veranderingen vinden plaats op de plaatcomplexen en langs de randen van de slikken.



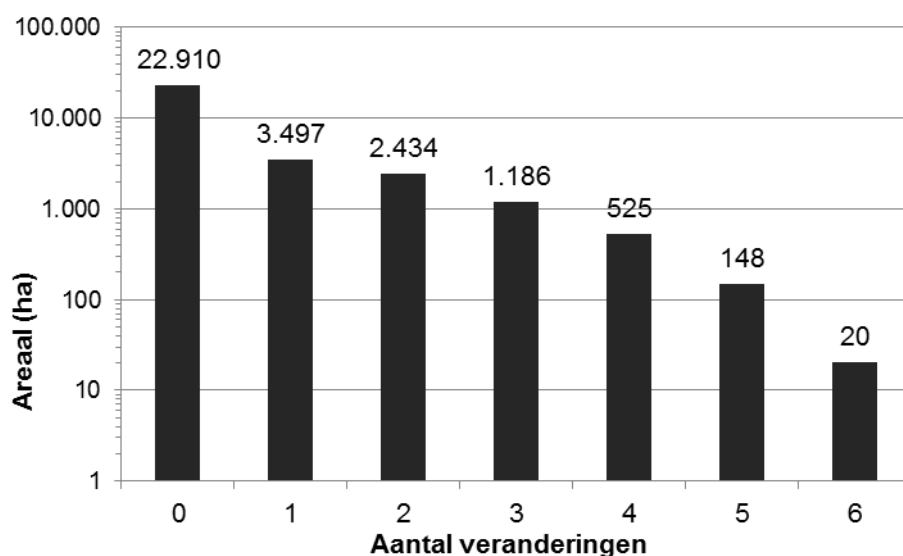
Figuur 35 Turnoverkaart waarin aangegeven hoe vaak een gebied van ecotopenklasse is veranderd in de periode 1996-2012.

In detail in figuur 36 is zichtbaar dat op de platen sprake is van een complex patroon van veranderingen. Over het algemeen zijn het de centrale delen van de platen waar door de jaren heen laagdynamisch middelhooggelegen areaal aanwezig is. Dat is in de detailkaart het geval op de Molenplaat. Aan de westzijde van de Plaat van Ossensisse is een onveranderlijk gebied dat altijd een hoogdynamisch karakter heeft gehad. Langs de randen van platen slikken is de frequentie van veranderingen vaak groot, zowel omdat daar omzetting naar en van sublitoraal kan plaatsvinden, als vanwege de veranderingen in hoogte binnen het laagdynamische areaal en vanwege omzetten van laag- naar hoogdynamisch areaal en vice versa.



Figuur 36 Detail van turnoverkaart waarin aangegeven hoe vaak een gebied van ecotopenklasse is veranderd

Het gesommeerde areaal voor alle gebieden zonder verandering en met een tot en met zes veranderingen is weergegeven in figuur 37. De belangrijkste informatie in deze grafiek is dat het areaal zeer veranderlijke gebieden met vier tot zes veranderingen in de ecotopenkaarten in absolute en relatieve zin beperkt is. Van alle veranderde gebieden maken deze gebieden 8,9% uit. Veel verandering is niet de norm in de Westerschelde. Gebieden die één keer veranderd zijn maken 44,8% uit van het totale veranderde areaal, gebieden die twee keer van ecotopenklasse zijn veranderd 31,2% en gebieden die drie keer zijn veranderd 15,2%.



Figuur 37 Grafiek met het areaal van het veranderde gebied; 0 = nooit veranderd; 6 in elke ecotopenkaart een andere klasse.

5.2.3 UITWISSELING SUBLITORAAL EN ANDERE KLASSEN

In tabel 21 staat het areaal sublitoraal (hoog- en laagdynamisch gecombineerd), oftewel geul. Het grootste deel van het areaal sublitoraal is niet veranderd in de periode van 1996 tot 2010. Het areaal dat van wat anders naar geul is veranderd bedraagt ten hoogste 4,2% van het totale areaal, dat was van 1996 naar 2001. Er verandert ook areaal van geul naar wat anders.

Tot 2004 verandert meer areaal naar geul dan omgekeerd (zie hoofdstuk 3 voor de beschrijving van de overall toename van het areaal sublitoraal). Na 2004 is de turnover van het areaal geul in balans er komt dan ongeveer evenveel bij als er van af gaat.

Tabel 21 Areaal hoog- en laagdynamisch sublitoraal waarvan het ecotoop wel of niet is veranderd in de periode van 1996-2010.

	van 1996 naar 2001	van 2001 naar 2004	van 2004 naar 2008	van 2008 naar 2010
Onveranderd geul (ha)	19.017	19.444	19.423	19.600
Van wat anders naar geul (ha)	824	575	534	371
	4,2%	2,9%	2,7%	1,9%
Van geul naar wat anders (ha)	661	397	595	357
	3,4%	2,0%	3,0%	1,8%

De ecologische implicaties van deze veranderingen zijn gelegen in de afname van het areaal litoraal, schor en andere droogvallende delen van de Westerschelde. Dat betekent dat minder areaal aanwezig is, dat in potentie beschikbaar is voor de vorming van pionier(schor) en voor het foerageren door steltlopers.

5.2.4 LAAGDYNAMISCH

Tabel 22 geeft het areaal laagdynamisch areaal, waarbij een onderscheid is gemaakt in areaal dat in alle kaarten laagdynamisch litoraal in dezelfde hoogteklaas is ('nooit veranderd'), dat in de betreffende twee kaarten dezelfde laagdynamische litorale kenmerken heeft. Een verandering van de hoogteklaas van het laagdynamische areaal telt dus ook als een verandering.

Minder dan 50% van het areaal laagdynamisch heeft in het geheel geen verandering van ecotopenklassen doorgemaakt van kaart op kaart². 70 tot 80% van het areaal laagdynamisch is niet veranderd van kaart naar kaart.

Tabel 22 Areaal laagdynamisch litoraal waarvan het ecotoop wel of niet is veranderd in de periode van 1996-2010.

Laagdynamisch litoraal	van 1996 naar 2001	van 2001 naar 2004	van 2004 naar 2008	van 2008 naar 2010
Nooit veranderd 1996-2010	1.543			
Niet veranderd tijdens de periode	1.116	1.411	1.174	1.358
Niet & Nooit veranderd	2.659	2.954	2.717	2.901
Als % van oppervlak	73,4%	81,8%	70,5%	84,3%
In beginjaar	1996	2001	2004	2008
Totaal laagdynamisch	3.624	3.613	3.852	3.442

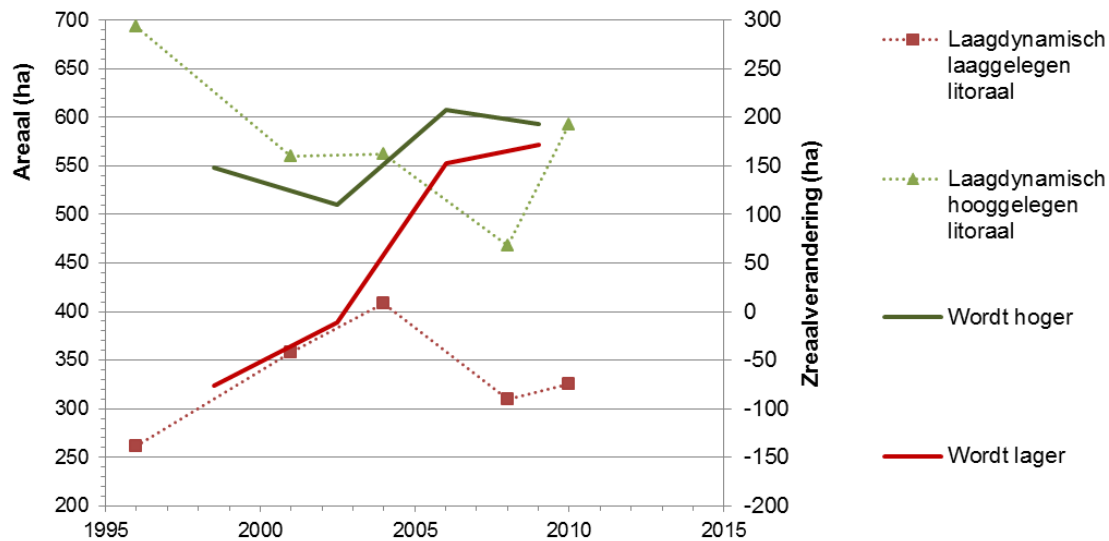
In tabel 23 zijn de veranderingen in het areaal laagdynamisch nader uitgewerkt. De ontwikkelingen staan hier gegroepeerd in 'wordt hoger' en 'wordt lager'. Dit is grafisch samengevat in figuur 38. In de eerste twee perioden heeft het areaal dat een hoogte afname inhoudt de overhand, terwijl dat in de twee perioden daarop

² In de periode tussen de opnamen kan wel een wijziging van de ecotopenklasse hebben plaatsgevonden, gevolgd door een verandering terug naar de oorspronkelijke laag dynamische klasse.

omgekeerd is. De veranderingen in het totale areaal (figuur 38) houden geen gelijke tred met deze veranderingen, omdat ook andere overgang de ontwikkelingen van het totale areaal beïnvloeden.

Tabel 23 Opeenvolging in het areaal laagdynamisch litoraal: Hoe is het ecotoop veranderd in de periode van 1996-2010.

	van	naar	van 1996 naar 2001	van 2001 naar 2004	van 2004 naar 2008	van 2008 naar 2010
Wordt hoger	16 Laagdynamisch laaglitoraal	17 Laagdynamisch middenlitoraal	47,4	41,2	54,6	47,6
	18 Laagdynamisch laaglitoraal	19 Laagdynamisch hooglitoraal		0,0		
	20 Laagdynamisch laaglitoraal	21 Laagdynamisch supralitoraal	0,1	0,4	0,1	0,2
	22 Laagdynamisch middenlitoraal	23 Laagdynamisch hooglitoraal	59,5	44,1	113,6	109,9
	24 Laagdynamisch middenlitoraal	25 Laagdynamisch supralitoraal	2,9	2,0	1,6	2,0
	26 Laagdynamisch hooglitoraal	27 Laagdynamisch supralitoraal	38,8	22,7	37,7	32,8
	28 Totaal		148,7	110,3	207,7	192,6
Wordt lager	29 Laagdynamisch middenlitoraal	30 Laagdynamisch laaglitoraal	57,3	48,6	26,9	7,5
	31 Laagdynamisch hooglitoraal	32 Laagdynamisch laaglitoraal	0,0		0,0	
	33 Laagdynamisch hooglitoraal	34 Laagdynamisch middenlitoraal	106,3	44,0	14,4	8,8
	35 Laagdynamisch supralitoraal	36 Laagdynamisch laaglitoraal	0,3	0,3	0,1	0,1
	37 Laagdynamisch supralitoraal	38 Laagdynamisch middenlitoraal	13,0	3,1	1,2	0,4
	39 Laagdynamisch supralitoraal	40 Laagdynamisch hooglitoraal	48,0	25,4	12,5	4,1
	41 Totaal		225,0	121,4	55,1	20,9
42 Verschil			-76,3	-11,1	152,6	171,7



Figuur 38 Grafiek met het areaal hoog- en laaggelegen laagdynamisch litoraal en het hoger, dan wel lager wordende areaal in de periode van 1996-2010.

De veronderstelde stabiliteit van het laagdynamische habitat dat niet of nooit is veranderd, betekent dat deze gebieden waarschijnlijk aantrekkelijk zijn voor de blijvende vestiging van bodemdieren. Deze gebieden zijn niet alleen laagdynamisch (en hebben dus een beperkte mobiliteit van de bodem), maar ze zijn dat gedurende een lange periode. De aanwezige bodemdieren zullen naar verwachting in deze gebieden niet verstoord of gedood worden door overmatige bedekking met sediment of wegspoelen van het sediment.

5.2.5 HOOGDYNAMISCH

In tabel 24 staan de arealen van het hoogdynamisch litoraal waarvan de ecotopenkaarten wel of niet verschillen in de periode van 1996 tot 2010. Ruwweg een derde van het areaal hoogdynamisch litoraal blijft in alle ecotopenkaarten hetzelfde ('Nooit veranderd 1996-2010'). En een derde is niet veranderd in de opeenvolgende ecotopenkaarten. Daarmee is 70 tot 80% van het areaal hoogdynamisch in de opeenvolgende ecotopenkaarten op dezelfde locaties aanwezig.

Tabel 24 Areaal hoogdynamisch litoraal waarvan het ecotoop wel of niet is veranderd in de periode van 1996-2010.

Hoogdynamisch litoraal	van 1996 naar 2001	van 2001 naar 2004	van 2004 naar 2008	van 2008 naar 2010
Nooit veranderd 1996-2010	1.449			
Niet veranderd tijdens de periode	1.336	1.382	1.264	1.433
Niet & Nooit veranderd	2.785	2.830	2.713	2.882
Als % van oppervlak	71,8%	75,6%	78,6%	78,8%
In	1996	2001	2004	2008
Totaal hoogdynamisch	3.881	3.743	3.451	3.656

Ecologisch gezien is het waarschijnlijk minder relevant of het hoogdynamische areaal hetzelfde blijft of niet. De mogelijkheden voor de blijvende vestiging van bodemdieren in het hoogdynamische areaal zijn vanwege de beweeglijkheid van de bodem toch zeer beperkt.

5.2.6 SCHOR & PIONIERSCHOR

Tabel 25 geeft de waarden voor schor en pionierschor. Een belangrijk deel van het schor langs de oevers van de Westerschelde is daar altijd aanwezig. Het schor op het Land van Saeftinghe vormt hiervan het grootste areaal. Dit schor is onveranderlijk, in ieder geval op de tijdschaal van 1996 tot 2010. Verrassend is dat 9 ha pionierschor in deze periode van 14 jaar in alle ecotopenkaarten aanwezig is. Dat is verrassend omdat pionierschor van nature een tijdelijk habitat is, dat zoals de naam het al zegt 'pioniert'. Blijkbaar zijn in de Westerschelde gebieden die van jaar op jaar de mogelijkheden bieden voor de groei van pioniervegetatie, maar die niet de omstandigheden hebben die de verdere ontwikkeling tot schor mogelijk maken.

Tabel 25 Arealen schor en pionierschor waarvan het ecotoop wel of niet is veranderd in de periode van 1996-2010.

	van 1996 naar 2001	van 2001 naar 2004	van 2004 naar 2008	van 2008 naar 2010
Veranderd van pionierschor naar iets anders	73	132	114	250
Veranderd van schor naar iets anders	48	74	57	48
Onveranderd pionierschor voor deze periode	59	72	69	149
Onveranderd schor voor deze periode	118	117	95	195
Nooit veranderd pionierschor	9			
Nooit veranderd schor	2.505			

In tabel 26 zijn de ontwikkelingen van het schor beschreven in termen van opeenvolging. Uit de tabel wordt duidelijk dat het areaal waarin successie plaatsvindt van supralitoraal naar pionierschor of schor en van pionierschor naar schor, beduidend groter is dan het areaal waar regressie plaatsvindt. Onder deze tabel staat een verdere detaillering van de ontwikkelingen.

Tabel 26 Opeenvolging supralitoraal-schor-pionierschor.

	van 1996 naar 2001	van 2001 naar 2004	van 2004 naar 2008	van 2008 naar 2010
Successie				
Veranderd van (supra)litoraal naar pionierschor	131	61	294	34
Veranderd van (supra)litoraal naar schor	18	11	59	7
Veranderd van pionierschor naar schor	43	21	83	133
Regressie				
Veranderd van schor naar pionierschor	12	49	35	19
Veranderd van pionierschor naar (supra)litoraal	6	16	3	23
Veranderd van schor naar (supra)litoraal	6	8	2	4
Onveranderd				
Onveranderd pionierschor voor deze periode	68	68	78	158
Onveranderd schor voor deze periode	2.623	2.621	2.600	2.700
Anders				
Verlies aan pionierschor (naar overige en hard substraat)	2	1	3	6
Verlies aan schor (naar overige en hard substraat)	7	5	8	13

In tabel 27 is aangegeven in welke ecotopenklassen het pionierschor van ecotopenkaart op ecotopenkaart is overgegaan. Dit betreft dus het areaal “Veranderd van pionierschor naar iets anders” uit tabel 25. In de drie van de vier perioden wordt het grootste deel, van 53 tot 73 % van het veranderde areaal, van het pionierschor omgezet naar schor. De andere ecotopenklassen waarnaar een belangrijke deel van de omzetting heeft plaatsgevonden zijn laagdynamisch midden- en hooglitoraal en hoogdynamisch litoraal. In de periode 2001-2004 wordt het pionierschor vooral naar deze drie klassen omgezet en in mindere mate naar schor.

De verandering van pionierschor naar schor is een bekende ontwikkeling die plaatsvindt door de combinatie van vegetatieontwikkeling en sedimentatie. De omzetting van pionierschor naar litoraal is ook een logische ontwikkeling, omdat dan sprake is van tijdelijke vestiging van vegetatie op de hogere delen van de platen. Er kunnen allerlei redenen zijn waarom de vegetatie niet standhoudt, zoals een vestiging op delen die eigenlijk te laag zijn (zoals het middenlitoraal) en op delen waar de stroomsnelheden toch te hoog blijken (hoogdynamisch). De verandering naar andere klassen is dermate klein dat daar geen aparte beschrijving bij is gegeven.

Tabel 27 Overgang van pionierschor naar andere klassen tussen twee ecotopenkaarten.

	1996-2001	2001-2004	2004-2008	2008-2010
Pionierschor -> Hard substraat steen	1,3	1,0	2,7	0,5
Pionierschor -> Overig	0,2	0,2	0,1	4,4
Pionierschor -> Hoogdynamisch sublitoraal	0,2		0,2	0,0
Pionierschor -> Hard substraat veen/klei			0,3	0,7
Pionierschor -> Hoogdynamisch supralitoraal	0,5	2,3	2,0	1,3
Pionierschor -> Hoogdynamisch litoraal	6,2	22,2	7,1	13,3
Pionierschor -> Laagdynamisch supralitoraal	2,7	13,6	1,5	22,0
Pionierschor -> Laagdynamisch hooglitoraal	4,0	36,5	4,6	52,3
Pionierschor -> Laagdynamisch middenlitoraal	15,0	34,9	11,8	23,0
Pionierschor -> Schor	42,7	21,2	83,3	132,7
Totaal	73	26	114	250

Tabel 28 geeft de overgang van het areaal schor weer dat is veranderd naar een andere ecotopenklasse (het areaal “Veranderd van schor naar iets anders” uit tabel 25). Niet geheel verassend in deze overgang is de overgang naar pionierschor die met uitzondering van de periode 1996-2011 de meest omvangrijke overgang vormt. Deze veranderingen vinden plaats langs de randen van de recente ontstane schorren op de platen (Hooge platen en Plaat van Walsoorden), verspreid langs de randen van de schorren langs de oevers en ook in het Land van Saeftinghe. De veranderingen in het Land van Saeftinghe hebben te maken met kreekranden en met begrazing. De waargenomen overgang van schor naar pionierschor kunnen te maken hebben met de waarnemingen en met natuurlijke variatie in de vegetatieontwikkelingen. Variatie door de waarnemingen kunnen een kwestie zijn van de foto-opnamedatum: vroeg in het jaar betekent meer pioniervegetatie omdat de vegetatie nog te weinig bedekking heeft en onder de 50% blijft; laat betekent meer schor omdat de vegetatie net boven de 50% komt.

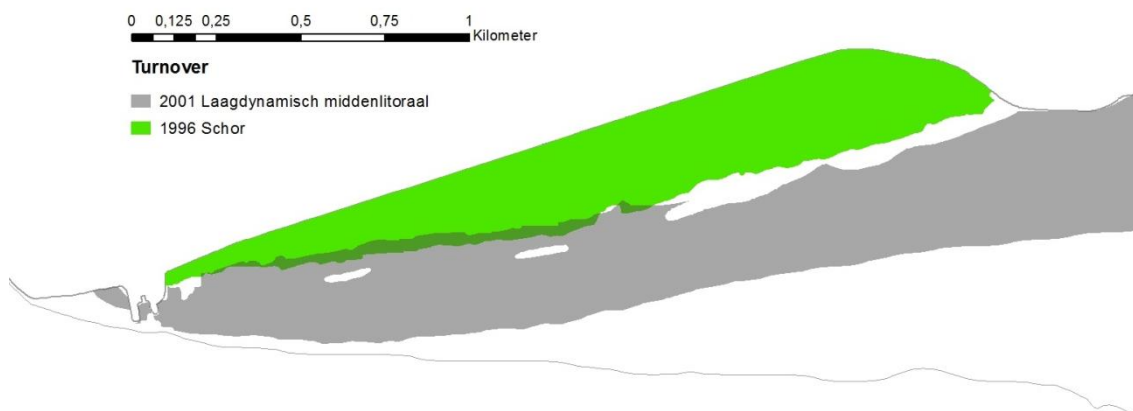
Variatie in waarnemingen kan ook optreden bij grensgevallen rond de 50% bedekking, waarbij de persoonlijk interpretatie een rol speelt. Natuurlijke variatie heeft bijvoorbeeld te maken met factoren als strenge winters met veel plantensterfte, of verlate of vervroegde vegetatieontwikkeling in koude dan wel warme voorjaren.

De overgang naar laagdynamisch litoraal betekent dat ter plaatse de vegetatie is verdwenen, en dit is veelal gebeurd in de vorm van erosie van de schorrand (figuur 39). Twee andere opvallende overgangen vanuit schor zijn die van 2008 naar 2011 naar de klasse Overig en van 2004 naar 2008 naar de klasse Hard substraat. De verandering naar de klasse Overig heeft op verschillende plaatsen plaatsgevonden, waaronder op de Bol van de Hooge platen. De grootste overgang heeft plaatsgevonden langs de gasdam in het Land van Saeftinghe (figuur 40) en dit is mogelijk het gevolg geweest van werkzaamheden aan de gasdam. De overgang naar hardsubstraat

van 2004 naar 2008 heeft plaatsgevonden langs de zuidwestdijk begrenzing van het Land van Saeftinghe en bij de Biezelingshe Ham (figuur 41). De overgang bij Saeftinghe is het gevolg van de uitvoeringswerkzaamheden van een dijkversterking. De verandering bij de Biezelingsche ham lijkt het gevolg van een interpretatieverschil tussen 2004 en 2008.

Tabel 28 Overgang van schor naar andere klassen tussen twee ecotopenkaarten.

	1996-2001	2001-2004	2004-2008	2008-2010
Schor -> Hard substraat steen	0,4	3,4	5,7	1,0
Schor -> Hard substraat veen/klei		0,0	0,6	1,1
Schor -> Hoogdynamisch sublitoraal		0,1	0,3	
Schor -> Laagdynamisch sublitoraal			0,4	
Schor -> Hoogdynamisch supralitoraal	1,0	0,5	0,0	1,0
Schor -> Hoogdynamisch litoraal	4,2	3,9	3,8	2,2
Schor -> Overig	6,9	1,6	1,6	11,2
Schor -> Laagdynamisch hooglitoraal	5,1	3,8	2,2	3,0
Schor -> Laagdynamisch supralitoraal	5,4	7,7	1,9	3,5
Schor -> Laagdynamisch middenlitoraal	13,0	4,2	4,6	5,2
Schor -> Laagdynamisch laaglitoraal			0,0	
Schor -> Pionierschor	12,4	49,3	35,5	19,4
Totaal	48	74,5	56,7	47,6



Figuur 39 Kaart van het Zuidgors met het schor in 1996 en het laagdynamisch middenlitoraal in 2001: daar waar de twee klassen overlappen heeft schorrand erosie plaatsgevonden.



Figuur 40 Kaart van de gasdam in het Land van Saeftinghe met het schor in 2008 en Overige in 2010: daar waar de twee klassen overlappen heeft schorrand verlies plaatsgevonden.



Figuur 41 Kaart van de Biezelingsche Ham met het schor in 2004 en hardsubstraat in 2008.

6

Verklarende parameters

6.1 INLEIDING

In de evaluatiemethodiek (figuur 2) zijn onder verklarende parameters opgenomen:

- Substraattypen;
- Zoutgehalte;
- Stroomsnelheid;
- Waterstand;
- Sedimentsamenstelling;
- Droogvalduur;
- Natuurontwikkelingsprojecten.

Hierbij horen ook de *Morfologische ontwikkelingen*, zoals die zijn beschreven in de hoofdstukken Dynamiek Waterbeweging en Plaat-geulsysteem. De autonome vestiging en ontwikkeling van de kweldervegetatie (*Vegetatieontwikkeling*) is ook een verklarende factor.

6.2 GEBRUIKTE GEGEVENS

In aanvulling op de ecotopenkaarten is voor de Westerschelde gebruik gemaakt van een aantal gegevens (kaarten) die ten grondslag liggen aan de ecotopenkaarten. Dat zijn de:

- Geomorfologische kaarten;
- Bodemligging;
- Droogvalduur;
- Maximale stroomsnelheden.

Geomorfologische kaarten

De geomorfologische kaarten omvatten de droogvallende delen van de Westerschelde, waarvan de karakteristieken (bijvoorbeeld de aan- of afwezigheid van megaribbels) is vastgesteld aan de hand van 'False colour' luchtfoto's. In de Jong en Reitsma (2011) en de Jong (2012) staat een beschrijving van de wijze waarop de geomorfologische kaarten in 2010 en 2011 zijn samengesteld en een overzicht van de verschillende geomorfologische klassen en hun kenmerken.

Bodemligging

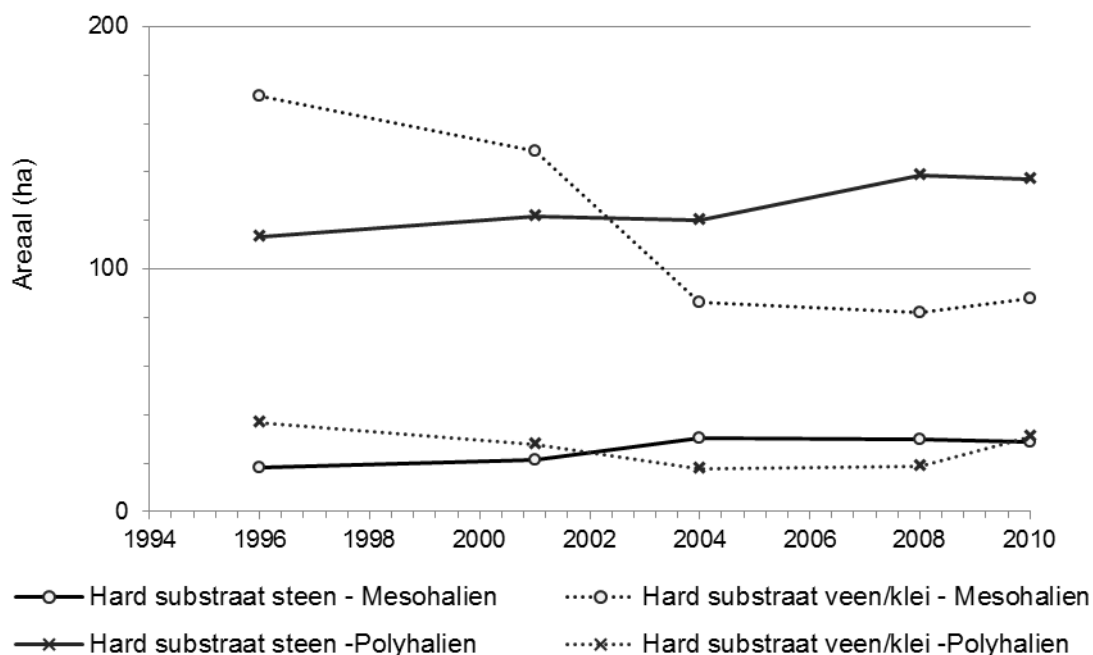
De bodemligging van de Westerschelde wordt (als onderdeel van het MWTL-programma van Rijkswaterstaat) gemeten met een echolood als het om de 'natte delen' (geulen, ondiepwater) gaat en met LIDAR voor de droogvallende delen (platen, slikken en schorren).

Droogvalduur & Maximale stroomsnelheden

De droogvalduurpercentages en de maximale stroomsnelheden zijn berekend op basis van de gemeten bodemligging en de waterstanden. De bodemligging en de waterstanden van het betreffende jaar zijn opgelegd aan een numeriek model waarmee de waterbeweging in de Westerschelde is gesimuleerd. Voor de gehele Westerschelde worden de maximale stroomsnelheden uit de berekeningsresultaten gehaald. De droogvalpercentages zijn geïnterpoleerd uit de vier-jaargemiddelde waterstanden van de verschillende waterstandsstations in de Westerschelde.

6.3 SUBSTRAATTYPE

In de ecotopenkaarten worden in het litoraal natuurlijk hard substraat (veen/klei lagen) en niet-natuurlijk hard substraat (steen) onderscheiden. In de ecotopenkaarten wordt geen verder onderscheid gemaakt in substraattipe, zoals bijvoorbeeld zandig of slibrijk. In het sublitoraal wordt in het geheel geen onderscheid gemaakt naar het substraattipe, hoewel ook in het sublitoraal sprake is van natuurlijk hard substraat in de vorm van slecht-erodeerbare lagen en in niet-natuurlijk hardsubstraat in de vorm van bestortingen. In figuur 42 is de ontwikkeling van het hardsubstraat in de saliniteitszones van de Westerschelde weergegeven. Het niet- natuurlijke hard substraat (steen) neemt in beide zones overwegend toe. Deze toename is een logisch gevolg van het uitbreiden van de geulwandbestortingen en de aanleg van dammen (bijvoorbeeld de dammen bij het Schor van Waarde). De maximale afname van opname naar opname bedraagt 1,6 ha voor het niet-natuurlijke hardsubstraat in de polyhaliene zone. Deze kleine afname kan het gevolg zijn van de (tijdelijke) bedekking van hardsubstraat met zand, slib of vegetatie, of van kleine verschillende die inherent zijn aan de kartering.



Figuur 42 Arealen hard substraat in de poly- en mesohaliene zones van de Westerschelde.

De grote afname van het natuurlijke hardsubstraat (veen/klei) in de mesohaliene zone van 2001 naar 2004 van 62 ha is vooral het gevolg van de sedimentatie op deze lagen na aanleg van de dammen bij het Schor van waarde. De scherpe afname maskeert de geleidelijke toename van het natuurlijke hard-substraat door het blootspoelen ervan op de slikken (zie voor de Westerschelde bijvoorbeeld Cleveringa, 2007).

In de Zeeschelde is het blootspoelen van veenlagen in de slikken op verschillende plaatsen de oorzaak voor de afname van het droogvallend areaal met zacht substraat.

De aanwezigheid van antropogeen hardsubstraat kan beperkingen opleveren voor de erosie en verjonging van onder andere schorren. In de Westerschelde is dit aan orde bij sommige slikken, waar geulwandbestortingen zijn aangebracht. In de Zeeschelde zijn bestortingen langs veel slikken en schorren aanwezig. Bedenk daarbij dat zonder de (geulwand)bestorting het areaal slik en schor hoogstwaarschijnlijk verder was afgenomen.

6.4 ZOUTGEHALTE

In de T2009-evaluatie zijn vaste saliniteitszones gehanteerd. Zoutgehalte en veranderingen daarin, zijn bij de hier gehanteerde indeling geen verklaring voor veranderingen in de ecotopen. Het zoutgehalte varieert in werkelijkheid wel en kan voor veranderingen op biotisch vlak zorgen.

6.5 STROOMSNELHEDEN

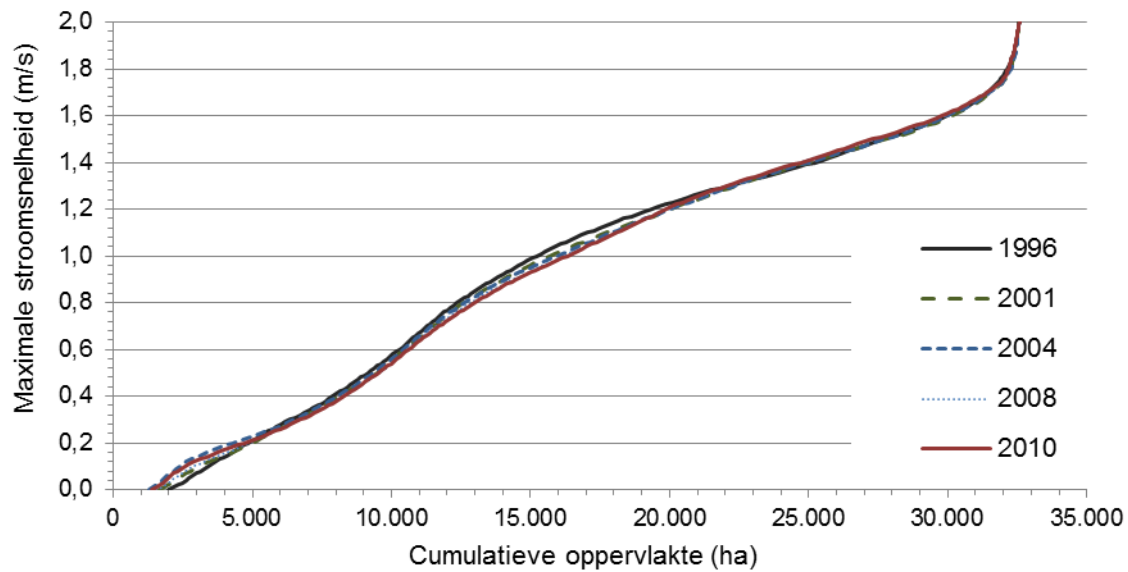
De stroomsnelheden zijn een van de factoren die bepalen hoeveel sediment wordt getransporteerd en of bodemvormen (ribbels aanwezig zijn). Daarmee zijn de stroomsnelheden een van de factoren die bepalend zijn voor het laag- of hoogdynamische karakter van de ecotopen. Andere factoren die medebepalend zijn voor de aanwezigheid van bodemvormen en de grootte van het sedimenttransport zijn de waterdiepte, de korrelgrootte, de aanwezigheid van slib in het sediment en het bodemleven.

Sublitoraal

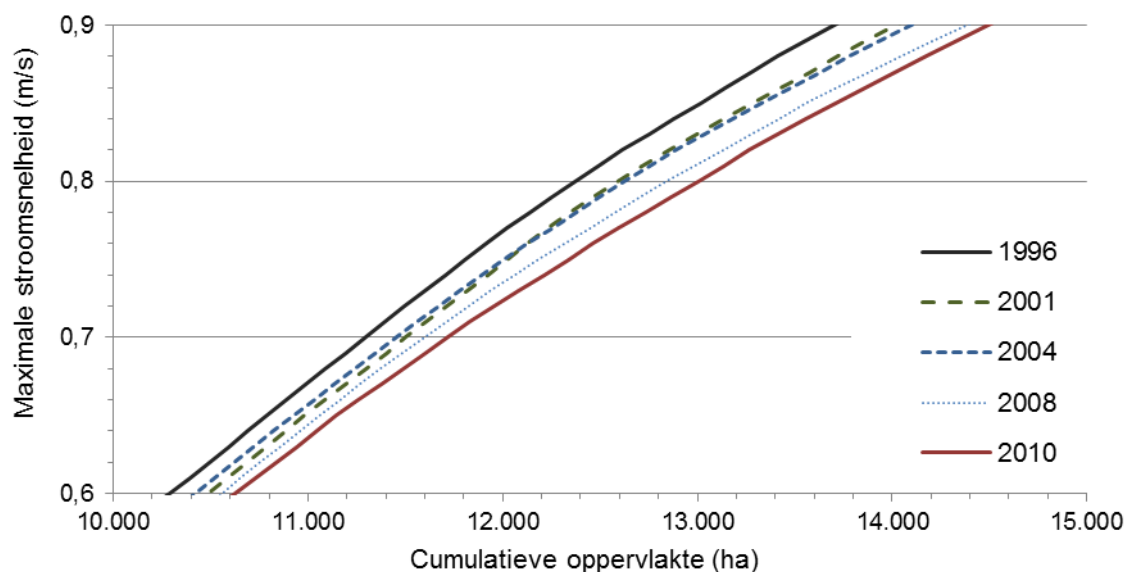
Voor het sublitoraal van de Westerschelde is het hoog- en laagdynamische karakter van de ecotopen berekend aan de hand van de gemodelleerde maximale stroomsnelheden. Bij het overschrijden van de grenswaarde (de keuze voor de grenswaarde is medeafhankelijk van de numerieke simulatie) wordt het sublitoraal toegerekend aan het hoogdynamische areaal. De berekende maximale stroomsnelheden zijn weergegeven ten opzichte van het cumulatieve oppervlak in figuur 43. Deze curves omvatten het complete oppervlakte waarvoor stroomsnelheden zijn berekend (sublitoraal + litoraal). Deze figuur lijkt op een hypsometrische curve, maar in plaats van de diepte is op de y-as de stroomsnelheid weergegeven. Bij een bepaalde stroomsnelheid (op de y-as) geeft het cumulatieve oppervlakte weer hoeveel areaal met lagere stroomsnelheden aanwezig is (op de x-as). De rest van het areaal kent grotere stroomsnelheden.

In figuur 43 vallen de curves met het cumulatieve oppervlakte goeddeels over elkaar. Grote verschillen lijken niet aanwezig in de berekende stroomsnelheden. De kleine verschillen in het bereik met de lage stroomsnelheden hebben waarschijnlijk vooral betrekking op de litorale delen. De uitkomsten van stroomsnelheidsberekeningen in het litoraal zijn echter nog niet voldoende betrouwbaar om hier waarde aan toe te kennen.

In figuur 44 is een detail van de grafiek van figuur 43 weergegeven, met het snelheidsbereik van 0,6 tot 0,9 m/s. In dit snelheidsbereik ligt in het sublitoraal de grenswaarde tussen laag- en hoogdynamisch. In het getoonde snelheidsbereik is wel sprake van verschillen tussen de opeenvolgende kaarten. In 1996 heeft bijna 11.807 ha lagere stroomsnelheden dan 0,75 m/s, terwijl dat in 2010 12.335 ha is. De tussenliggende jaren hebben tussenliggende waarden. Er is dus sprake van een toenemend areaal met lagere stroomsnelheden in de Westerschelde. Deze afname is goed te verklaren door het ondieper worden van een aantal gebieden, zoals de noord- en zuidzijde van het Middelgat en de omgeving van de Springers.



Figuur 43 Cumulatieve oppervlakte (zoals in een hypsometrische curve) bij de maximale stroomsnelheid voor de gehele Westerschelde.



Figuur 44 Cumulatieve oppervlakte (zoals in een hypsometrische curve) in het bereik van 0,6 tot 0,9 m/s voor de gehele Westerschelde.

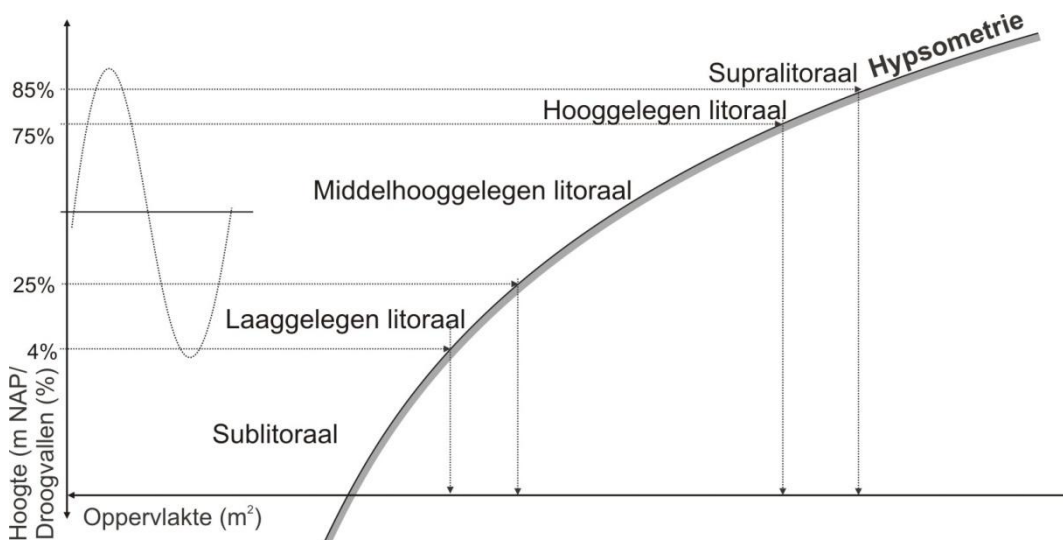
Litoraal

Voor het litoraal is het hoog- of laagdynamische karakter gebaseerd op de waarnemingen aan de luchtfoto's die ten grondslag liggen aan de geomorfologische kaart. Een van de mogelijke verklaringen voor veranderingen van hoog- naar laagdynamisch is het afnemen van de maximale stroomsnelheden ter plaatse. Waarnemingen, metingen of numerieke modelsimulaties die hier inzicht in zouden kunnen bieden zijn (nog) niet beschikbaar. Hoewel stroomsnelheidsinformatie beschikbaar is (uit metingen en modelsimulaties), kan deze niet worden gebruikt om de eventuele veranderingen in de stroomsnelheden op de platen en slikken te bepalen, vanwege het relatief beperkte aantal stroommeetpunten en de kwaliteit van stromingsberekeningen op de platen.

Alternatieve verklaringen voor verandering van hoog- naar laagdynamisch zijn veranderingen van de *duur* waarmee de stroomsnelheid een bepaalde grenswaarde overschrijdt (Ysebaert e.a., 2011), veranderingen in de waterdiepte, de korrelgrootte, de aanwezigheid van slib in het sediment en het bodemleven.

6.6 DROOGVALDUUR

In de ecotopenkaarten wordt gewerkt met de droogvalduur om te bepalen of gebieden tot het litoraal, dan wel het supra- of sublitoraal behoren. Voor de ecotopenkaarten van de Westerschelde worden de uitkomsten van numerieke modelsimulaties gebruikt om droogvalpercentages uit te berekenen. Droogvalpercentages hebben betrekking op de het percentages van de gesimuleerde tijd dat het betreffende gebied droog ligt: gebieden met droogvalpercentage van 0% vallen nooit droog (dit is het sublitoraal); gebieden met een droogvalpercentage van 100% zijn altijd droog (dit is het supralitoraal). Overigens kan tijdens werkelijke omstandigheden die afwijken van de gesimuleerde omstandigheden het supralitoraal wel degelijk onder water komen te staan en kan het ondiepe bereik van het sublitoraal droogvallen. Bijvoorbeeld tijdens zware stormen met sterk verhoogde waterstanden, of tijdens perioden met een doorstaande oostenwind, waarbij het peil substantieel wordt verlaagd. Het laagdynamisch litoraal wordt op basis van de droogvalpercentages onderverdeeld in laaggelegen (4-25%), middelhooggelegen (25%-75%) en hooggelegen (75%-85%). Figuur 45 geeft schematisch weer hoe de droogvalpercentages worden opgelegd aan de hypsometrie van de Westerschelde.



Figuur 45 Schematische weergave van de hypsometrie en de droogvalpercentages.

De arealen voor de droogvalklassen van het litoraal staan in tabel 29. De belangrijkste veranderingen in deze tabel zijn de toename van de hoogste delen (droogvalpercentages 80%-90% en 90-100%; hier horen ook de schorren bij).

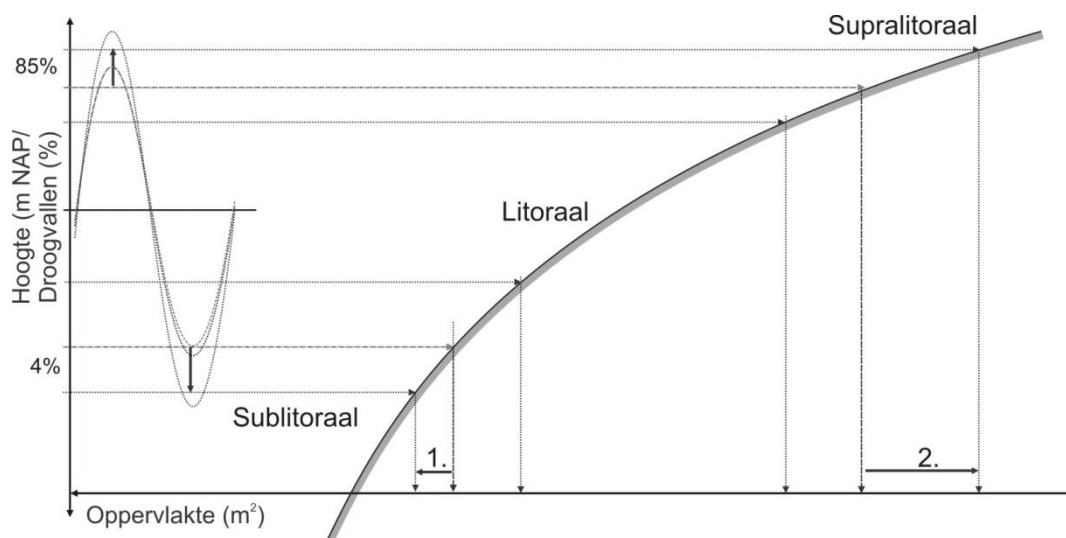
Veranderingen in de droogvalpercentages zijn een belangrijke verklarende factor voor areaalveranderingen van de ecotopen, zowel van de verschuivingen van sublitoraal naar litoraal en omgekeerd, als voor verschuivingen tussen de hoogtezones in het litoraal. De arealen met de verschillende droogvalpercentages veranderen doordat:

1. Waterstanden en daarmee de hoogteniveaus van de droogvalpercentages veranderen (figuur 46);
2. De bodemligging verandert (figuur 47);
3. Combinaties van 1. en 2.

Figuur 46 geeft schematisch weer hoe een toename van het niveau van hoogwater en een afname van het niveau van laagwater bij een gelijkblijvende bodemligging resulteert in een toename van het areaal litoraal. Deze toename gaat zowel ten koste van het areaal sublitoraal, als ten koste van het areaal supralitoraal.

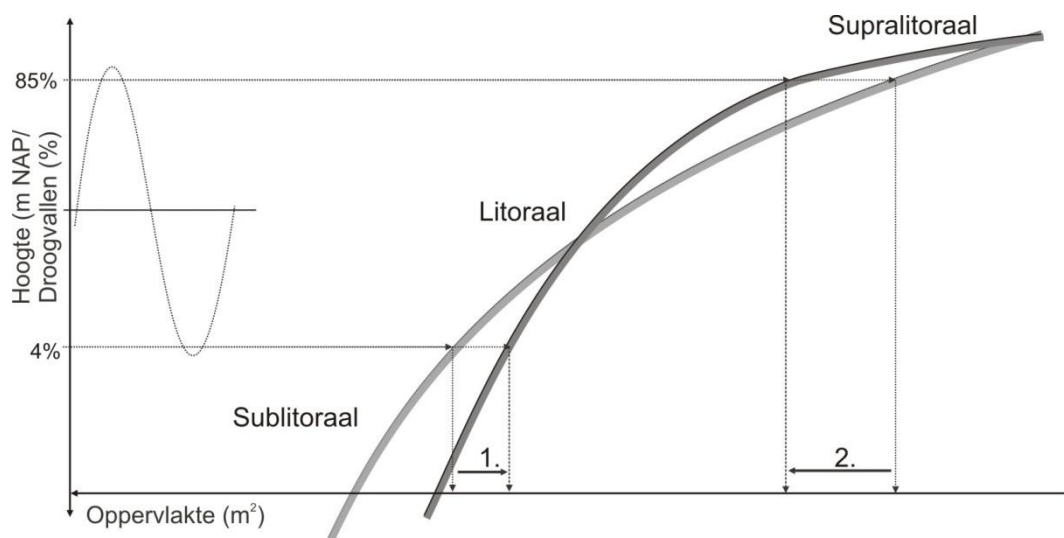
Tabel 29 Arealen per droogvalklasse voor de Westerschelde

Areaal in ha	1996	2001	2004	2008	2010
Sublitoraal (4% droogvallen)	19.760	19.898	20.071	20.007	20.014
4%-10% droogvallen	399	380	402	416	388
10%-20% droogvallen	634	662	656	645	599
20%-30% droogvallen	757	786	705	720	692
30%-40% droogvallen	892	896	870	856	835
40%-50% droogvallen	1.091	1.165	1.113	1.064	1.067
50%-60% droogvallen	1.471	1.394	1.370	1.415	1.338
60%-70% droogvallen	1.549	1.346	1.351	1.327	1.359
70%-80% droogvallen	1.335	1.118	1.114	1.101	1.102
80%-90% droogvallen	715	709	846	858	927
90%-100% droogvallen	2.685	2.934	2.790	2.880	2.967
Totaal Litoraal (4-100% droogvallen)	11.529	11.390	11.218	11.281	11.274



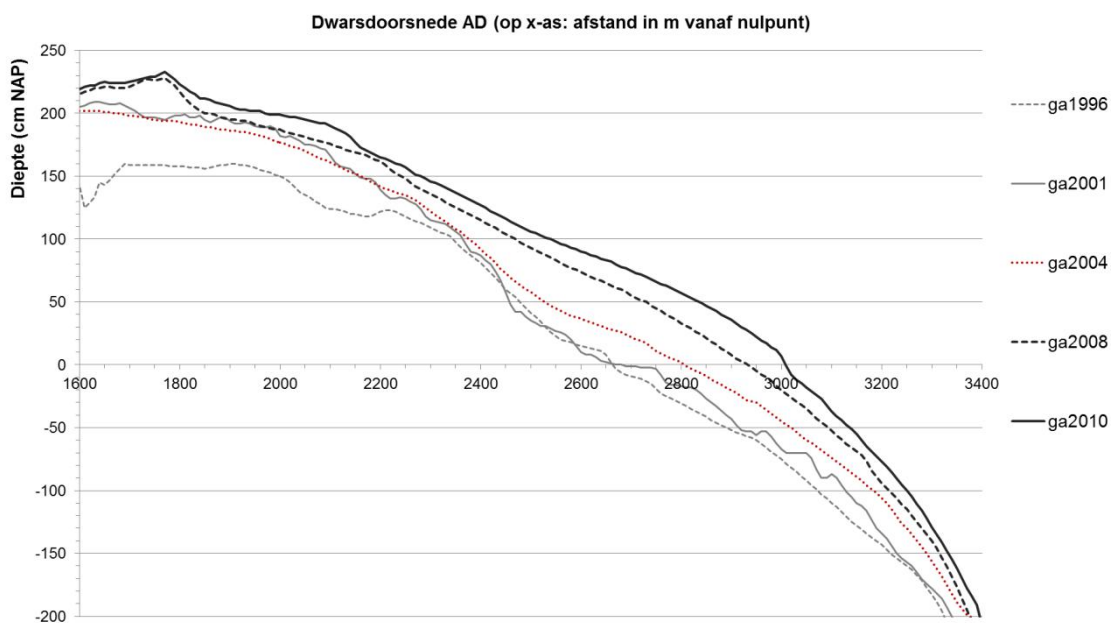
Figuur 46 Schematische weergave van een verandering in de waterstanden en hoogteniveaus van de droogvalpercentages op de arealen sublitoraal, litoraal en supralitoraal.

Figuur 47 laat schematisch zien hoe een verandering in de bodemligging bij gelijkblijvende hoogte niveaus voor de droogvalpercentages in dit geval leidt tot een afname van het litoraal areaal. Deze afname van het areaal litoraal gaat samen met toenames van de arealen sublitoraal (1.) en supralitoraal (2.).

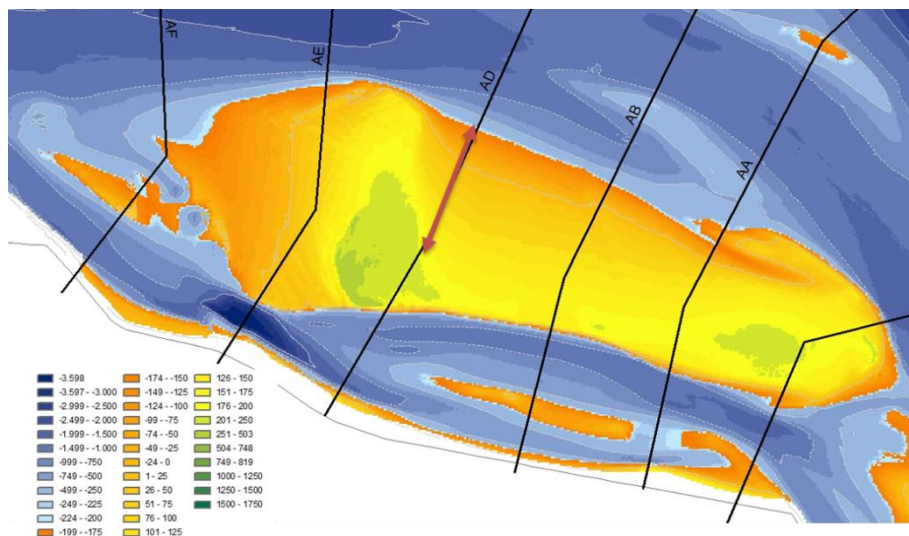


Figuur 47 Schematische weergave van een verandering in de bodemligging (hypsometrie) op de arealen sublittoraal, littoraal en supralittoraal.

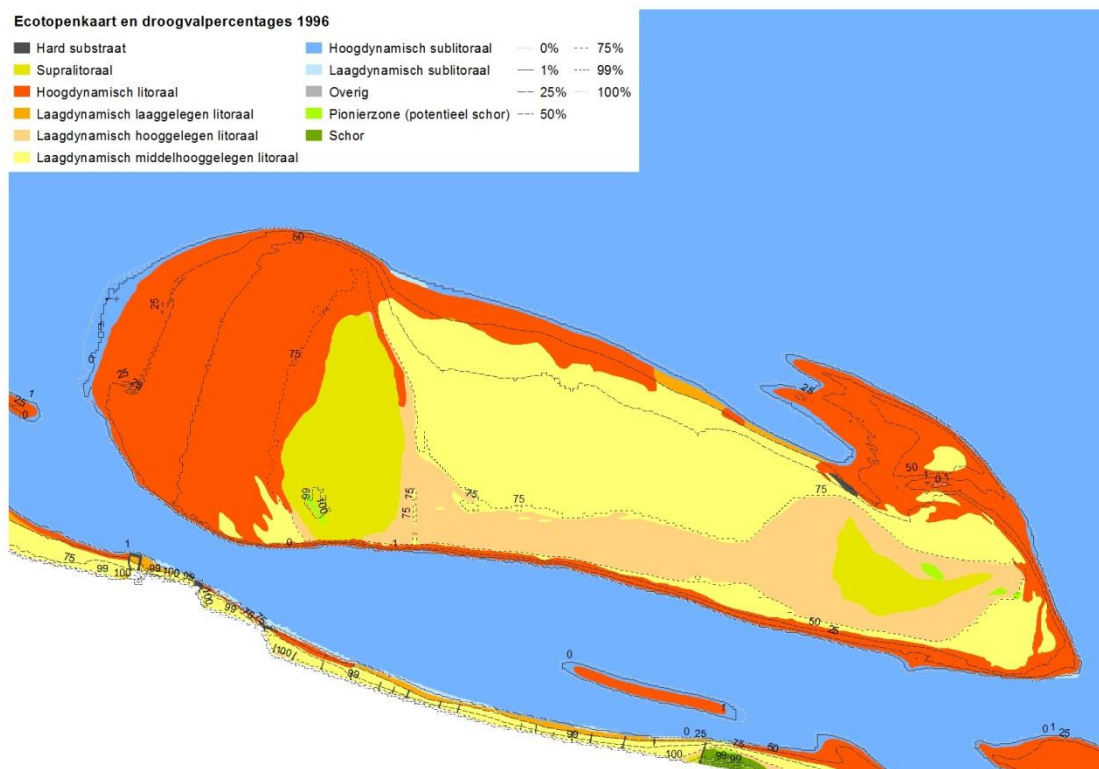
Veranderingen in de bodemligging en de invloed daarvan op de droogvalpercentages zijn zichtbaar op de littorale locaties waar relatief grote veranderingen in de bodemligging hebben plaatsgevonden. Een voorbeeld hiervan is de noordflank van de Hooge platen. In de dwarsdoorsnede in figuur 48 is zichtbaar dat hier sedimentatie heeft plaatsgevonden, waardoor de plaat hoger is geworden. Ook is met name in het bereik van NAP -1,5 tot +1,0 m de vorm van het profiel steeds bolter geworden. Deze ontwikkeling vindt over vrijwel de hele noordflank van de Hooge platen plaats. In de dwarsdoorsnede is af te lezen dat de lengte van het lage bereik, tussen hoogte NAP - 1,5 m en NAP 0 m is afgenomen, terwijl het hoge bereik boven NAP + 1,5 m is toegenomen. In kaarten met de droogvalpercentages zijn gevolgen van de veranderingen in de bodemligging zichtbaar doordat de afstand tussen de droogvalpercentages van 25 % en 75 % is afgenomen. De breedte van de strook supralittoraal aan de zuidzijde van de plaat is toegenomen (vergelijk figuur 50 met figuur 51).



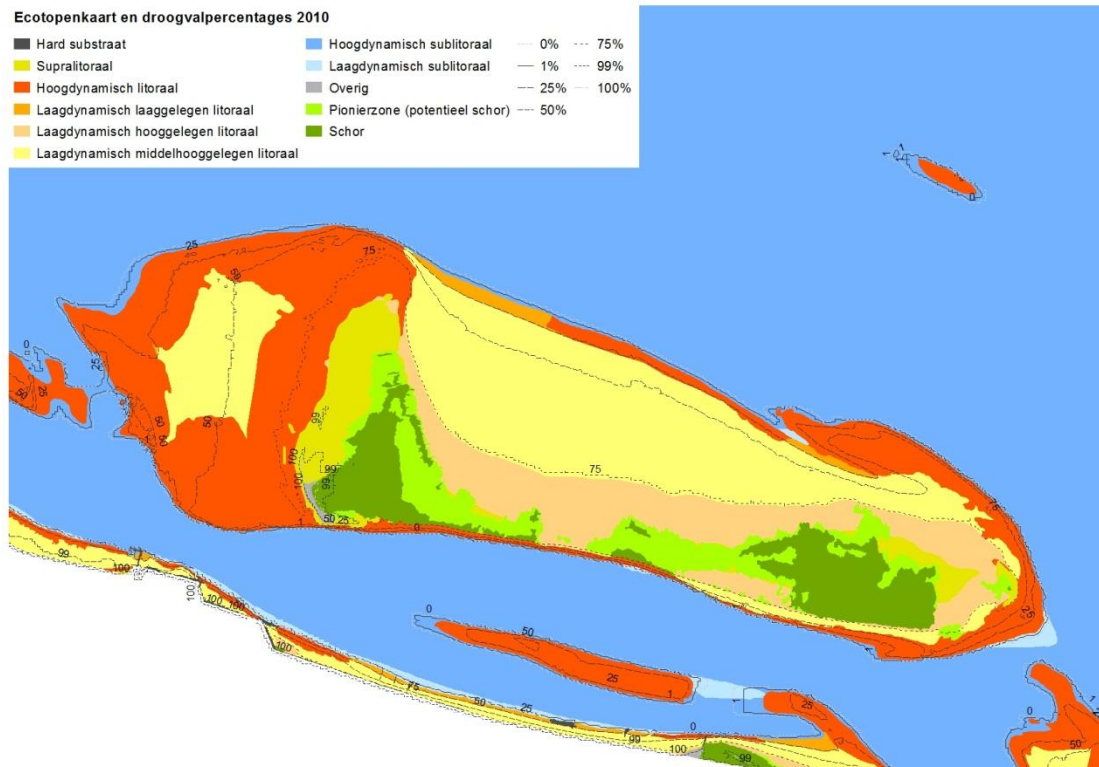
Figuur 48 Deel van dwarsdoorsnede AD aan de noordzijde van de Hooge platen (locatie in figuur 49).



Figuur 49 Locatie van dwarsdoorsnede AD (rode pijl) bij de Hooge platen.

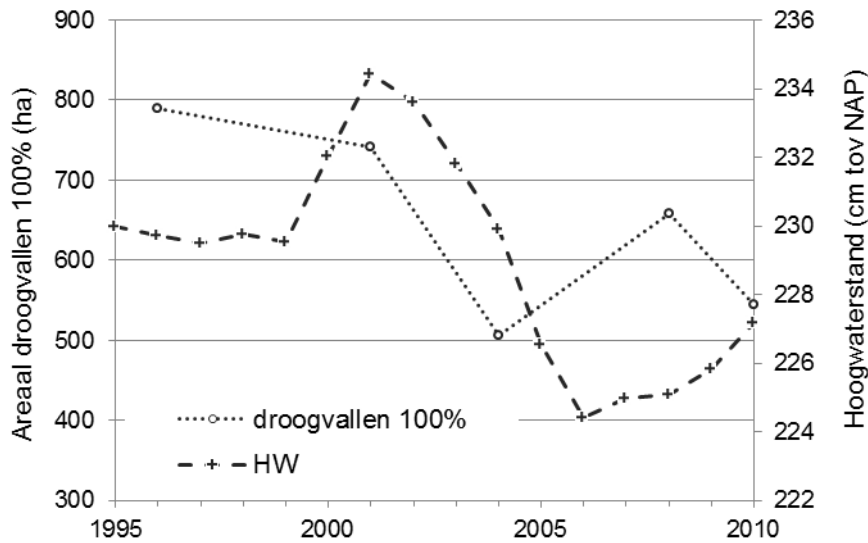


Figuur 50 Ecotopenkaart van de Hooge platen uit 1996, met de contouren van de droogvalpercentages.

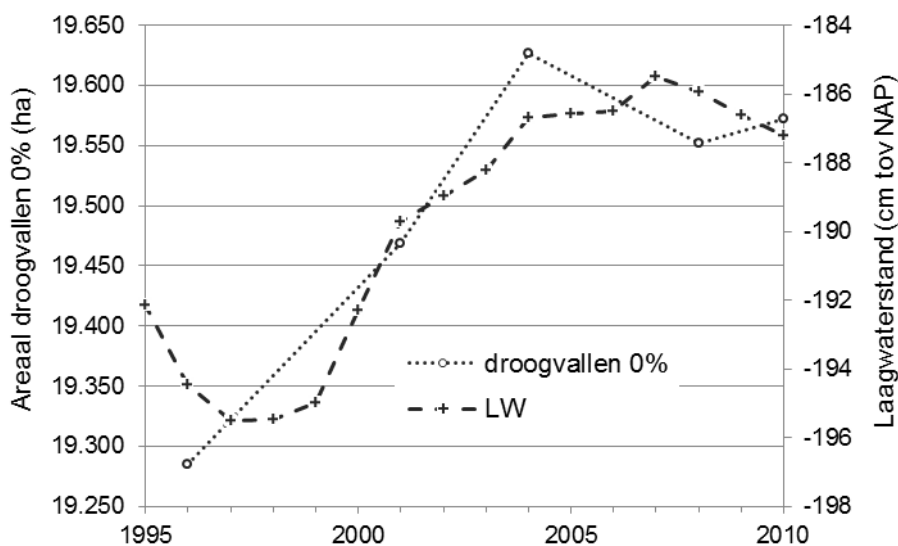


Figuur 51 Ecotopenkaart van de Hooge platen uit 2010, met de contouren van de droogvalpercentages.

Veranderingen in de droogvalpercentages als gevolg van veranderingen in de waterstanden zijn in theorie af te lezen aan gebieden waar de bodemligging niet is veranderd. In de praktijk blijkt dit niet mogelijk, omdat het grid van de bodemligging dermate grof is, dat de kleine veranderingen in de waterstanden niet doorwerken in merkbare ruimtelijke veranderingen. Daarom is gekeken naar de arealen aan de bovenzijde (100% droogvallen) en de onderzijde (sublitoraal, 0% droogvallen) in samenhang met de veranderingen in de waterstanden. In de grafiek in figuur 52 zijn het areaal met een droogvalpercentage van 100% en de vierjaargemiddelde hoogwaterstanden (te Terneuzen) uitgezet. Het patroon in beide komt op hoofdlijnen overeen. Het lijkt plausibel dat een deel van de variaties in het areaal 100% droogvallen gekoppeld is aan de variaties in de hoogwaterstanden. In de grafiek in figuur 53 is het sublitorale areaal weergegeven samen met de vierjaargemiddelde waarden voor de niveaus van laagwater (te Terneuzen). Ook deze patronen komen op hoofdlijnen overeen en het is plausibel dat een deel van de variaties in het sublitorale areaal gekoppeld is aan de variaties in de laagwaterstanden.



Figuur 52 Grafiek met daarin het areaal met een droogvalpercentage van 100% (linker as) en de vierjaargemiddelde hoogwaterstanden te Terneuzen (rechter as).



Figuur 53 Grafiek met daarin het sublitorale areaal (met een droogvalpercentage van 0% , op de linker as) en de vierjaargemiddelde laagwaterstanden te Terneuzen (rechter as).

Veranderingen in de droogvalpercentages zijn in de Westerschelde zowel het gevolg van veranderingen in de bodemligging als van veranderingen in de waterstanden. Hieronder wordt beknopt bij de onderliggende factoren stilgestaan.

6.7 WATERSTANDEN

De in de hoofdstukken 3 en 5 van het T2009 rapport gemelde veranderingen in de waterstanden hebben gevolgen gehad voor de arealen van de ecotopen, doordat de niveaus voor hoog- en laagwater zijn veranderd en daarmee de droogvalduur en -percentages. In de voorgaande paragraaf is deze verklarende parameter droogvalpercentage uitgewerkt en is het verband met de waterstanden gelegd. Dat is op schematische wijze weergegeven in figuur 46 en gekoppeld aan areaalveranderingen in figuur 52 t.a.v. hoogwater en in figuur 53

t.a.v. laagwater. Waarschijnlijk bestaat het grootste deel van de veranderingen in de niveau van hoog- en laagwater in de periode 1996-2010 uit langjarige variaties in het getij onder invloed van de 18,6 jarige cyclus, met een kleine bijdrage van trendmatige veranderingen.

6.8 BODEMLIGGING

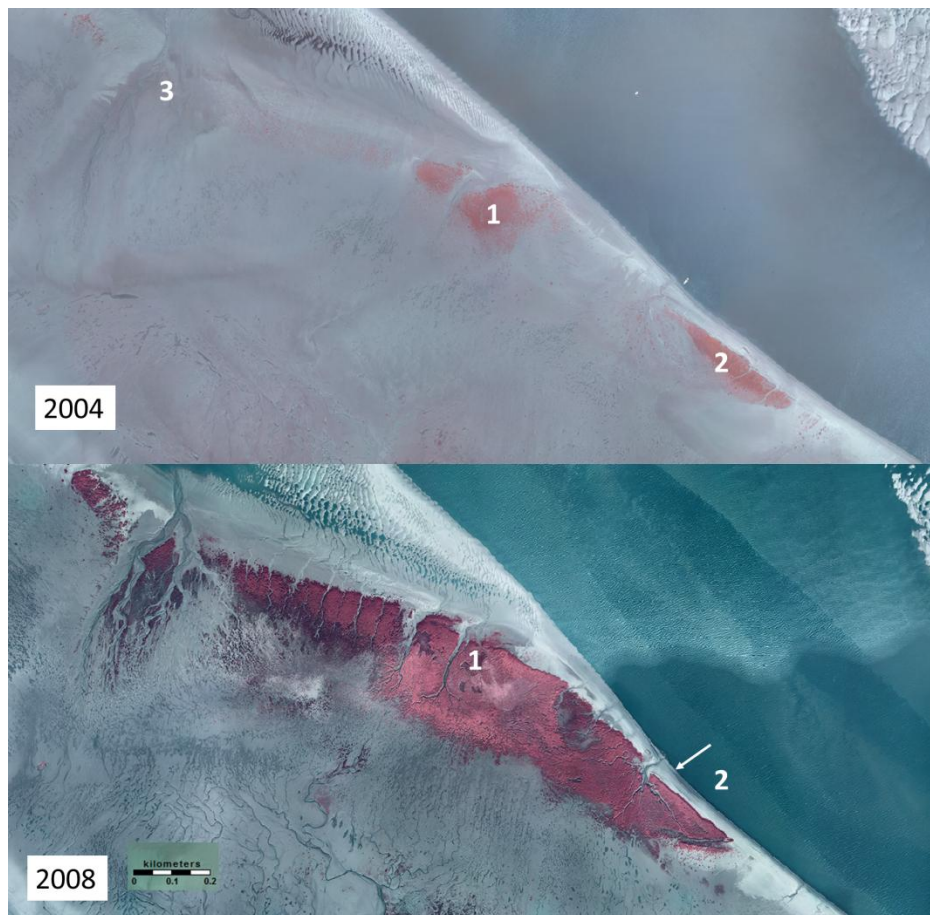
Morfologische veranderingen vormen samen met veranderingen in de waterstanden de belangrijke verklaringen voor de opgetreden veranderingen in de ecotopen. De toename van de omvang van de geulen in macrocellen 5, 6 en 7 in de Westerschelde heeft bijvoorbeeld geleid tot een toename van het areaal sublitoraal en een afname van het areaal litoraal. Andere belangrijke morfologische veranderingen met consequenties voor de ecotopen zijn de afname van het aantal en het areaal kortsluitgeulen in de Westerschelde, waarmee het areaal (ondiep)litoraal is afgenomen en het areaal litoraal is toegenomen.

6.9 VEGETATIEONTWIKKELING

Het areaal van de schorren en het pionierschor verandert ook door de vegetatie zelf, die zich kan vestigen en uitbreiden als de hoogte van het litoraal voldoende is toegenomen. Zodra (pionier)vegetatie aanwezig is gaat deze het afzettingsmilieu beïnvloeden, waardoor de hoogte verder kan toenemen. Sommige schorren kunnen ook lateraal uitbreiden. Deze dynamiek van de schorvegetatie kan resulteren in een uitbreiding van de arealen schor en pionierschor.

Op de Hooge platen en de Plaat van Walsoorden is in het begin de jaren 2000 de bedekking met schorvegetatie snel uitgebreid, waarschijnlijk omdat de plaathoogte in deze periode voldoende hoog was voor het vestigen van pioniervegetatie. Deze ontwikkeling is in figuur 54 geïllustreerd voor de Plaat van Walsoorden, met de twee 'false colour' opnamen waarin de vegetatie duidelijk zichtbaar is door de rode kleuren. In de figuur zijn met 1 en 2 de gebieden weergegeven die in 2004 al begroeid waren. Van deze eerste twee kleine gebieden was gebied 2 in 2008 verdwenen door de verplaatsing van de nevengeul (de pijl bij 2). De vegetatie in de rest van het gebied was sterk uitgebreid.

De toename van het schorareaal betekent automatisch dat het areaal van andere ecotopen afneemt. Overigens kan de erosie van de schor optreden, zoals getoond in figuur 54 bij de pijl. Door deze erosie neemt het schorareaal af nemen en andere ecotopen in areaal toe.



Figuur 54 Twee luchtfoto's in false colour (vegetatie is rood) van de schorontwikkeling op de Plaats van Walsoorden (bron foto's Rijkswaterstaat).

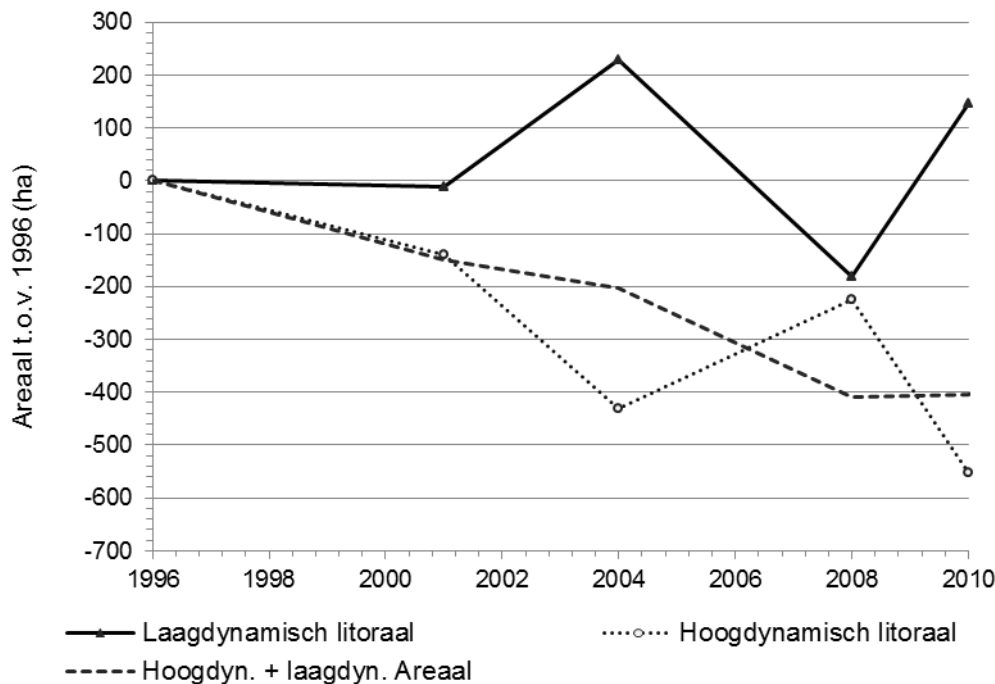
6.10 GEOMORFOLOGIE

De geomorfologische kaarten vormen de basis voor de veranderingen van de ecotopen in het litoraal en het supralitoraal. De kenmerken van de droogvallende delen (textuur, reliëf, patronen, kleur etc.) zoals zichtbaar in 'false colour' luchtfoto's worden gekarteerd (zie Jong en Reitsma, 2011 en de Jong, 2012, voor een beschrijving van de totstandkoming van de geomorfologische kaarten). Ontwikkelingen en variaties die in de ecotopenkaarten in het litoraal en het sublitoraal optreden zijn te herleiden tot de geomorfologische kaarten. Het gaat dan onder andere om:

- De toename van het areaal schorren;
- De toename gevolgd door de afname van het areaal pionierschor;
- De afname van het areaal natuurlijk hardsubstraat;
- Afname totaal hoogdynamische + laagdynamische litoraal (figuur 55);
- Toename laagdynamisch litoraal ten opzichte van het hoogdynamische litoraal;

De ontwikkelingen en variaties in de geomorfologische kaarten en daarmee voor de ecotopen van het litoraal en supralitoraal bestaan voor een belangrijk deel uit werkelijke veranderingen en voor een kleiner deel uit interpretatieverschillen. Het overgrote deel van de waarnemingen aan de luchtfoto's is duidelijk en levert geen grond voor interpretatieverschillen. Voorbeelden zijn hardsubstraat (steen, veen en harde kleilagen), zandige ribbel- en duinvelden en de aanwezigheid van kweldervegetatie (figuur 54). Andere interpretaties zijn gebaseerd op lastig te onderscheiden kenmerken, die mede afhankelijk zijn van de luchtfoto opname. Deze kenmerken, zoals het optreden van een roze zweem bij laagdynamisch areaal (die het gevolg is van de aanwezigheid van benthonische diatomeeën), bieden ruimte voor interpretatieverschillen.

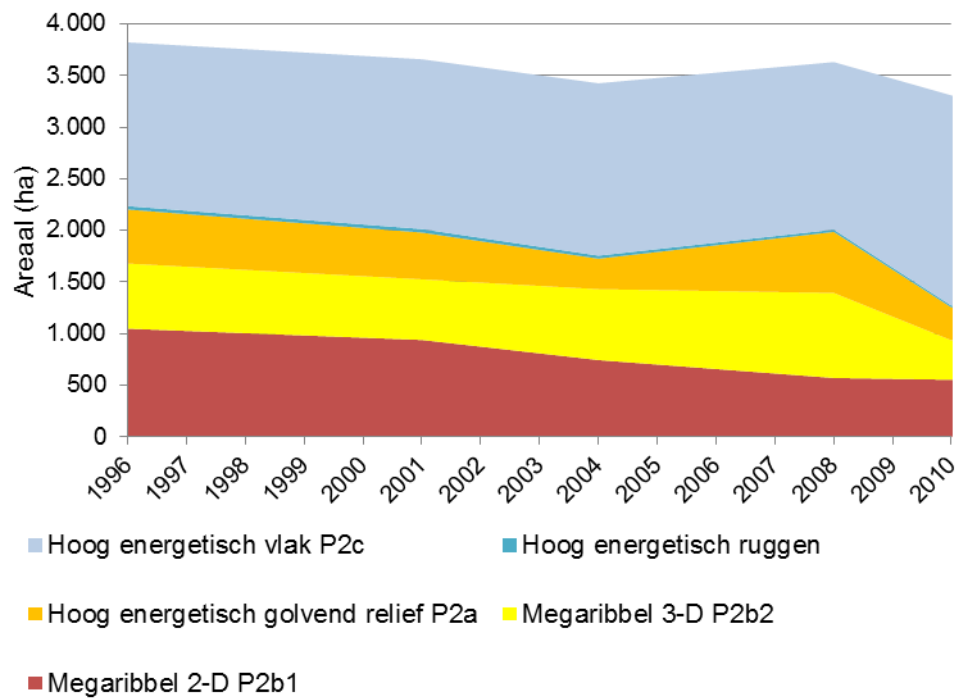
Een analyse van onderliggende klassen uit de geomorfologische kaarten geeft duidelijkheid over de oorsprong van de tegenovergestelde sprongen in het hoog- en laagdynamische areaal in 2008 (figuur 55).



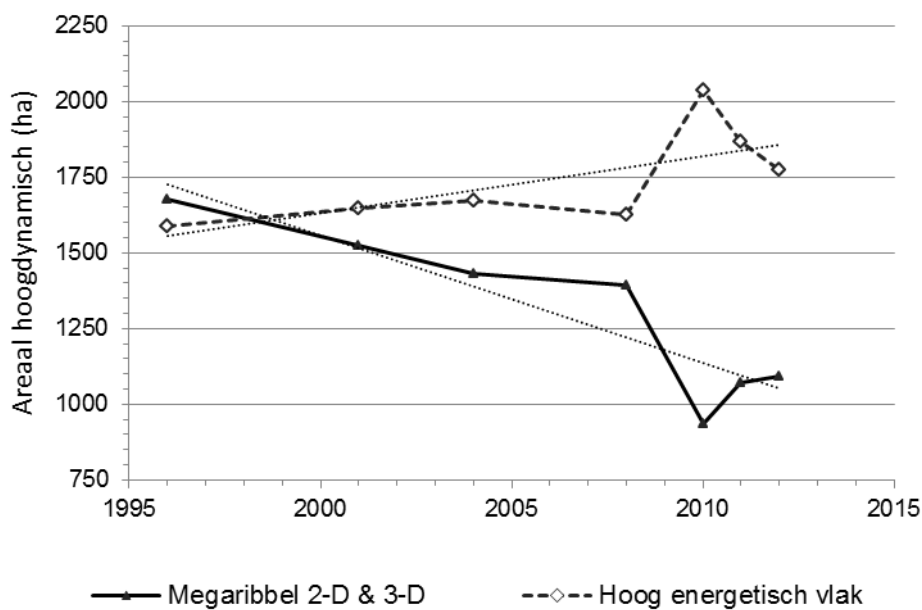
Figuur 55 Grafiek met de ontwikkeling van de laagdynamische en de hoogdynamische ecotopen ten opzichte van de waarden in 1996.

In de geomorfologische kaarten worden een aantal verschillende hoog- en laagdynamische klassen onderscheiden. In figuur 56 zijn de arealen van de geomorfologische hoogdynamische klassen weergegeven. De belangrijkste klassen in termen van areaal zijn die met megaribbels, vlak en gegolfd. Megaribbels zijn ribbels met een hoogte van decimeters tot meters en een golflengte van meters tot een tiental meter. 2D-megaribbels hebben kammen die min of meer parallel lopen, terwijl 3D-megaribbels veel grilliger kammen hebben. In de grafiek is duidelijk dat de bijdrage van de 2D en 3D megaribbels in de periode 1996 tot 2010 is afgenomen. Deze waarnemingen worden beschouwd als zeer betrouwbaar, omdat deze structuren duidelijk herkenbaar zijn in de luchtfoto's. Ook is duidelijk dat sprake is van een gestage afname van de megaribbels tot 2008, gevolgd door een scherpere afname. Minder duidelijk uit de grafiek, maar des te meer uit de achterliggende cijfers is dat het areaal vlak hoogdynamisch is toegenomen. De arealen van de gecombineerde 2-D & 3-D megaribbels klassen zijn in een grafiek gezet met het areaal hoogdynamisch vlak in figuur 57³. Uit deze grafiek blijkt dat de patronen in de ontwikkeling voor een belangrijk deel tegengesteld verlopen. Blijkbaar veranderen de megaribbels in vlak hoogdynamisch areaal en, gezien de ontwikkelingen na 2010 in figuur 57 verandert een deel van het vlakke hoogdynamische areaal ook weer terug. Hiermee zijn de fluctuaties in het areaal 2-D en 3-D megaribbels een indicator voor de natuurlijke bandbreedte rond de geomorfologische hoogdynamische klassen van ongeveer 200 ha. Maar een verklaring voor de toename van het totale hoogdynamische areaal in 2008 biedt dit niet, daarvoor wordt het areaal hoog energetisch met golvend reliëf beschouwd.

³ In deze grafiek en de hierop volgende grafieken zijn ook de waarden voor de jaren 2011 en 2012 toegevoegd, hoewel deze geen onderdeel uitmaken van de T2009-evaluatie. Door de waarden na 2010 te gebruiken wordt in één oogopslag zichtbaar dat de afname na 2010 geen trendbreuk, maar een fluctuatie is. Dit vereenvoudigt de interpretatie en maakt het beter mogelijk een bandbreedte voor de plausibele fluctuaties op te geven.



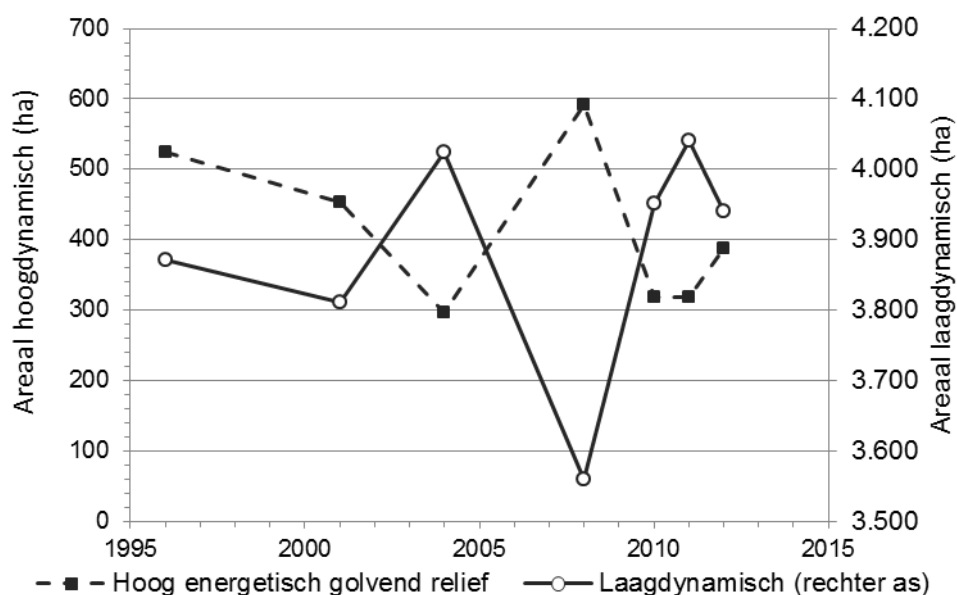
Figuur 56 Arealen in de verschillende geomorfologische hoogdynamische klassen⁴.



Figuur 57 Arealen in de geomorfologische hoogdynamische klassen met megaribbels en vlak (met daarin ook de waarden voor 2011 en 2012).

⁴ In deze grafiek zijn de P-klassen voor plaat/slik en de K-klassen voor grote schorkreken samengenomen en zijn de klassen P2d klassen voor ruggen samengevoegd

In figuur 58 zijn de waarden voor de geomorfologische laagdynamische klassen en die voor de hoogdynamische klassen met golvend reliëf gecombineerd (waarbij de as voor de laagdynamische klasse omgekeerd is weergegeven). De grote toe- en afnamen van het areaal met golvend reliëf gaan hand in hand met de omgekeerde ontwikkeling van het laagdynamisch areaal. Een belangrijk deel (ruim 70%) van de fluctuaties in het laag- en hoogdynamische areaal die zijn getoond in figuur 55 is hiermee verklaard.



Figuur 58 Arealen van de geomorfologische hoogdynamische klassen met golvend reliëf en de geomorfologische laagdynamische klassen (met daarin ook de waarden voor 2011 en 2012).

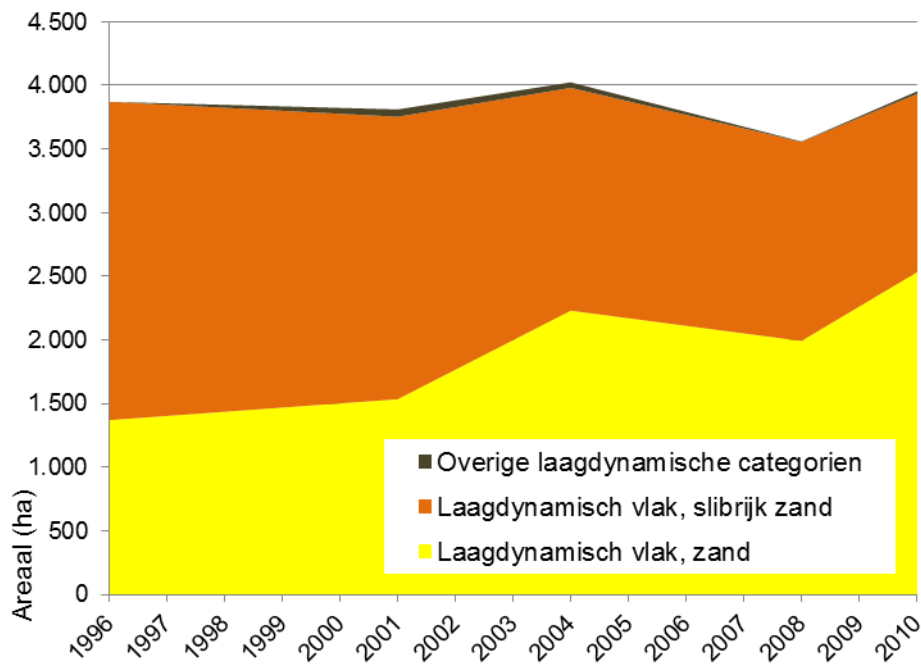
Het 'waarom' van de verandering van hoog dynamisch met laag golvend reliëf naar laag dynamisch vlak uit figuur 58 is niet eenduidig te beantwoorden, omdat de criteria waarop deze geomorfologische klassen worden bepaald, niet zo uitgesproken zijn. Het is niet onmogelijk dat interpretatieverschillen⁵ deels de oorzaak zijn van de piek in het hoogdynamische areaal in 2008.

De veranderingen in de ecotopen van het litoraal en het supralitoraal in de Westerschelde zijn het gevolg van veranderingen in de geomorfologische kaarten. Het merendeel van deze veranderingen is 'echt', dat wil zeggen niet het gevolg van interpretatieverschillen. De variatie van 200 ha rond het areaal 2-D en 3-D megaribbels geeft op Westerscheldeschaal een goede indruk van de bandbreedte die van nature kan optreden rond de arealen in de geomorfologische klassen. De bandbreedte rond geomorfologische klassen waarvan de interpretatie minder eenduidig is, zoals rond het hoog dynamisch met laag golvend reliëf en laag dynamisch vlak wordt geschat op +/- 175 ha. Daarmee komt de totale bandbreedte rond het hoog- en laagdynamische areaal op +/- 375 ha. Binnen deze types kan een bandbreedte gebruikt worden en is verhoogde controle aan te raden.

Verklaringen voor de plausibele veranderingen in de geomorfologie, zoals de trendmatige afname van het areaal met 2-D en 3-D megaribbels zijn nog niet beschikbaar. Verklaringen zijn wel wenselijk, omdat ze meer licht kunnen werpen op de onderliggende oorzaken voor veranderingen in de ecotopenarealen in het litoraal.

⁵ Mogelijk dat hiermee de afwijkende kleurstelling (blauwzeem) van de 'false colour' luchtfoto van 2008 ten opzichte van de andere jaren hierbij een rol heeft gespeeld.

Tot slot nog een toegift uit de geomorfologische kaart, namelijk de arealen slibrijk zand en zand in het laagdynamische vlak areaal in figuur 59. Het areaal zand neemt toe ten koste van het areaal slibrijkzand. In de ecotopenkaarten wordt (nog) geen onderscheidt gemaakt naar de sedimentsamenstelling. Over het algemeen is de ecologische waarde van het litoraal groter als het zand ook slib bevat (bij zeer grote slibpercentages neemt de ecologische waarde weer af). Mogelijk is de afname van het slibrijke zand een indicator voor het afnemen van de ecologische kwaliteit van het laagdynamische habitat.



Figuur 59 Arealen slibrijk zand en zand en de overige laagdynamische categorieën in de geomorfologische kaarten van de Westerschelde.

6.11 NATUURONTWIKKELINGSPROJECTEN

Natuurontwikkelingsprojecten hebben op verschillende plekken in de Zeeschelde bijgedragen aan de verandering van de leefomgeving. In tabel 30 is een overzicht opgenomen van vijf verschillende natuurontwikkelingsprojecten die in de Zeeschelde, op basis van rapporten Van den Neucker e.a. (2007) en Speybroeck e.a. (2011). Voor een beschrijving van de maatregelen en de gevolgen van de maatregelen 1-4 uit tabel 30 wordt verwezen naar de rapporten van Van den Neucker e.a. (2007) en Speybroeck e.a. (2011). Bij Hamme-Lippenbroek (5 in tabel 30) maakt het gecontroleerde getijgebied (GGG) van 10 ha sinds 2006 onderdeel uit het van het Schelde-estuarium (figuur 60). In het gebied komt schor en slik tot ontwikkeling. Het relatief kleine GGG is een pilotproject voor de grotere GGG's die na 2009 zijn of worden gerealiseerd.

	Locatie	Type maatregel	Uitvoering	Oppervlakte
1	43 Paardenschor	44 Schorherstel door teruglegging dijk	45 2003-2004	46 12 ha
2	47 Ketenisse	48 Schorherstel door verlaging gebied en door verlaging zomerdijk	49 2001-2003	50 35,5 ha
3	51 Paddebeek	52 Dijkverlegging waardoor slik/schorgebied is ontstaan	53 2002-2003	54 1,6
4	55 Heusden	56 Dijkverlegging waardoor schor is ontstaan	57 2004-2006	58 10 ha
5	Hamme Lippenbroek	Gecontroleerd getijdegebied (GGG)	2006	10 ha

Tabel 30 Gerealiseerde natuurontwikkelingsprojecten in de Zeeschelde



Figuur 60 Luchtfoto's van de GGG Hamme-Lippenbroek (bron foto GISoost.be).

7

Evaluatie T2009 Leefomgeving

7.1 INLEIDING

In de Evaluatiemethodiek (Holzhauer e.a., 2011) zijn voor de verschillende toetsparameters evaluatiecriteria gegeven. In aanvulling hierop is door Maris e.a. (2013) een overzicht opgesteld van de beschikbare referentiearealen. De referentiearealen van de Zeeschelde zullen worden gebruikt om de ecotopenarealen in de Zeeschelde te evalueren.

7.2 AREALEN ZEESCHELDE

In tabel 31 zijn de referentiearealen (minimumarealen) opgenomen, zoals deze zijn afgeleid uit verschillende bronnen door Maris e.a. (2013). Vanwege de combinatie van OMES-zone 9 met de OMES- zones 10 tot 12 heeft een omrekening plaatsgevonden. De indeling van de saliniteitssegmenten in tabel 31 komt overeen met de indeling in het onderdeel Oppervlak.

Tabel 31 Minimumarealen (ha) voor de Zeeschelde en haar deelgebieden (omgerekend uit Tabel 5.11 van Maris e.a., 2013)

Saliniteitssegment	1. Schor	2. Slik	3. Intertidaal (=1+ 2)	Ondiep sublitoraal
3. Sterke saliniteitsgradient (zone 9 t/m12)	920	640	1.560	540
4. Oligohalien (zone 13,14)	280	270	550	150
5. Zoet verblijftijd lang (zone 15,16)	210	160	370	120
6. Zoet verblijftijd kort (zone 17 t/ 19)	110	80	190	60

Voor de vergelijking tussen de minimumarealen en de waargenomen arealen zijn klassen uit de ecotopenkaarten gecombineerd tot de klassen in tabel 31 (*schuingedrukt*):

Slik omvat het laaggelegen, middelhooggelegen en hooggelegen litoraal;

Schor omvat schor en Pionierschor;

Intertidaal omvat het hierboven genoemde *slik* en *schor* en het supralitoraal (of potentiële pionierzone);

Ondiep sublitoraal komt overeen met ondiep sublitoraal.

De ecotopenklassen waarvan geen minimumareaal is opgegeven zijn het diep sublitoraal, hard en overige. Van de klassen is het diep sublitoraal – de geul- in termen van areaal de belangrijkste klasse.

In tabel 32 staan de waargenomen arealen voor de jaren 2001 en 2010 voor saliniteitssegment 3 (sterke saliniteitsgradiënt) die de OMES-zones 9 t/m12 omvat. In deze tabel staan ook de minimumarealen en de verschillen tussen de minimumarealen en het gemiddelde van de waargenomen arealen. Ook het totale areaal in de ecotopenkaarten is opgegeven, zodat vastgesteld kan worden hoe het vereiste minimumareaal zich verhoudt tot de huidige omvang van het estuarium in dit segment.

Duidelijk is dat voor alle klassen sprake is van een tekort. Dit is reeds geconstateerd in een notitie van INBO (van den Bergh, 2012), waarin de GEP (goede ecologische potentieel) oppervlaktes zijn getoetst. In dezelfde notitie is ook geconstateerd dat met het realiseren van het Meest Wenselijke Alternatief (MWeA) uit het Sigmaplan en

ander beslist beleid de oppervlakten estuariene natuur wel zullen voldoen. Dit zal dan blijken uit toekomstige evaluaties waarin de oppervlaktes van de dan gerealiseerde maatregelen worden opgenomen.

Het tekort is het meest omvangrijk voor het schor, waar meer dan vier keer zoveel schor nodig is om aan het minimum vereiste te voldoen. Van het ondiep sublitoraal is ruim twee keer zo veel areaal vereist. De vereiste uitbreiding van het slik is het relatief en absoluut het minst omvangrijk, hieraan dient iets meer dan de helft van bestaande areaal te worden toegevoegd. Het verschil tussen het totale minimum areaal van 2100 ha en de omvang in 2001 (nog zonder het Duerganckdok) is ruim 600 ha. In dit segment van het Schelde-estuarium omvat de vaargeul een omvangrijk deel van het huidige areaal, vanwege de scheepvaart naar de Antwerpse havens. Dit areaal is niet beschikbaar voor de ontwikkeling van slik en schor. Het behalen van de vereisten betekent dat een uitbreiding van het estuarium in dit segment conform het MWeA en ander beslist beleid vereist is.

Tabel 32 Waargenomen arealen in hectares 2001 en 2010 ten opzichte van de minimumarealen in saliniteitssegment 3 Sterke saliniteitsgradiënt (zone 9 t/m12).

3. Sterke saliniteitsgradiënt	2001	2010	Minimumarealen	Gem. Tekort
Schor	170	180	920	-745
Slik	415	382	640	-242
Intertidaal	599	586	1.560	-968
Ondiep sublitoraal	212	214	540	-327
<i>Totaal referentieareaal</i>	<i>811</i>	<i>800</i>	<i>2.100</i>	
Totaal areaal	2.727	2.887		

In tabel 33 tot en met tabel 35 zijn, conform de opbouw van tabel 32, de aanwezige en minimumarealen voor de oligohaliene zone en de zoete segmenten met verblijftijd kort en lang opgenomen. In deze zones is ook voor ieder categorie waarvoor een minimumareaal is benoemd sprake van tekorten. In de drie segmenten is het tekort het omvangrijkst voor het slik.

Tabel 33 Waargenomen arealen in hectares 2001 en 2010 ten opzichte van de minimumarealen in saliniteitssegment 4 Oligohalien (zone 13,14).

4. Oligohalien	2001	2010	Minimumarealen	Gem. Tekort
Schor	114	113	280	-167
Slik	103	97	270	-170
Intertidaal	217	211	550	-336
Ondiep sublitoraal	71	64	150	-83
<i>Totaal referentieareaal</i>	<i>288</i>	<i>275</i>	<i>700</i>	
Totaal areaal	1.000	999		299

Tabel 34 Waargenomen arealen in hectares 2001 en 2010 ten opzichte van de minimumarealen in saliniteitssegment 5. Zoet verblijftijd lang (zone 15,16).

5. Zoet verblijftijd lang	2001	2010	Minimumarealen	Gem. Tekort
Schor	187	195	210	-19
Slik	54	47	160	-110
Intertidaal	242	245	370	-127
Ondiep sublitoraal	49	42	120	-75
<i>Totaal referentieareaal</i>	<i>291</i>	<i>287</i>	<i>490</i>	
Totaal areaal	576	587		97

Tabel 35 Waargenomen arealen in hectares 2001 en 2010 ten opzichte van de minimumarealen in saliniteitssegment 6. Zoet verblijftijd kort (zone 17 t/m 19).

6. Zoet verblijftijd kort	2001	2010	Minimumarealen	Gem. Tekort
Schor	69	88	110	-32
Slik	24	28	80	-54
Intertidaal	93	117	190	-85
Ondiep sublitoraal	54	46	60	-10
<i>Totaal referentieareaal</i>	<i>147</i>	<i>163</i>	<i>250</i>	
Totaal areaal	485	498		248

In alle segmenten van de Zeeschelde zijn tekorten geconstateerd ten opzichte van de minimumarealen, conform eerdere analyses (van den Bergh, 2012). Dit betekent dat de situatie als ongunstig wordt beoordeeld. Met het realiseren van het Meest Wenselijke Alternatief (MWeA) uit het Sigmaplan en ander beslist beleid de oppervlakten estuariene natuur zal naar verwachting de Zeeschelde in de toekomst gaan voldoen aan de minimumarealen (van den Bergh, 2012).

7.3 AREAAL ONTWIKKELING WESTERSCHELDE

Voor de Westerschelde zijn (nog) geen referentiearealen beschikbaar, in tegenstelling tot voor de Zeeschelde, waar deze in Maris e.a. (2013) zijn opgenomen. In Maris e.a. (2013) is de noodzaak om het areaal van de Westerschelde te vergroten door het uitvoeren van natuurherstelmaatregelen benadrukt. In het voorliggende rapport wordt deze areaalvergroting niet de evaluatie betrokken. De evaluatiemethodiek (Holzhauer e.a., 2011) geeft richtlijnen voor de gewenste ontwikkelingen van de verschillende ecotopenklassen in de Westerschelde. Aan de hand van deze gewenste ontwikkelingen worden in deze paragraaf de ontwikkelingen binnen het bestaande areaal van de Westerschelde geëvalueerd.

De toename van het laagdynamisch sublitoraal is een gewenst ontwikkeling;

De overall toename van het areaal laagdynamisch litoraal en de afname van het areaal hoogdynamisch litoraal is een gewenst ontwikkeling;

Op de slikken ligt het percentage pionierschor in de polyhaliene zone met percentage tussen 19% en 35% tussen de bovengrens van 40% en ondergrens van 5%. In de slikken van de mesohaliene zone ligt het percentage met 2% tot 3% onder de ondergrens, vanwege het grote areaal schor in het Land van Saeftinghe.

Op de Hooge platen in de Polyhaliene zone en op de Plaat van Walsoorden in de meoshaliene zone heeft een minder gewenste versnelde toename van het areaal pionierschor plaatsgevonden. Het hoogste areaal aan pionierschor is bereikt in 2008 en daarna is het areaal afgenomen en van een versnelde toename lijkt tegenwoordig geen sprake meer te zijn;

De toename van het areaal schor in beide zones is een gewenste ontwikkeling. De toename vindt grotendeels op de platen plaats en deze toename is minder gewenst;

De (ontwikkelingen van de) ecotopenarealen in de Westerschelde worden overwegend als gewenst beoordeeld. Uitzondering is het areaal pionierschor in de mesohaliene zone.

7.4 KWALITEIT WESTERSCHELDE EN ZEESCHELDE

7.4.1 LAAGWATERLIJN GRENZEND AAN LAAGDYNAMISCH LITORAAL (IN DE WESTERSCHELDE) OF ZACHTSUBSTRAAT (IN DE ZEESCHELDE).

In de Evaluatiemethodiek (Holzhauer e.a., 2011) wordt een afname van de laagwaterlijn langs het laagdynamische/ zachtsubstraat binnen een segment beschouwd als een ongunstige ontwikkeling. In de Westerschelde wordt geen ontwikkeling herkend in deze kwaliteitsparameter. De waarde schommelt als gevolg van de variatie in de aanwezigheid van laagdynamisch areaal langs de laagwaterlijn. In de Zeeschelde is in vrijwel alle segmenten is een afname te zien van zowel de lengte van de laagwaterlijn, als van de lengte van de laagwaterlijn grenzend aan het zachte substraat. In 2010 is van de laagwaterlijn een kleiner percentage zacht substraat dan in 2001 en deze afname wordt als minder gewenst beoordeeld. Alleen in de oligohaliene zone (OMES-segmenten 13 en 14) is sprake van een relatieve toename van de lengte van de laagwaterlijn grenzend aan zacht substraat en daarmee van een gewenste ontwikkeling

7.4.2 HELLING VAN HET LITORAAL EN HET GEHELE PROFIEL IN DE ZEESCHELDE

In de Zeeschelde is per profiel één opname beschikbaar, zodat nog geen uitspraak kan worden gedaan over het optreden van versteiling, vormveranderingen of de ontwikkeling van de helling. In de evaluatiemethodiek (Holzhauer e.a., 2011) wordt gesteld dat versteiling of trapsgewijze vorm in het verloop van de helling binnen een segment ongunstig is. Bedacht moet worden dat de ontwikkelingen per profiel zullen verschillen, zodat het doen van generieke uitspraken over de gehele saliniteitszone mogelijk lastig zal worden.

7.4.3 HOOGTEGRADIËNT LAAGDYNAMISCH LITORAAL (WESTERSCHELDE) EN ZACHT SUBSTRAAT (ZEESCHELDE)

Een toename van het areaal dat in een volledige hoogtetradiënt aanwezig is in het laagdynamisch habitat (Westerschelde) dan wel het zachte substraat (Zeeschelde) is volgens de Evaluatiemethodiek (Holzhauer e.a., 2011) een gewenste ontwikkeling.

In de Westerschelde is het areaal laaggelegen laagdynamisch litoraal zwaar ondervertegenwoordigd ten opzichte van het areaal middelhooggelegen laagdynamisch litoraal. Maar er is geen trend zichtbaar in de veranderingen van de hoogtetradiënt.

In de Zeeschelde wordt de verandering tussen twee ecotopenkaarten beschouwd, zodat geen sprake kan zijn van de variaties die optreden bij de zes ecotopenkaarten van de Westerschelde. In de ontwikkelingen worden de absolute arealen in de gradiënt beschouwd, evenals de relatieve ontwikkeling: welk deel van het zachte substraat onderdeel uitmaakt van een gradiënt.

Sterke saliniteitsgradiënt: Absolute afname, relatieve toename: gedeeltelijk gewenste ontwikkeling.

Oligohalien: Absolute afname, relatieve toename: gedeeltelijk gewenste ontwikkeling.

Zoet verblijftijd lang: Absolute en relatieve afname: niet gewenste ontwikkeling.

Zoet verblijftijd kort: Absolute en relatieve afname: niet gewenste ontwikkeling.

Zijrivieren Rupel en Durme: Absolute en relatieve toename: gewenste ontwikkeling.

7.4.4 ZONERING VAN SCHORREN

Omdat vegetatiekarteringen met de juiste classificaties nog niet beschikbaar zijn, heeft deze evaluatie niet plaatsgevonden.

7.4.5 SCHORBREEDTE

Naar de evaluatiemethodiek (Holzhauer e.a., 2011) is voor het schor langs de oevers een minimale breedte van 75 meter benoemd, die voldoende ruimte voor de aanwezigheid van een kreek. Hoewel geen waarderingskader is omschreven voor de veranderingen, wordt een afname van het areaal breder dan 75 m als ongewenst beoordeeld.

Polyhalien: Toename schor langs de oever, gevolgd door een afname in 2010 (voornamelijk in de Sloehaven). Na kleine toename relatief sterke afname schor breder dan 75 m, geen gewenste ontwikkeling.

Mesohalien: Klein fluctuaties zowel in het totale areaal als in het schor breder dan 75 m. Vanwege de aanwezigheid van het Land van Saeftinghe is het grootste deel van het schor in deze zeer breed. Geen uitgesproken ontwikkeling.

Sterke saliniteitsgradiënt: Toename breed en smal schor, relatieve afname smal schor: gewenste ontwikkeling.

Oligohalien: Afname breed en smal schor, relatieve afname smal schor: ongewenste ontwikkeling.

Zoet verblijftijd lang: Toename breed en smal schor, relatieve toename smal schor : ongewenste ontwikkeling.

Zoet verblijftijd kort: Toename breed en smal schor, relatieve afname smal schor : gewenste ontwikkeling.

Zijrivieren Rupel en Durme: Toename smal schor, relatieve toename smal schor: ongewenste ontwikkeling.

7.4.6 OEVERBREEDTE

Naar de evaluatiemethodiek (Holzhauer e.a., 2011) en in analogie met de KRW is voor de Westerschelde een minimale oeverbreedte van 1000 meter benoemd , voor de Beneden-Zeeschelde is die 300 m en voor de boven-Zeeschelde 300 m. Hoewel geen waarderingskader is omschreven voor de veranderingen wordt een afname van de oeverbreedte onder het minimum als ongewenst beoordeeld.

Polyhalien: Overall toename brede oever, na eerdere afname, gewenste ontwikkeling. Geheel toe te schrijven aan aanhechten Plaat van Baarland aan de oever.

Mesohalien: Overall toename brede oever, na eerdere afname, gewenste ontwikkeling. Geheel toe te schrijven aan aanhechten Plaat van Valkenisse aan de oever.

Sterke saliniteitsgradiënt: Afname brede oever en toename smalle oever, relatieve toename smalle oever en daarmee ongewenste ontwikkeling.

Oligohalien -zones: Geen verandering.

Zoet verblijftijd lang: Afname smalle oever, geen verandering relatieve bijdragen: ongewenste ontwikkeling .

Zoet verblijftijd kort: Toename areaal smalle oever, in het geheel geen brede oever en daarmee ongewenste situatie.

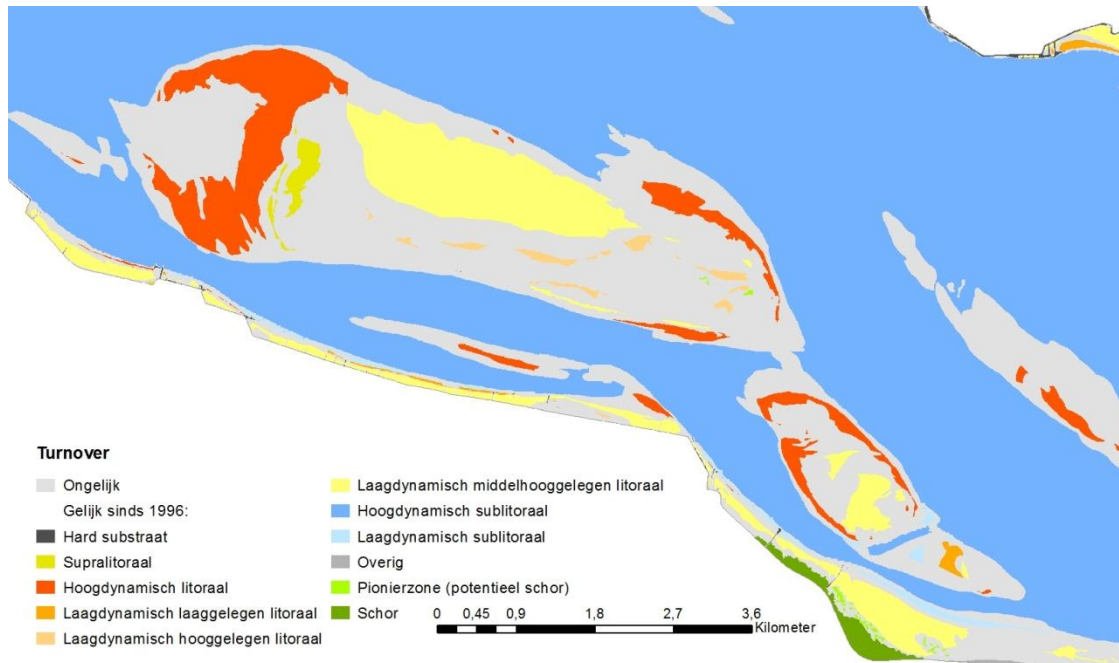
Zijrivieren Rupel en Durme: Toename areaal smalle oever, in het geheel geen brede oever en daarmee ongewenste situatie.

7.5 TURNOVER

De (on)gewenste ontwikkelingen zijn in de evaluatiemethodiek (Holzhauer e.a., 2011) vastgesteld als veranderingen in de snelheid van de turnover. Op basis van de beschikbare set ecotopenkaarten kunnen veranderingen in de snelheid van de turnover niet worden vastgesteld, omdat de periode tussen de opeenvolgende kaarten steeds verschilt. Figuur 33 laat in een grafiek zien dat de overall veranderingen in de Westerschelde overwegend afnemen, maar dat na het normaliseren over de periode tussen de opeenvolgende opnamen sprake lijkt te zijn van een toename. Voor toekomstige evaluaties geldt dus ook dat een vergelijkbare opname periode tussen de opnames een voorwaarde is voor een kwantitatieve vergelijking van de turnover. Analyse van de ecotopenkaarten tot en met 2012 kan hiervoor informatie opleveren, omdat de serie 2008-2010-2012 twee periodes van twee jaar omvat. De serie 2010-2011-2012 omvat twee periodes van een jaar.

In de Westerschelde is sprake van een aantal gebieden waar de ecotopen gedurende lange tijd ongewijzigd zijn. In de kaart in figuur 61 is de omgeving van de Hooge platen getoond, waarbij alle onveranderde ecotopen uit de periode 1996-2012 herkenbaar zijn. Naast het grote areaal hoogdynamisch sublitoraal dat ongewijzigd (blauw),

vallen de hoogdynamische (oranje) en middelhooggelegen laagdynamische (lichtgele) litorale delen op. In potentie bieden de laagdynamische litorale delen die ongewijzigd zijn voordelen voor de daar aanwezige bodemdieren, omdat deze gebieden over langere periode relatief stabiel zijn. Bedenk hierbij wel dat nog steeds erosie en sedimentatie kan plaatsvinden in deze gebieden, zodat de stabiliteit schijnbaar kan blijken. Het laagdynamische gebied op het centrale deel van de Hooge platen is bijvoorbeeld decimeters in hoogte toegenomen in de periode van 1996 -2012.



Figuur 61 Hooge platen in de ecotopenkaart 1996 met gemarkeerd de gebieden waarvan het ecotoop is gewijzigd in de periode 1996-2012 (Ongelijk).

7.6 EVALUATIE T2009 LEEFOMGEVING

De communicatie-indicator Leefomgeving voor flora en fauna is een onderdeel van de hoofdfunctie Natuurlijkheid van het Schelde-estuarium. Het uitgangspunt voor de evaluatie van Leefomgeving is dat voor een natuurlijk functionerend Schelde-estuarium het oppervlak aan verschillende habitats evenwichtig verdeeld is, het aanwezige laagdynamisch habitat van voldoende kwaliteit is en sprake is van stabiliteit van habitats.

In figuur 62 is het resultaat van de evaluatie van leefomgeving samengevat en hieronder zijn de verschillende ontwikkelingen toegelicht.

In de Westerschelde is in het sublitoraal het laagdynamische areaal toegenomen en dit is een gewenste ontwikkeling. In het litoraal hebben grote schommelingen plaatsgevonden in de arealen hoog- en laagdynamisch. De overall toename van het laagdynamische areaal en de afname van het hoogdynamische areaal is een gewenste ontwikkeling. De toename van het areaal schor en pionierschor op de platen is een ongewenste ontwikkeling (zie rood kader in de piramide van figuur 61). De waargenomen veranderingen in de arealen van de Westerschelde worden overwegend positief beoordeeld.

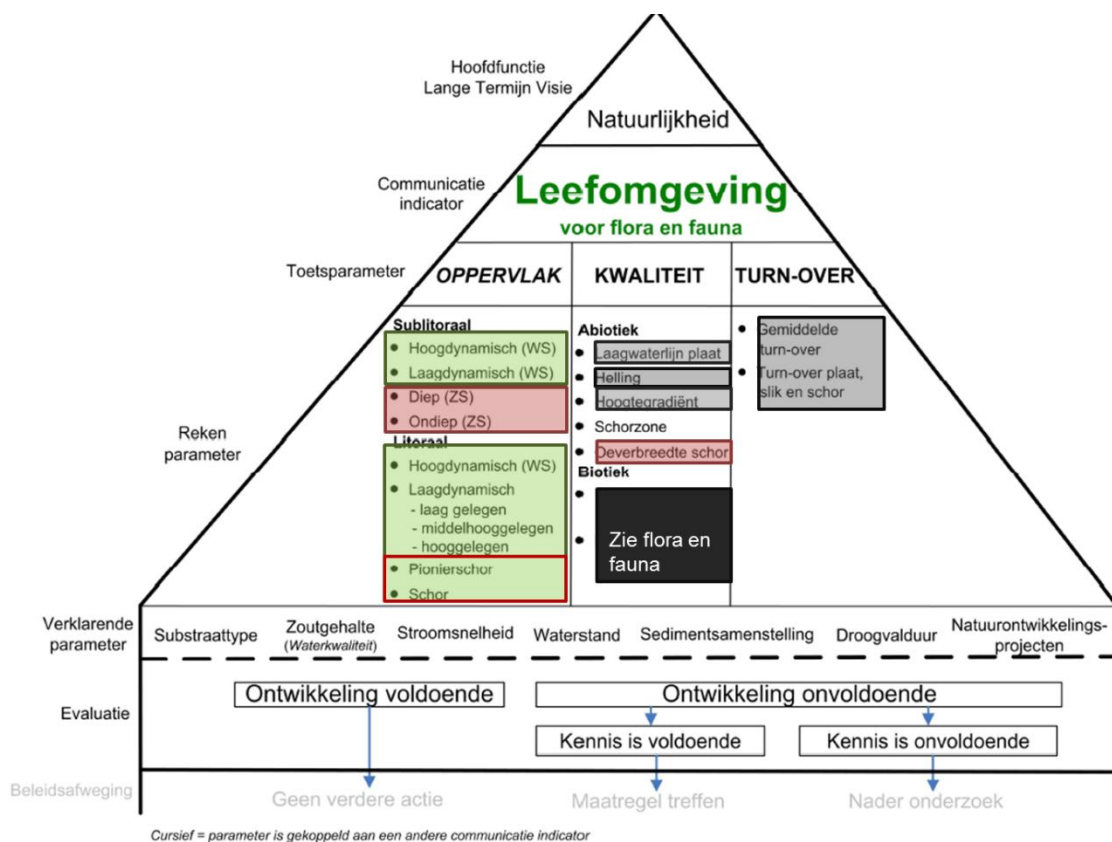
In de Beneden Zeeschelde is het diep sublitoraal toegenomen ten koste van het ondiep sublitoraal en het litoraal en dit zijn geen gewenste ontwikkelingen. Het schor is overwegend toegenomen en dit is een gewenste ontwikkeling, hoewel de afname van litoraal daarbij ongewenst is. De toename van het totale areaal van de

Beneden Zeeschelde heeft betrekking op de ingebruikneming van dokken en haveningen. De waargenomen arealen in de Zeeschelde zijn kleiner dan de referentiearealen, In de toekomst zullen deze tekorten worden opgelost door maatregelen die volgen uit het beslist beleid (Van de Bergh, 2012).

De kwaliteitsparameters laagwaterlijn en hoogtegradiënt vertonen grote variaties, zodat het niet mogelijk is om trends in de ontwikkelingen vast te stellen. Een beoordeling kan dan ook niet plaatsvinden. Naar verwachting zal dit ook bij toekomstige evaluaties lastig blijven.

Voor de turnover is een kwantitatieve vergelijking niet mogelijk, omdat de periode tussen de opnames steeds verschilt. Daarom kan nooit worden uitgesloten dat vastgestelde veranderingen in de snelheid het gevolg zijn van verschillen in de waarneming. Ook dit zal een lastig punt blijven zolang de periode tussen de ecotopenkaarten varieert.

Voor schor- en oeverbreedte kan worden geconstateerd dat deze op veel plekken niet de gewenste breedte hebben.



Figuur 62 Overzicht van evaluatie Leefomgeving, (naar Holzhauer e.a., 2011).



Referenties

- Baan, P.J.A., M.A. Menke, J.G. Boon, M. Bokhorst, J.H.M. Schobben & C.P.L. Haenen (1998). Risico Analyse Mariene Systemen (RAM). Verstoring door menselijk gebruik. Waterloopkundig Laboratorium, rapport T1660.
- Baas, J.H., (1993). Dimensional analysis of current ripples in recent and ancient depositional environments. Proefschrift Universiteit Utrecht, Geologica Ultraiectina 106.
- Bartholdy, J., Bartholomä, A. & Flemming, B. W. (2002): Grain-size control of large compound flow-transverse bedforms in a tidal inlet of the Danish Wadden Sea. *Marine Geology* 188: 391-413.
- Bijkerk, R. (1988). Ontsnappen of begraven blijven. De effecten op bodemdieren van een verhoogde sedimentatie als gevolg van baggerwerkzaamheden. Literatuuronderzoek RDD aquatic ecosystems.
- Bouma, H.; de Jong, D.J.; Twisk, F.; Wolfstein, K. (2005). Zoute wateren EcotopenStelsel (ZES.1); voor het in kaart brengen van het potentiële voorkomen van levensgemeenschappen in zoute en brakke rijkswateren. Rapport RIKZ RIKZ, 2005.024.
- Canete Ji., C.S. Gallardo, M. Romero & R. Ambler (2007). Planktonic drifting dispersal of early juvenile *Trochita calyptraeaformis*. *Jour. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 346: 1-7.
- Cleveringa, J. 2007. Milieueffectrapport Verruiming vaargeul Beneden-Zeeschelde en Westerschelde; Achtergronddocument Morfologische ontwikkeling Westerschelde; Fenomenologisch onderzoek naar de ontwikkelingen op meso-schaal. rapport
- Comitato J.A., S.F. Thrush, R.D. Pridmore, J.E. Hewitt & V.J. Cummings (1995). Dispersal dynamics in a wind-driven benthic system. *Limn. Ocean.* 40: 1513-1518.
- de Jong, J.W. & J.M. Reitsma, 2011. Toelichting bij de Geomorfologische Kartering Westerschelde 2010; Op basis van false colour-luchtfoto's 1:10.000. Rijkswaterstaat, Bureau Waardenburg rapport.
- de Jong, J.W. 2012. Toelichting bij de Geomorfologische Kartering Westerschelde 2011; Op basis van false colour-luchtfoto's 1:15.000. Rijkswaterstaat, Bureau Waardenburg rapport.
- Baas, J. H., Oost, A. P., Sztano, O. K., de Boer, P. L. and Postma, G. (1993), Time as an independent variable for current ripples developing towards linguoid equilibrium morphology. *Terra Nova*, 5: 29-35.
- Flemming, B. W. & Davis, R. A. Jr. (1992): Dimensional adjustment of subaqueous dunes in the course of a spring-neap semicycle in a mesotidal backbarrier channel environment (German Wadden Sea, southern North Sea). Pp. 28-30 in: Flemming, B. W. (ed.): Abstract Volume Tidal Clastics 1993. Courier Forschungsinstitut Senckenberg, 151.
- Gibson, R.N. (2003). Go with the flow: tidal migration in marine animals. *Hydrobiologia* 503: 153-161.
- Hiddink J.G. (2002). The adaptive value of migrations for the bivalve *Macoma balthica*. Thesis Rijksuniversiteit Groningen

- Holzhauser, H.; Maris, T.; Meire, P.; Van Damme, S.; Nolte, A.; Kuijper, K.; Taal, M.; Jeuken, C.; Kromkamp, J.; van Wesenbeeck, B.; Van Ryckegem, G.; Van den Bergh, E.; Wijnhoven, S. (2011). Evaluatiemethodiek Schelde-estuarium. Fase 2. Vlaams Nederlandse Schelde Commissie (VNSC).
- Hunt, H.I. (2004). Transport of juvenile clams: "effects of species and seiment grain size. Jour. Exp. Mar. Biol. Ecol. 312: 271-284.
- Lenihan HS & Micheli F (2001). Soft sediment communitieis In: Marine Community Ecology.
- Maris, T., S. Wijnhoven, S. Van Damme, O. Beauchard, E. Van den Bergh, & P. Meire (2013) Referentiematrices en Ecotooppervlaktes; Annex bij de Evaluatiemethodiek Schelde-estuarium. ECOBE 013-R156.
- Nolte, A. e.a., (2012) Vervolgonderzoek drie buitendijkse maatregelen voor natuurherstel in de Westerschelde. Deltares rapport 1204087-000-ZKS-0154.
- Pacheco, A.S., R.A. Uribe, M. Thiel, M.E. Oliva & J.M. Riascos (2013). Dispersal of post larval macrobenthos in sybital sedimentary habitats: Roles of vertical diel migration, water column, bedload transport and biological traits' expression. J. Sea Res. 77: 79-92.
- Plancke, Y.; Vos, G.; De Mulder, T.; Mostaert, F. (2009). Habitatmapping Westerschelde: deelrapport 1. Classificatie op basis van bodemvormen en hydrodynamica. Versie 3.0. WL Rapporten, 754_06. Waterbouwkundig Laboratorium.
- Powilleit M., J. Kleine & H. (2006). Impacts of experimental dredged material disposal on a shallow, sublittoral macrofauna community in Mecklenburg Bay (western Baltic Sea). Mar. Poll. Bull. 52: 386-396.
- Smit M.G.D., J.E. Tamis, R.G. Jak, C.C. Karman, G. Kjeilen-Eilertsen, H. Trannum & J. Neff (2006). Threshold levels and risk functions for non-toxic sediment stressors: burial, grain size changes and hypoxia. ERMS Report no. 9.
- Speybroeck, J., Van Ryckegem, G., Vandevoorde, B. & Van den Bergh, E. (2011). Evaluatie van natuurontwikkelingsprojecten in het Schelde-estuarium: 2de rapportage van de projectmonitoring periode 2006-2009. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, R.2011.21. Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek (INBO).
- Van Braeckel, A. (2013). Geomorfologie – Fysiotopen - Ecotopen. p. 89-102 In Van Ryckegem, G. (red.). MONEOS – Geïntegreerd datarapport Toestand Zeeschelde INBO 2012. Monitoringsoverzicht en 1ste lijnsrapportage Geomorfologie, diversiteit Habitats en diversiteit Soorten. Rapport INBO.R.2013.26. Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.
- Van Braeckel, A., Piesschaert, F. & E. Van den Bergh. 2006. Historische analyse van de Zeeschelde en haar getijgebonden zijrivieren. 19e eeuw tot heden. INBO.R.2006.29. Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel, 178 pp.
- Van Colen C., D. Verbelen, K. Devos, L. Agten, J. Van Tomme, M. Vincx M & S. DeGraer (2014). Sediment-benthos relationships as a tool to assist in conservation practices in a coastal lagoon subjected to sediment change. Biodiversity and Conservation 23 (4): 877-889.
- Van den Bergh E., 20102. Toets van het MWeA aan de in INBO.A.2012.79 voorgestelde vereiste habitatoppervlakte voor de verschillende zones van de Zeeschelde. INBO. Advies INBO.A.2012.154.
- Van den Neucker, T., Verbessem, I., Van Braeckel, A., Stevens, M., Spanoghe, G., Gyselings, R., Soors, J., De Regge, N., De Belder, J. & Van den Bergh, E. (2007). Evaluatie van natuurontwikkelingsprojecten in het Schelde-estuarium. Rapport van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, R.2007.54. Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek
- van der Wal, D., A. Wielemaker, D. Raymaekers, E. Knaeps, T. Ysebaert, T.J. Bouma, H. Hummel & P.M.J. Herman (2010a). Ecologisch monitoringprogramma alternatieve stortlocaties Westerschelde; T0 Oostelijke

- Westerschelde. Eindrapport. Nederlands Instituut voor Ecologie (NIOO-KNAW) in samenwerking met VITO-TAP.
- van der Wal, D., A. Wielemaker, D. Raymaekers, E. Knaeps, T. Ysebaert, T.J. Bouma, H. Hummel & P.M.J. Herman (2010b). Ecologisch monitoringprogramma alternatieve stortlocaties Westerschelde: Plaat van Walsoorden. Eindrapport. Nederlands Instituut voor Ecologie (NIOO-KNAW) in samenwerking met VITO-TAP,
- van Eck, G.Th.M.; Holzhauer, H. (Ed.) (2007). Monitoring van de effecten van de verruiming 48'/43': MOVE eindrapport 2006 (Rapport 10). Rapport Rijkswaterstaat RIKZ2007.003.
- Vos, P.C., P.L.de Boer, P.L. & R. Misdorp, (1988) Sediment stabilization by benthic diatoms in intertidal sandy shoals. In: P.L. de Boer et al. (reds.) Tide-Influenced Environment and Facies, 511-526.
- Ysebaert, T.J.; Plancke, Y.; Bolle, L.J.; De Mesel, I.G.; Vos, G.; Wielemaker-Van den Dool, A.; van der Wal, D.; Herman, P.M.J. (2009). Habitatmapping Westerschelde: deelrapport 2. Ecologische karakteristieken en ecotopen in het subtidaal van de Westerschelde. Nederlands Instituut voor Ecologie (NIOO -KNAW). Centrum voor Estuariene en Mariene Ecologie: Yerseke. 106 pp.

Bijlage 1 Arealen in tabellen

Tabel 36 Oppervlakte voor de verschillende ecotopen in hectaren voor de gehele Westerschelde.

Totaal Westerschelde	1996	2001	2004	2008	2010
Hoogdynamisch sublitoraal	19.266	19.352	19.467	19.339	19.288
Laagdynamisch sublitoraal	411	488	551	619	685
Hoogdynamisch litoraal	3.881	3.743	3.451	3.656	3.330
Laagdynamisch laaggelegen litoraal	261	358	409	310	326
Laagdynamisch middelhooggelegen litoraal	2.670	2.695	2.881	2.664	2.853
Laagdynamisch hooggelegen litoraal	693	560	562	468	592
Pionierschor	141	212	192	408	211
Schor	2.671	2.696	2.656	2.748	2.841
Supralitoraal	325	229	234	180	237
Hard	340	319	255	269	284
Overige	61	67	63	60	75
<i>Totaal</i>	30.720	30.720	30.720	30.721	30.721

Tabel 37 Oppervlakte voor de verschillende ecotopen in hectaren voor de polyhaliene zone van de Westerschelde.

Polyhaliene zone Westerschelde	1996	2001	2004	2008	2010
Hoogdynamisch sublitoraal	16.240	16.304	16.415	16.309	16.265
Laagdynamisch sublitoraal	378	438	478	544	600
Hoogdynamisch litoraal	2.462	2.369	2.172	2.338	2.088
Laagdynamisch laaggelegen litoraal	255	333	358	253	266
Laagdynamisch middelhooggelegen litoraal	2.021	1.985	2.041	1.890	2.020
Laagdynamisch hooggelegen litoraal	445	343	348	282	378
Pionierschor	63	121	105	253	134
Schor	122	123	128	178	253
Supralitoraal	224	186	172	151	178
Hard	150	149	138	157	168
Overige	23	32	29	28	33
<i>Totaal</i>	22.384	22.384	22.384	22.384	22.384

Tabel 38 Oppervlakte voor de verschillende ecotopen in hectaren voor de mesohaliene zone van de Westerschelde.

Mesohaliene zone Westerschelde	1996	2001	2004	2008	2010
Hoogdynamisch sublitoraal	3.026	3.048	3.052	3.030	3.023
Laagdynamisch sublitoraal	33	50	74	75	85
Hoogdynamisch litoraal	1.419	1.374	1.278	1.317	1.242
Laagdynamisch laaggelegen litoraal	6	25	51	57	60
Laagdynamisch middelhooggelegen litoraal	649	710	840	774	832
Laagdynamisch hooggelegen litoraal	248	218	214	186	214
Pionierschor	78	91	86	155	77
Schor	2.549	2.572	2.528	2.569	2.588
Supralitoraal	100	43	63	29	59
Hard	190	170	117	112	117
Overige	39	35	33	32	41
Totaal	8.336	8.336	8.336	8.337	8.337

Tabel 39 Absolute en relatieve bijdrage aan totale oppervlakte voor de verschillende ecotopen voor de Westerschelde.

Totaal Westerschelde	1996	2001	2004	2008	2010
Sublitoraal	19.677	19.840	20.018	19.958	19.972
Litoraal	7.505	7.356	7.302	7.097	7.100
Supralitoraal en schor	3.137	3.137	3.082	3.336	3.290
Overige en hard	401	386	317	330	359
Relatief					
Sublitoraal	64,1%	64,6%	65,2%	65,0%	65,0%
Litoraal	24,4%	23,9%	23,8%	23,1%	23,1%
Supralitoraal en schor	10,2%	10,2%	10,0%	10,9%	10,7%
Overige en hard	1,3%	1,3%	1,0%	1,1%	1,2%

Tabel 40 Hoog- en laagdynamisch areaal in het sublitoraal en het litoraal in de gehele Westerschelde.

Totaal Westerschelde	1996	2001	2004	2008	2010
Sublitoraal					
Hoogdynamisch sublitoraal	19.266	19.352	19.467	19.339	19.288
Laagdynamisch sublitoraal	411	488	551	619	685
Percentage laagdynamisch t.o.v. totaal	2,1%	2,5%	2,8%	3,1%	3,4%
Litoraal					
Hoogdynamisch litoraal	3.881	3.743	3.451	3.656	3.330
Laagdynamisch litoraal	3.624	3.613	3.852	3.442	3.770
Percentage laagdynamisch t.o.v. totaal	48,3%	49,1%	52,7%	48,5%	53,1%

Tabel 41 Totale lengte van de laagwaterlijn en van de laagwaterlijn langs laagdynamische litorale ecotopen in de Westerschelde.

	1996	2001	2004	2008	2010
Totale lengte van de laagwaterlijn	283.305	272.950	274.307	277.621	277.871
Lengte van de Waterlijn langs laagdynamisch gebied	40.410	46.116	48.047	31.794	34.855
Laagdynamisch/totale laagwaterlijn	14,3%	16,9%	17,5%	11,5%	12,5%

Bijlage 2 Profielen Zeeschelde

De kaarten met de locaties van de dwarsdoorsneden zijn op de laatste pagina's van de bijlage opgenomen.

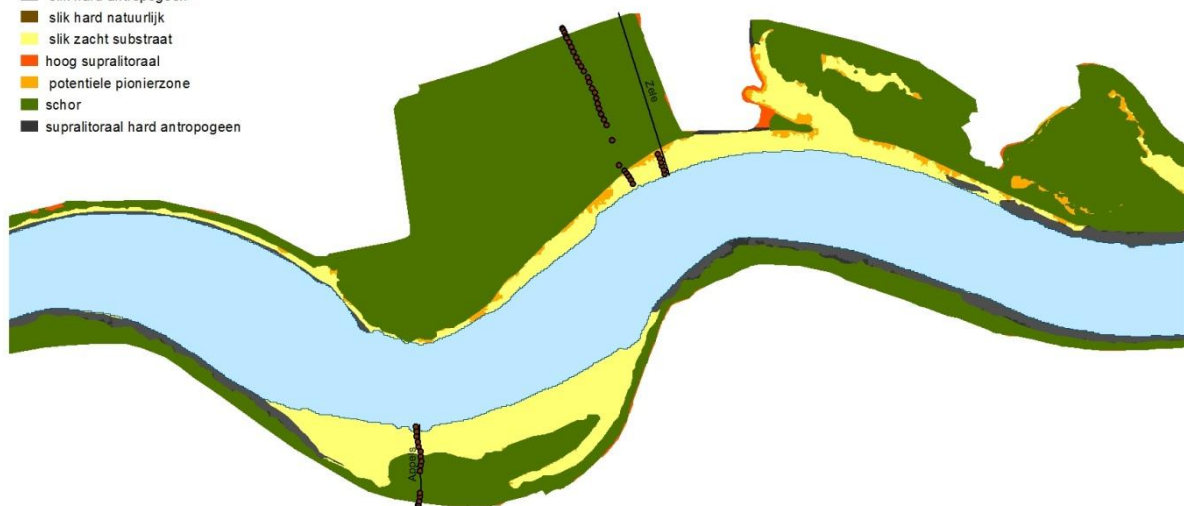
		Opname jaar		Schor en slik profiel			Onderwateroever		
Cod e	Naam	2008	2009	Vorm	Harde begrenzing	Vorm	Binnenbocht/Buitenbo cht	Erosief/ sedimenterend/stabiel	Versteiling/verflauwing/geen verandering/Bestort (?)
AP	Appels		X	bol	nee	hol	buitenbocht	stabiel	geen verandering
BA	Ballooi		X	sprong	nee	bol	binnenbocht	sedimenterend	geen verandering
BD1	Blokkersdijk - schor	X		bol	Schorrand bestort	hol	buitenbocht	erosief	versteiling
BD2	Blokkersdijk - slik	X		helling	Hard natuurlijk	"	"	"	"
BM	Bergenmeersen		X	bol	Schorrand bestort	bol	binnenbocht	erosief	geen verandering
BO	Boomken	X		sprong	bestort	hol	buitenbocht	erosief	versteiling
BR	Branst		X	sprong	nee	bol	binnenbocht	erosief	versteiling
BS	Brede schoren		X	vlak	Schorrand bestort	hol	binnenbocht	erosief	versteiling
BU	Burcht	X		sprong	Schorrand bestort	bol	buitenbocht	stabiel	geen verandering
CRa	Cramp a		X	bol	Slik bestort	hol	buitenbocht	erosief	versteiling
CRb	Cramp b		X	sprong	nee	"	"	"	"
CRc	Cramp c		X	vlak	Schorrand bestort	helling	buitenbocht	erosief	versteiling
DKa	Doelkern a		X	bol	nee	helling	buitenbocht	stabiel	geen verandering
DKb	Doelkern b		X	bol	Schorrand bestort	helling	buitenbocht	stabiel	geen verandering
DM	Durmemonding		X	vlak	nee	niet beschikbaar			
FF	Fort Filip	X		helling	nee	hol	-	erosief	versteiling
GB Sa	Groot buitenschoor a	X		helling	nee	helling	binnenbocht	stabiel	geen verandering
GB Sb	Groot buitenschoor b	X		helling	nee	"	"	"	"
GRa	Grembergen a		X	vlak	nee	bol	buitenbocht	stabiel	geen verandering
GRb	Grembergen b		X	vlak	Schorrand bestort	bol	binnenbocht	sedimenterend	verflauwing
GSa	Galgenschoor a	X		sprong	Schorrand bestort	bol	binnenbocht	stabiel	geen verandering

GSb	Galgenschoor b-schor	X		vlak	Schorrand bestort	bol	binnenbocht	stabiel	geen verandering
GSb 1	Galgenschoor b-slik	X		hol	Schorrand bestort	"	"	"	"
GS H	Groot schor Hamme		X	vlak	Waterlijn bestort	helling	-	stabiel	geen verandering
GW	Galgenweel	X		sprong	Schorrand bestort	hol	binnenbocht	erosief	versteiling
HE	Heusden		X	bol	nee	bol	-	sedimenterend	?
HP	Hooipolder	X		sprong	Schorrand bestort	hol	binnenbocht	stabiel	geen verandering
KPa	Ketenisse a	X		hol	Schorrand bestort	hol	-	stabiel	geen verandering
KPb	Ketenisse b	X		helling	nee	"	"	"	"
KPc	Ketenisse c	X		hol	bestort	sprong	binnenbocht	erosief	versteiling
KPd	Ketenisse d	X		hol	bestort	sprong	binnenbocht	erosief	geen verandering
KS	Konkelschoor		X	vlak	Schorrand bestort	hol	binnenbocht	stabiel	geen verandering
KV	Kijkverdriet - schor		X	vlak	nee	helling	-	erosief	geen verandering
KV	Kijkverdriet - slik		X	helling	"	"	"	"	"
LH	Lillo haven-schor	X		bol	Schorrand bestort	helling	binnenbocht	erosief	versteiling
LH	Lillo haven-slik	X		helling	"	"	"	"	"
LP	Lillo potpolder - schor	X		hol	Schorrand bestort	hol	binnenbocht	erosief	versteiling
LP	Lillo potpolder - slik	X		bol	"	"	"	"	"
MK	Mariekerke		X	sprong	nee	helling	buitenbocht	stabiel	geen verandering
NO	Notelaer -schor		X	vlak	nee	hol	-	stabiel	geen verandering
NO	Notelaer -slik		X	helling	"	"	"	"	"
OD1	Ouden Doel - schor	X		vlak	Schorrand bestort	helling	nevengeul	sedimenterend	versteilend
OD2	Ouden Doel - slik	X		bol	Schorrand bestort	"	"	"	"
PD	Plaat/Driegoten		X	sprong	nee	helling	binnenbocht	erosief	geen verandering
RM a	Rupelmonding a	X		bol	Schorrand bestort	hol	binnenbocht	erosief	versteilend

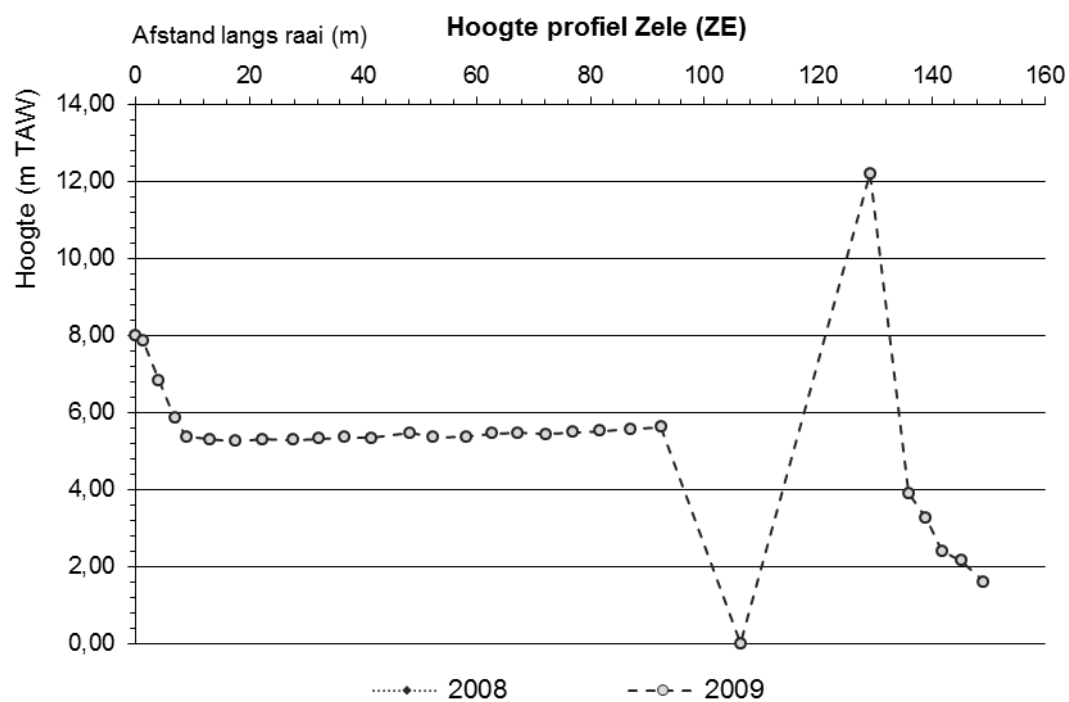
RM b	Rupelmonding b	X		hol	Schorrand bestort	helling	binnenbocht	erosief	stabiel
TE	Temse		X	sprong	nee	hol	binnenbocht	erosief	versteilend
TS	Twaalf sluizen	X		sprong	Schorrand bestort	helling	-	stabiel	geen verandering
VL	Vliet	X		sprong	Schorrand bestort	hol	buitenbocht	stabiel	geen verandering
WE	Weert		X	vlak	nee	bol	binnenbocht	erosief	geen verandering
WM	Wijmeers		X	hol	nee	hol	binnenbocht	stabiel	geen verandering
ZE	Zeale -schor		X	sprong ?	nee	hol	buitenbocht	erosief	geen verandering
ZE2	Zeale - slik		X	Bol	nee	"	"	"	"

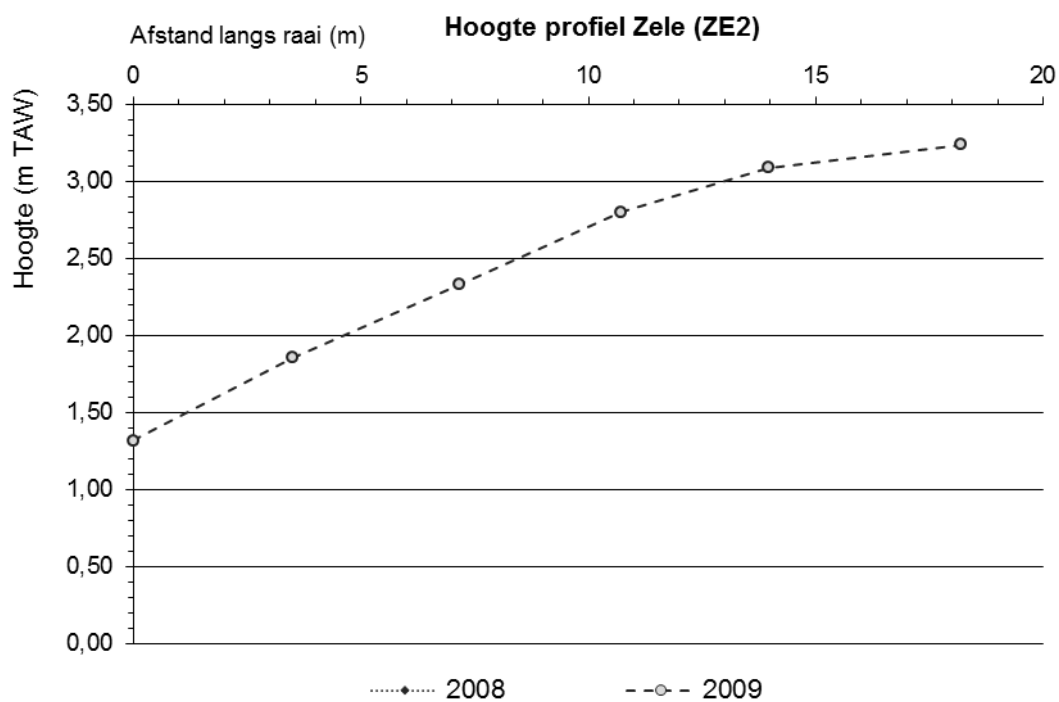
Ecotopen Schelde 2010

- Puntmetingen 2008
- Puntmetingen 2009
- Profiellijnen
- Laagwaterlijn
- Ecotoop**
- GOG
- antropogeen
- subtidaal
- slik hard antropogeen
- slik hard natuurlijk
- slik zacht substraat
- hoog supralitoraal
- potentiële pionierzone
- schor
- supralitoraal hard antropogeen



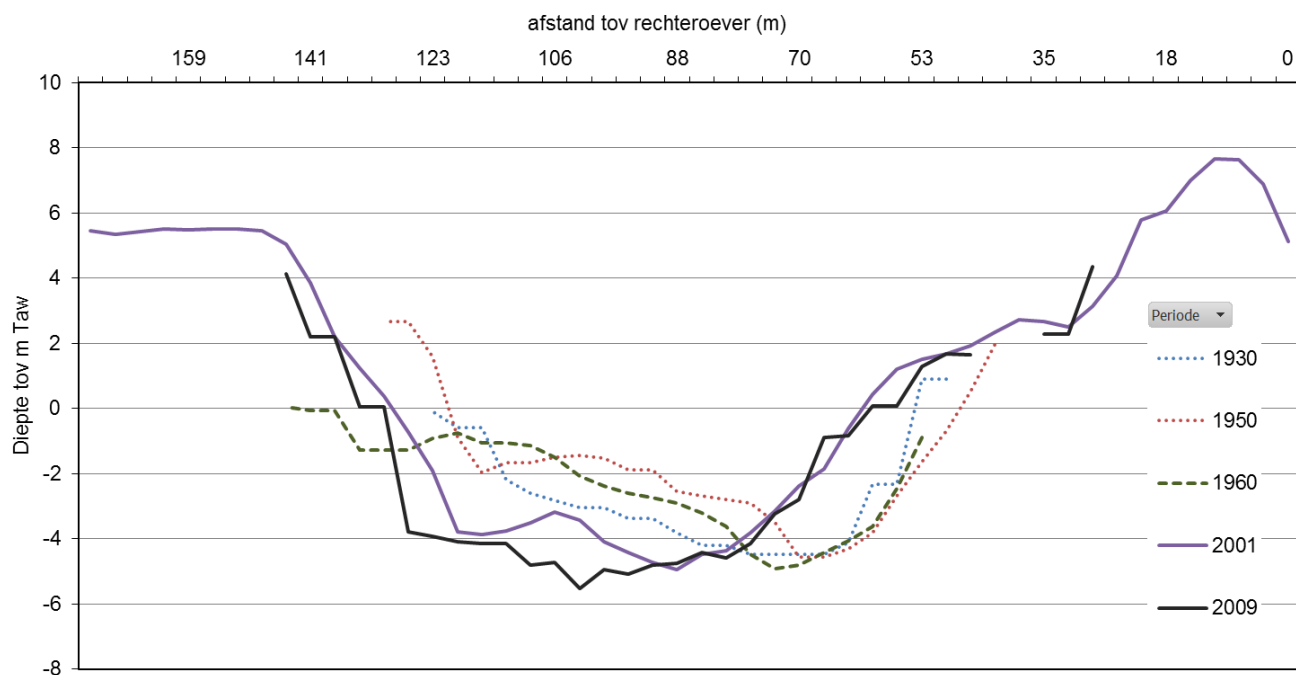
0 0,0375 0,075 0,15 0,225 0,3
Kilometers





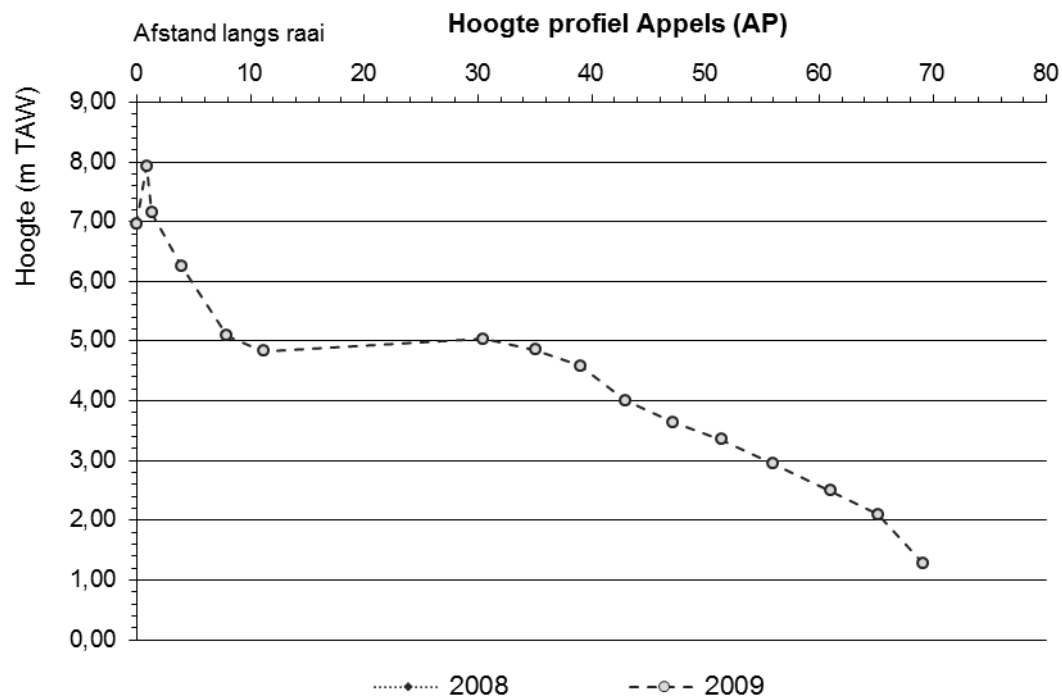
Afstand tot BNgren ☒

Gemiddelde van mTAW



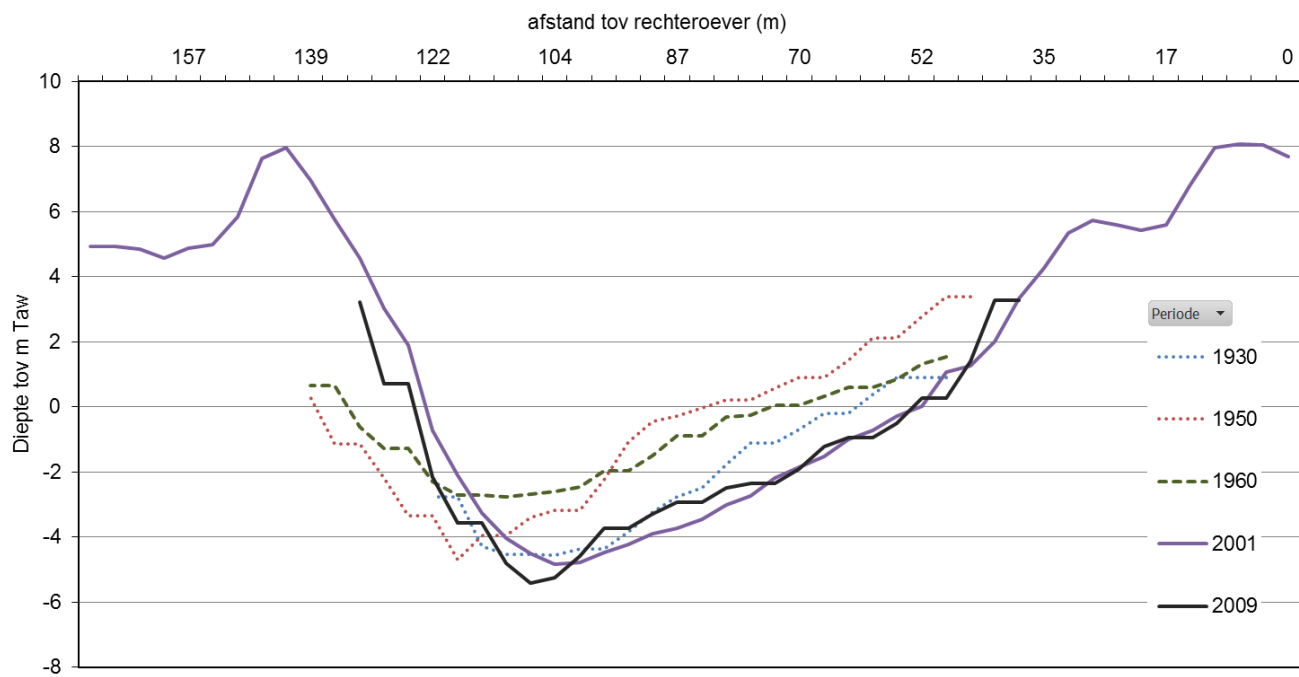
Afstand tot Oever ☐

Profiel 74.00



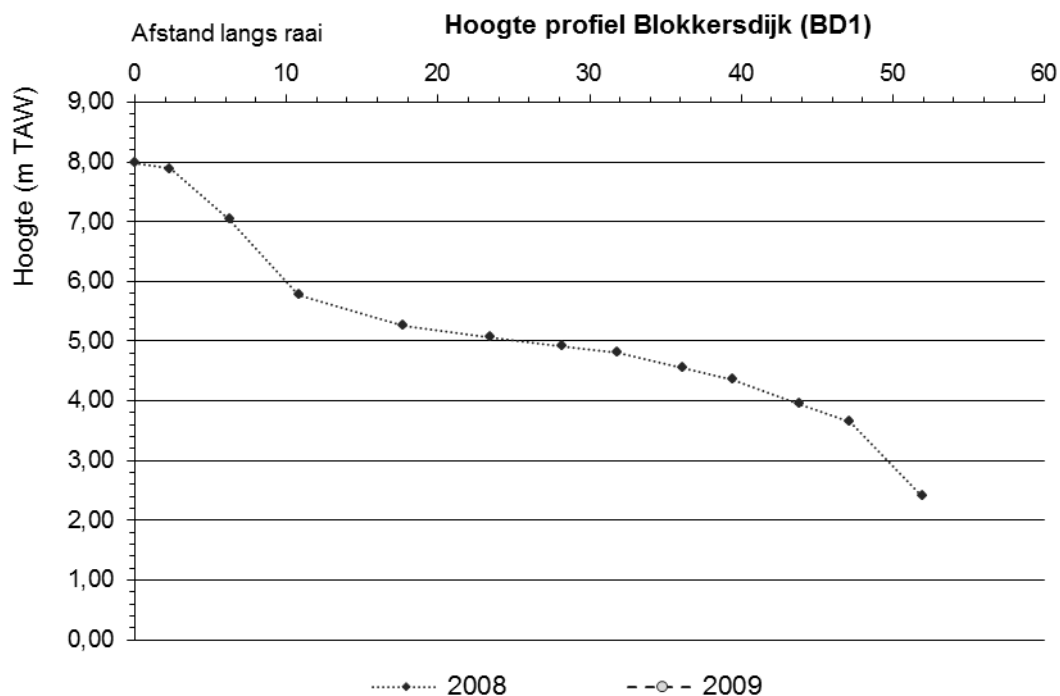
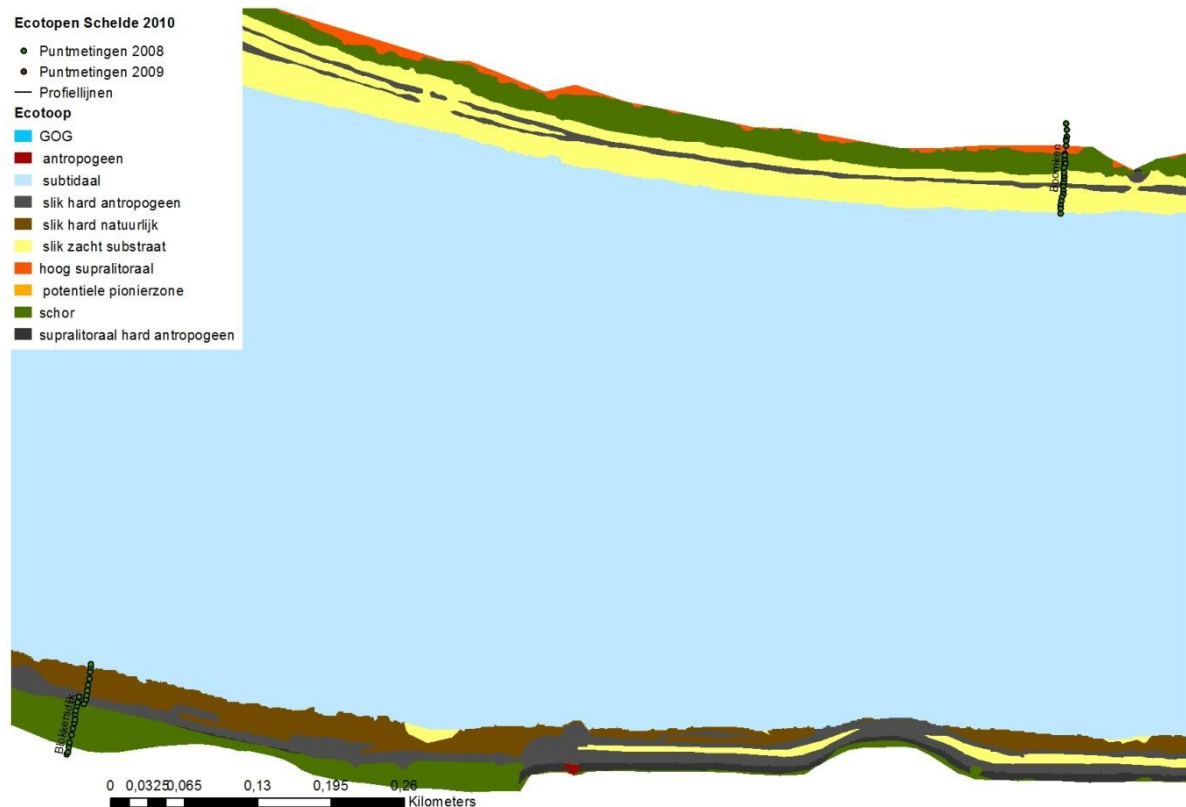
Afstand tot BNgren

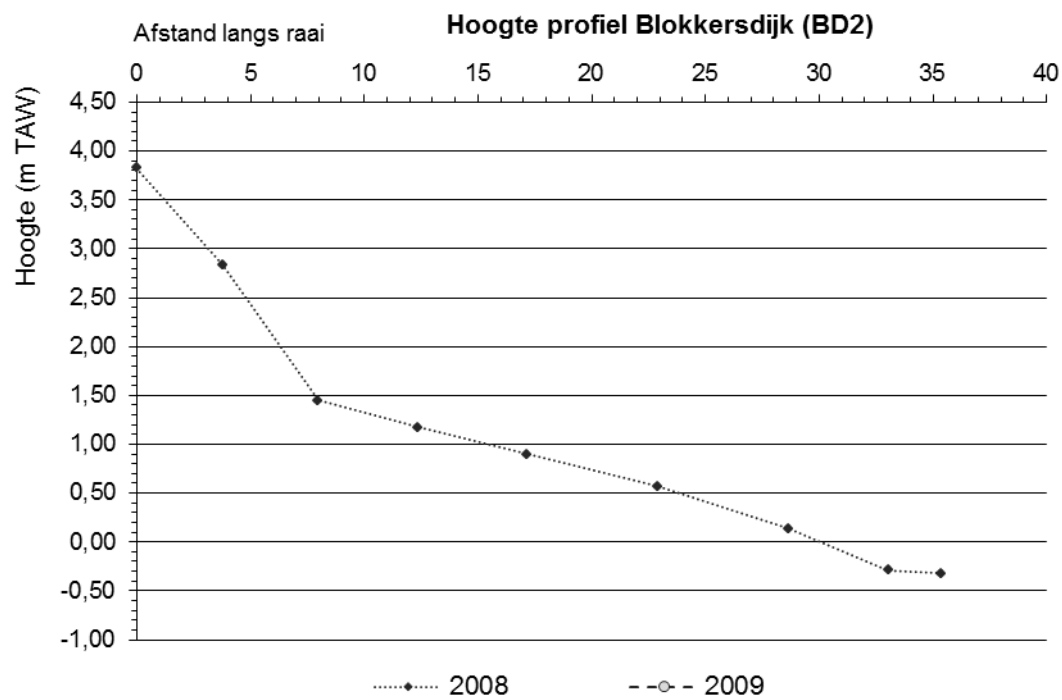
Gemiddelde van mTAW



Afstand tot Oever

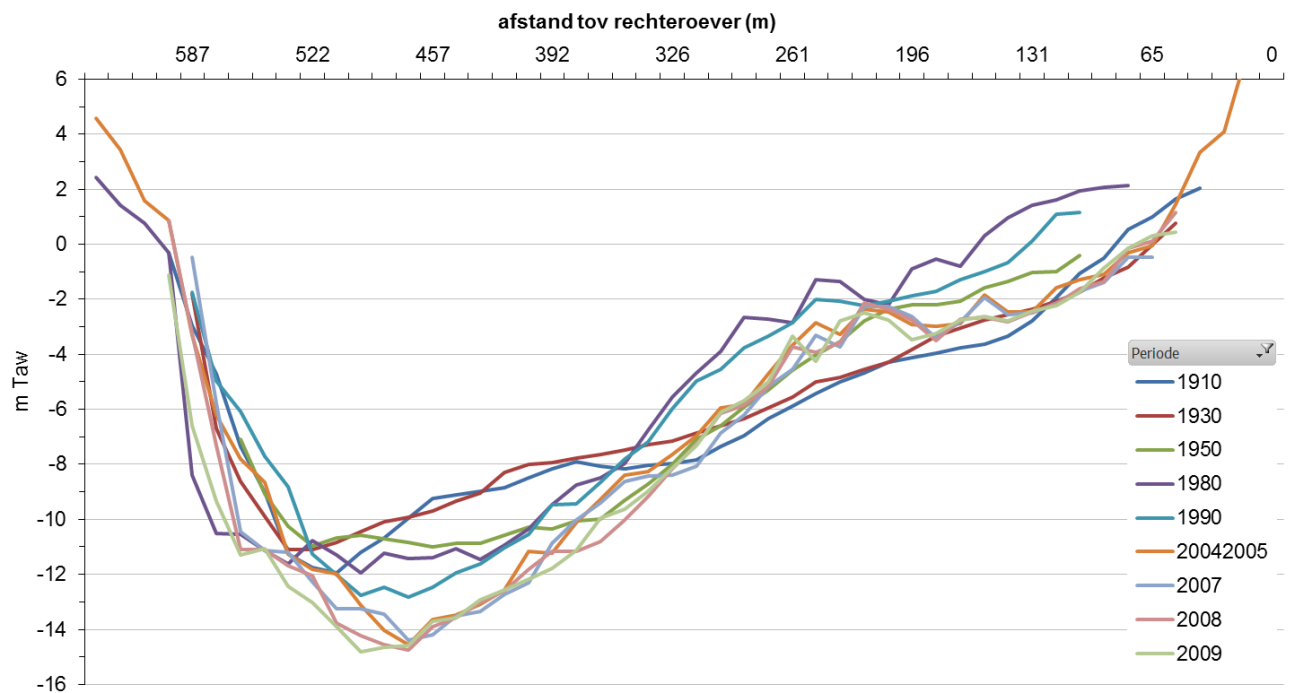
Profiel 74.25





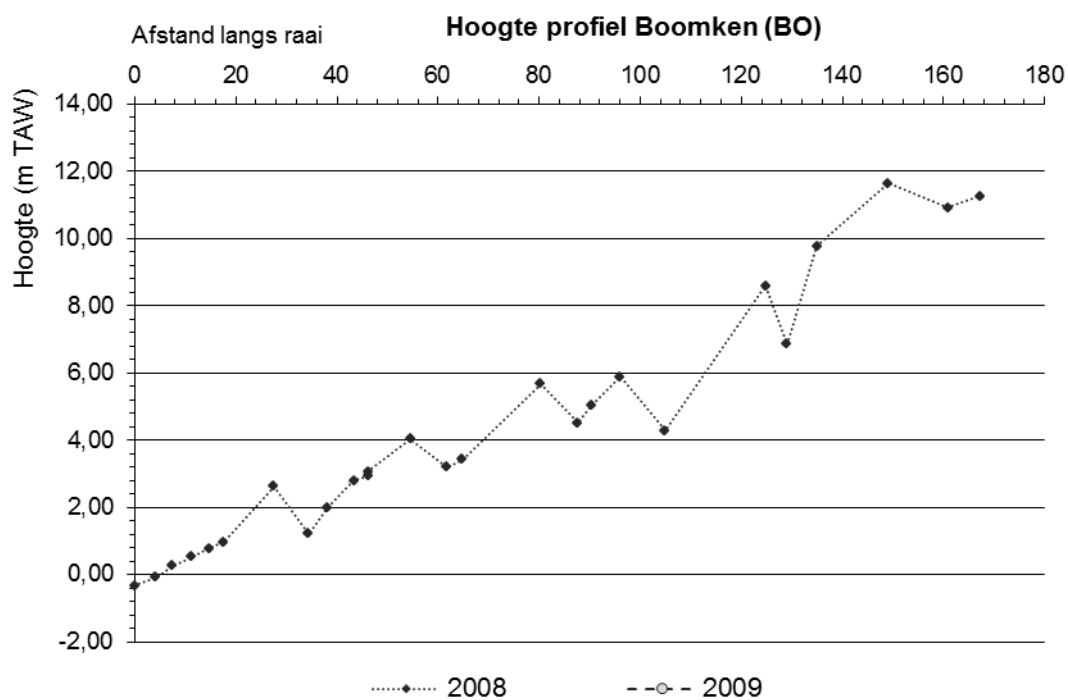
Afstand tot BNgren

Gemiddelde van mTAW



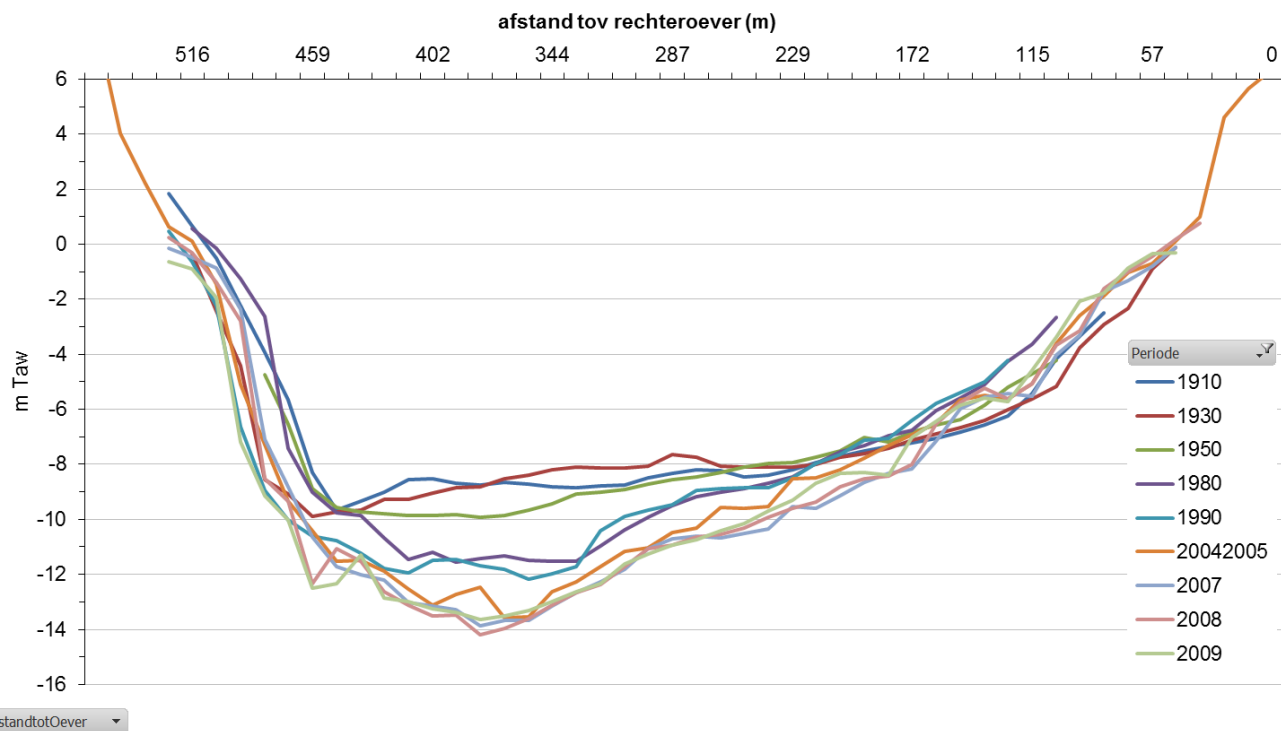
Afstand tot Oever

Profiel 22.00

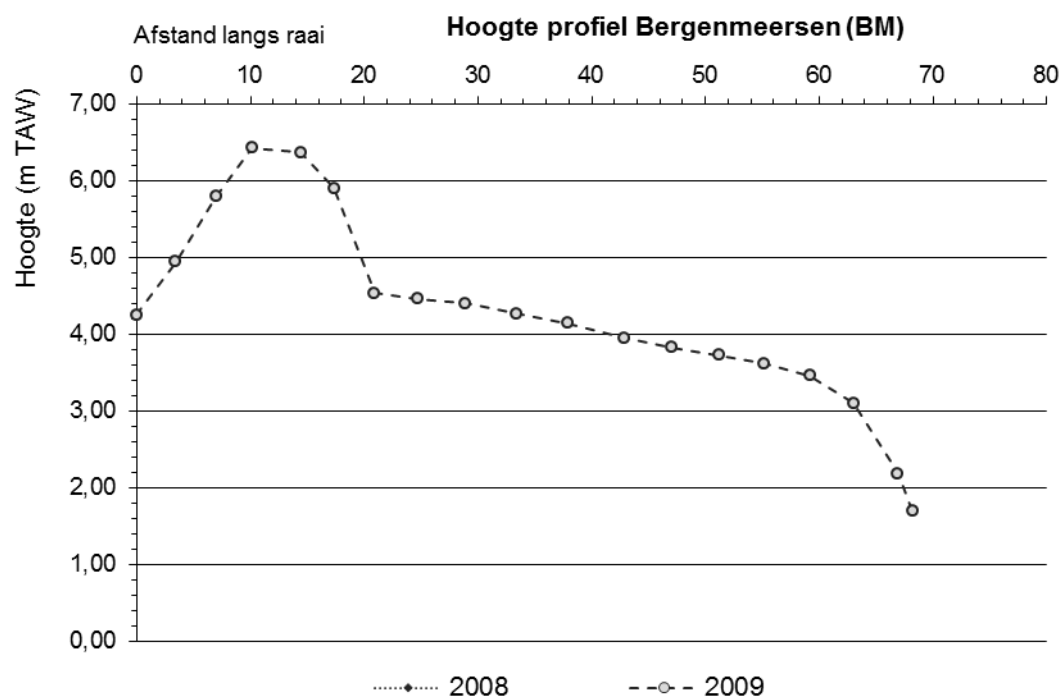
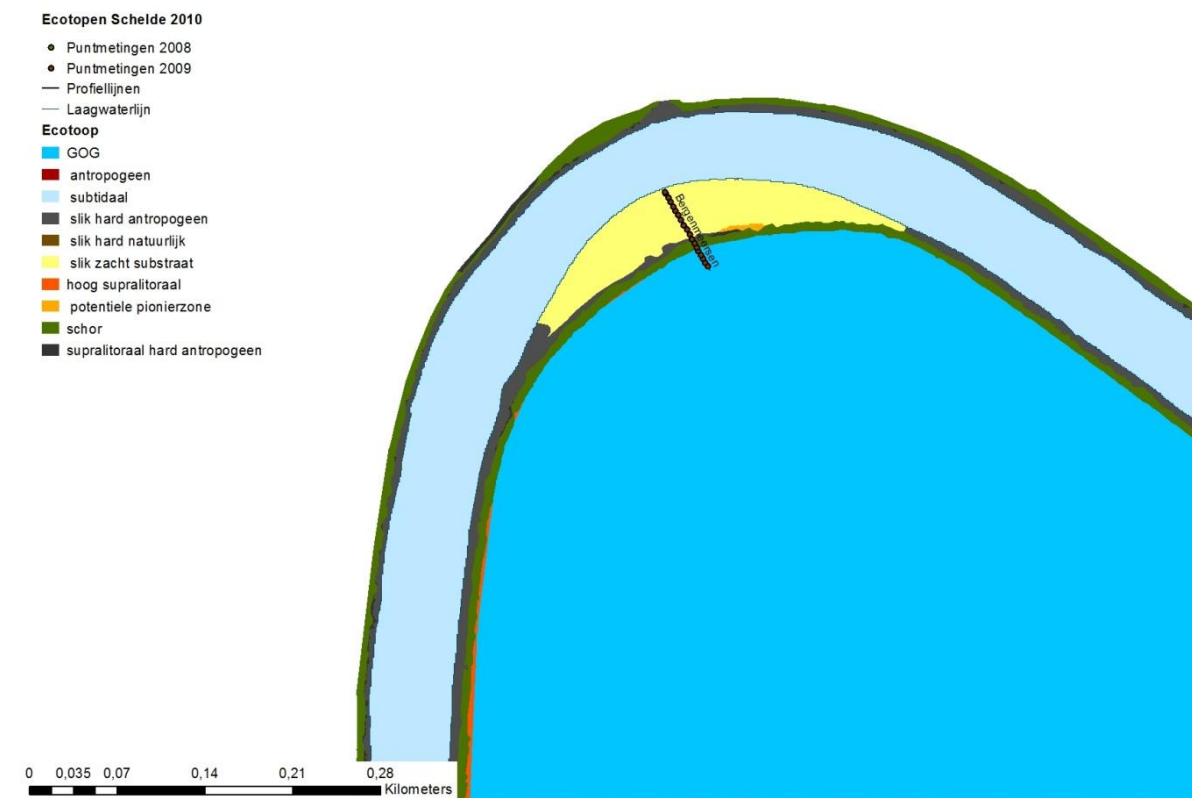


Afstand tot BNgren

Gemiddelde van mTAW

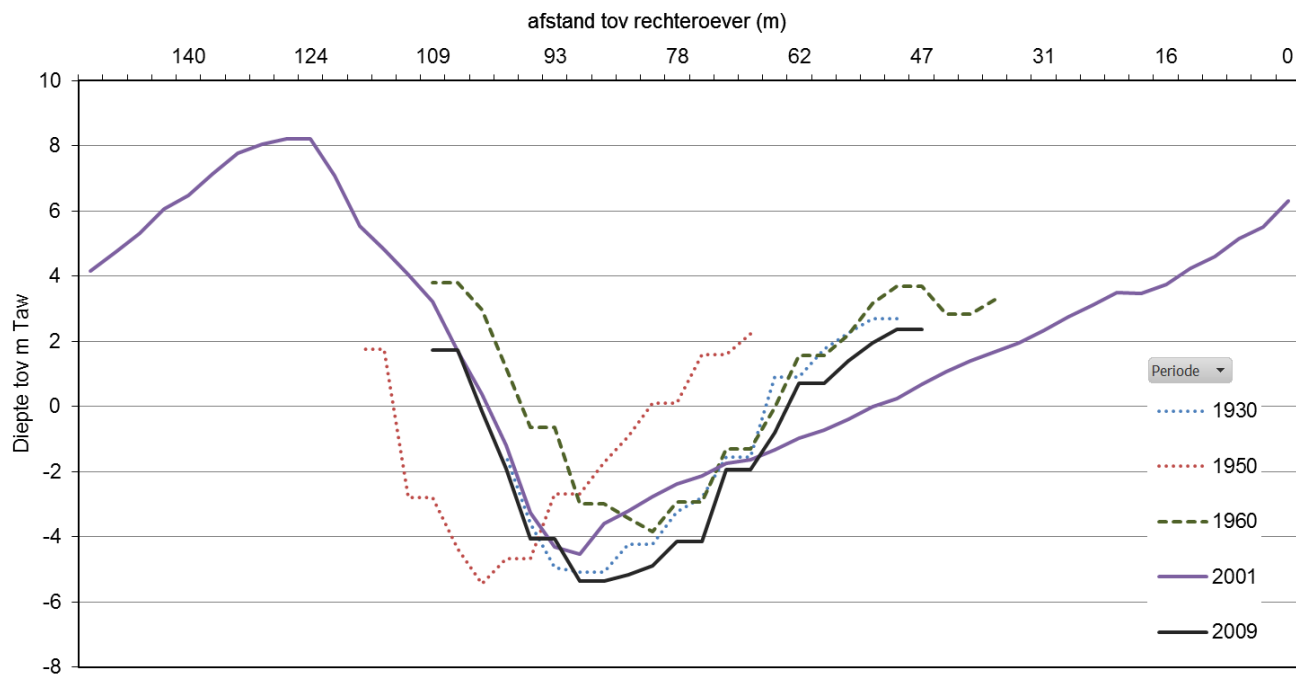


Profiel 22.75



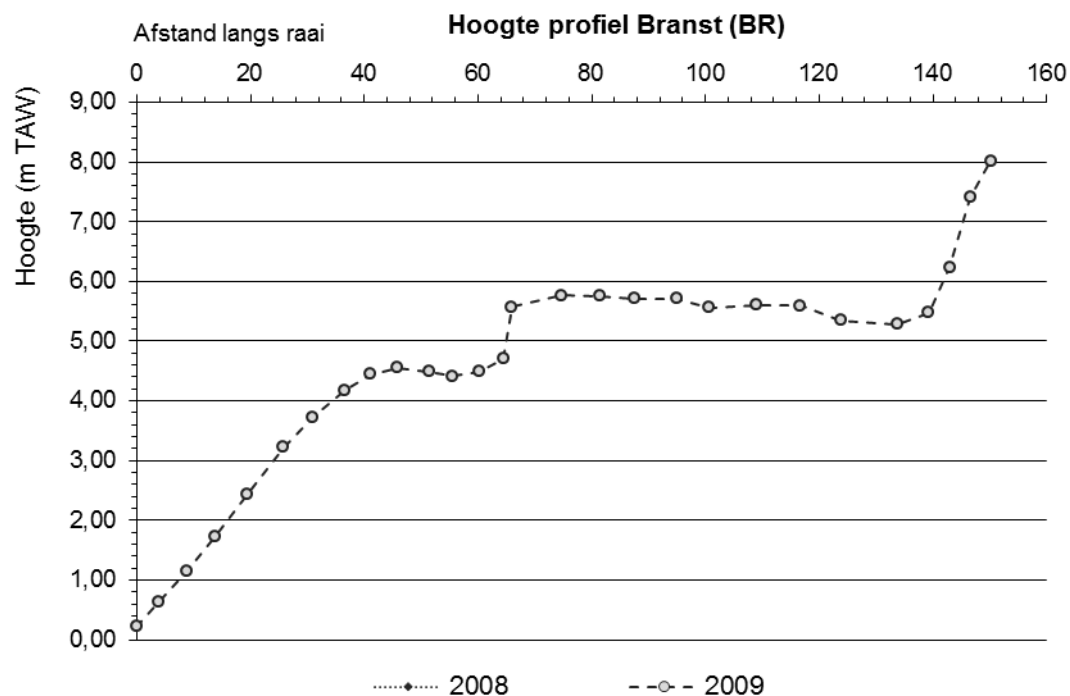
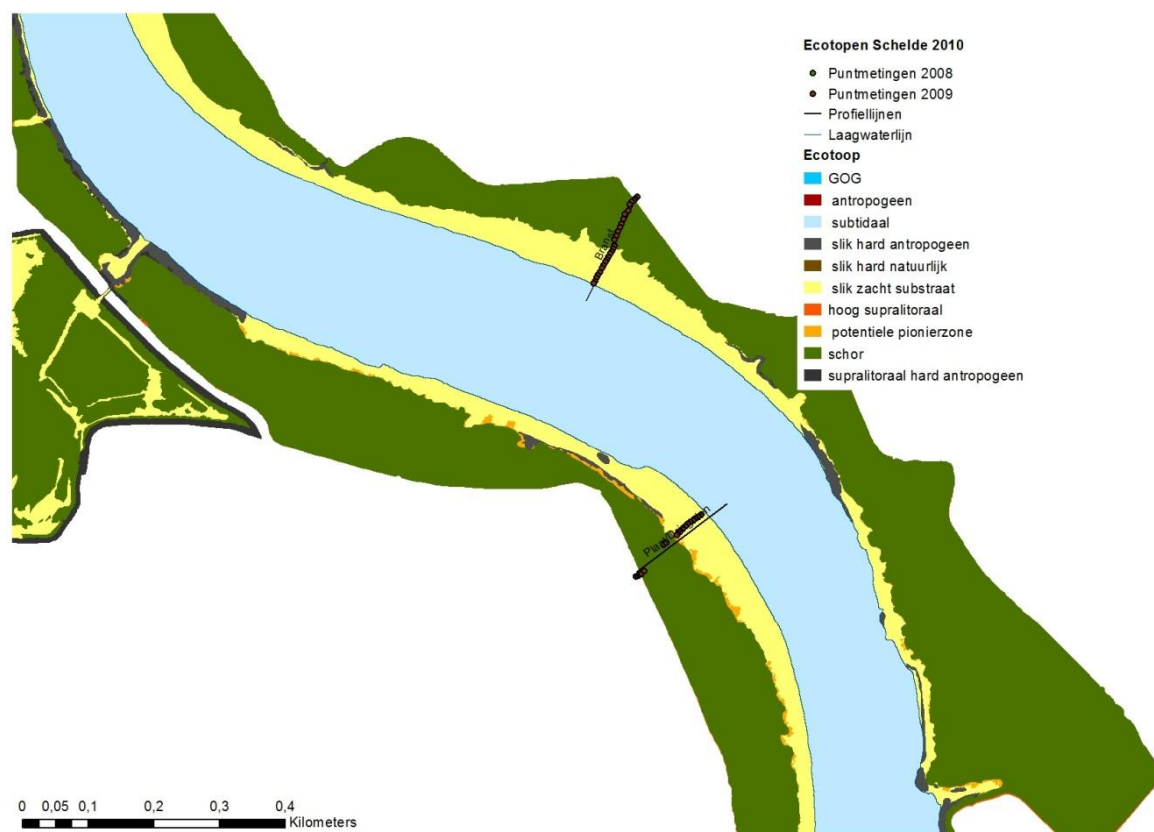
Afstand tot BNGren

Gemiddelde van mTAW



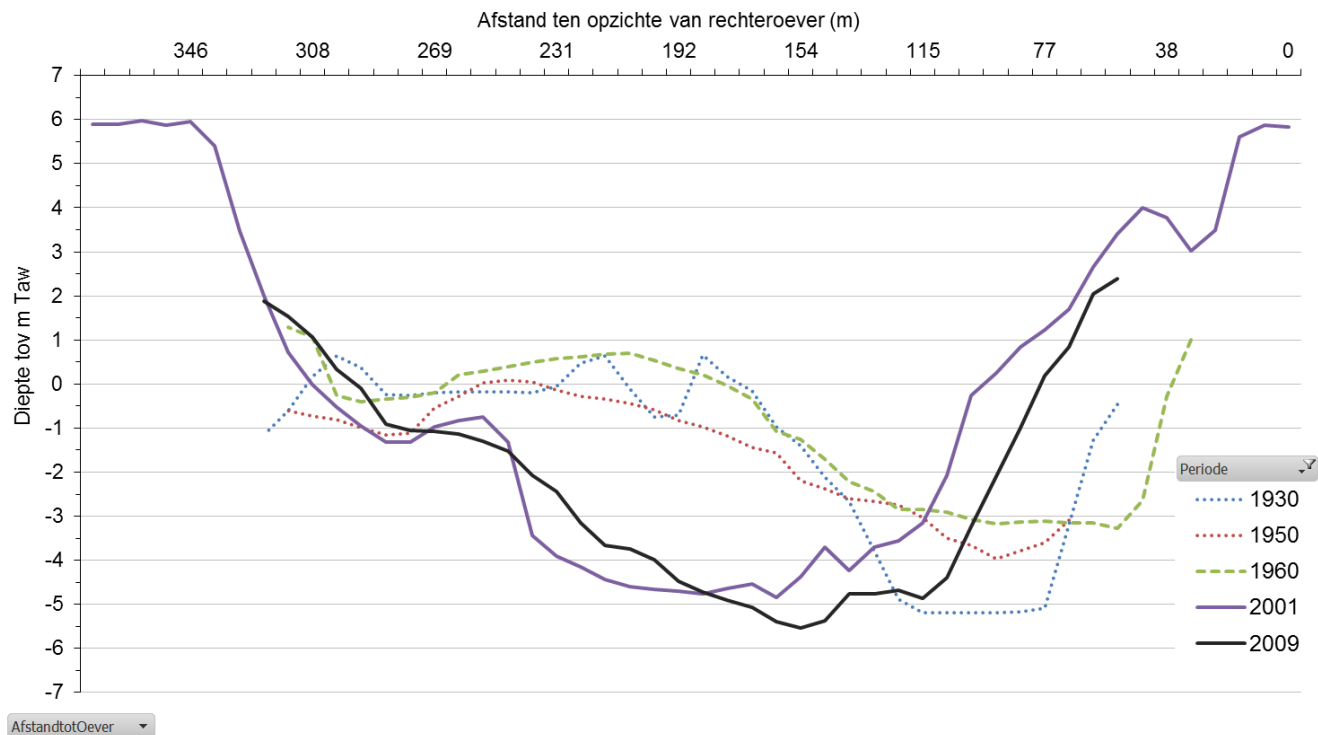
Afstand tot Oever

Profiel 86.00

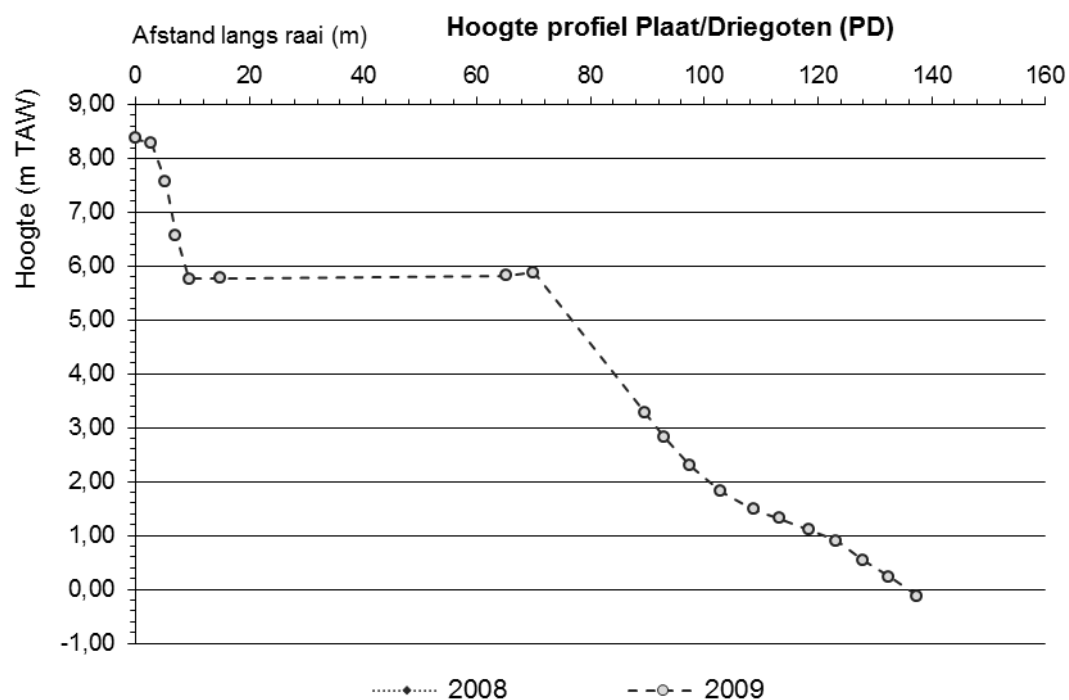


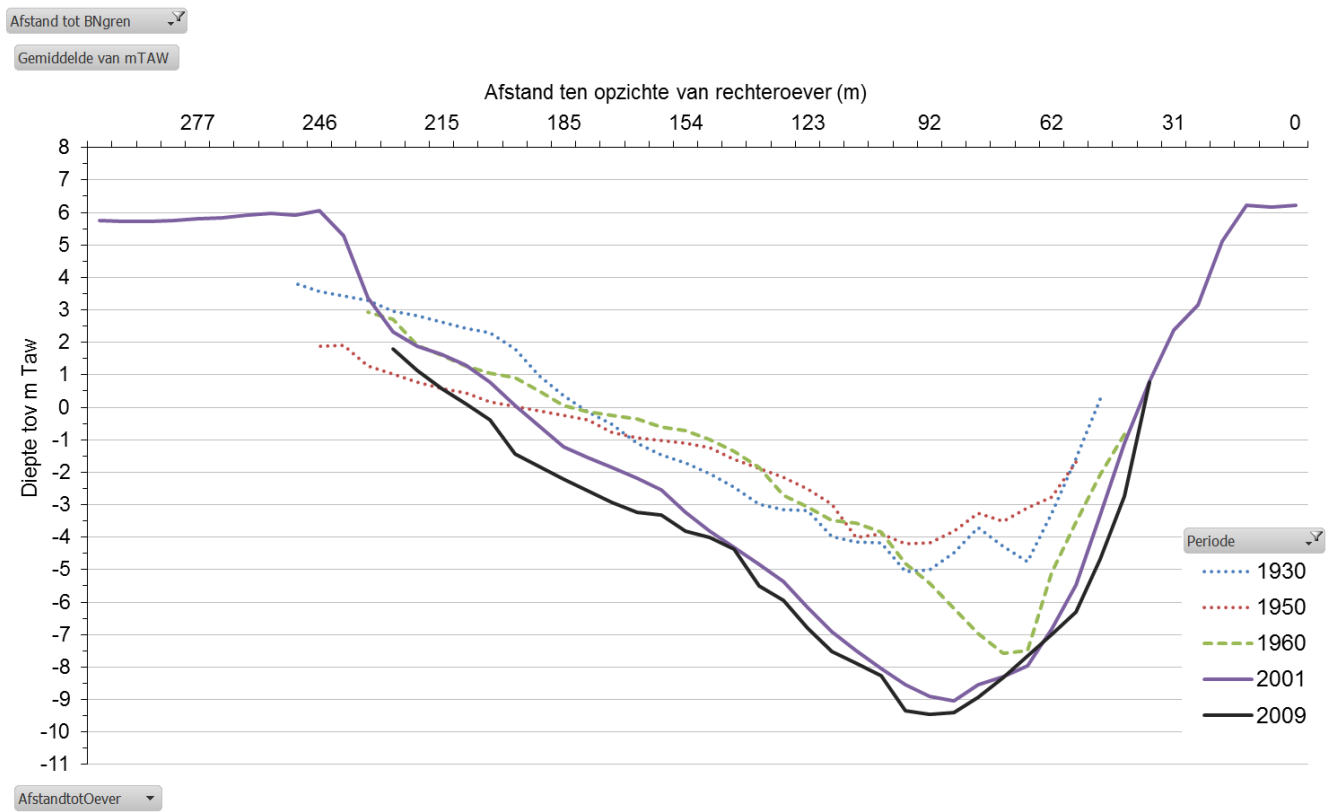
Afstand tot BNGren

Gemiddelde van mTAW

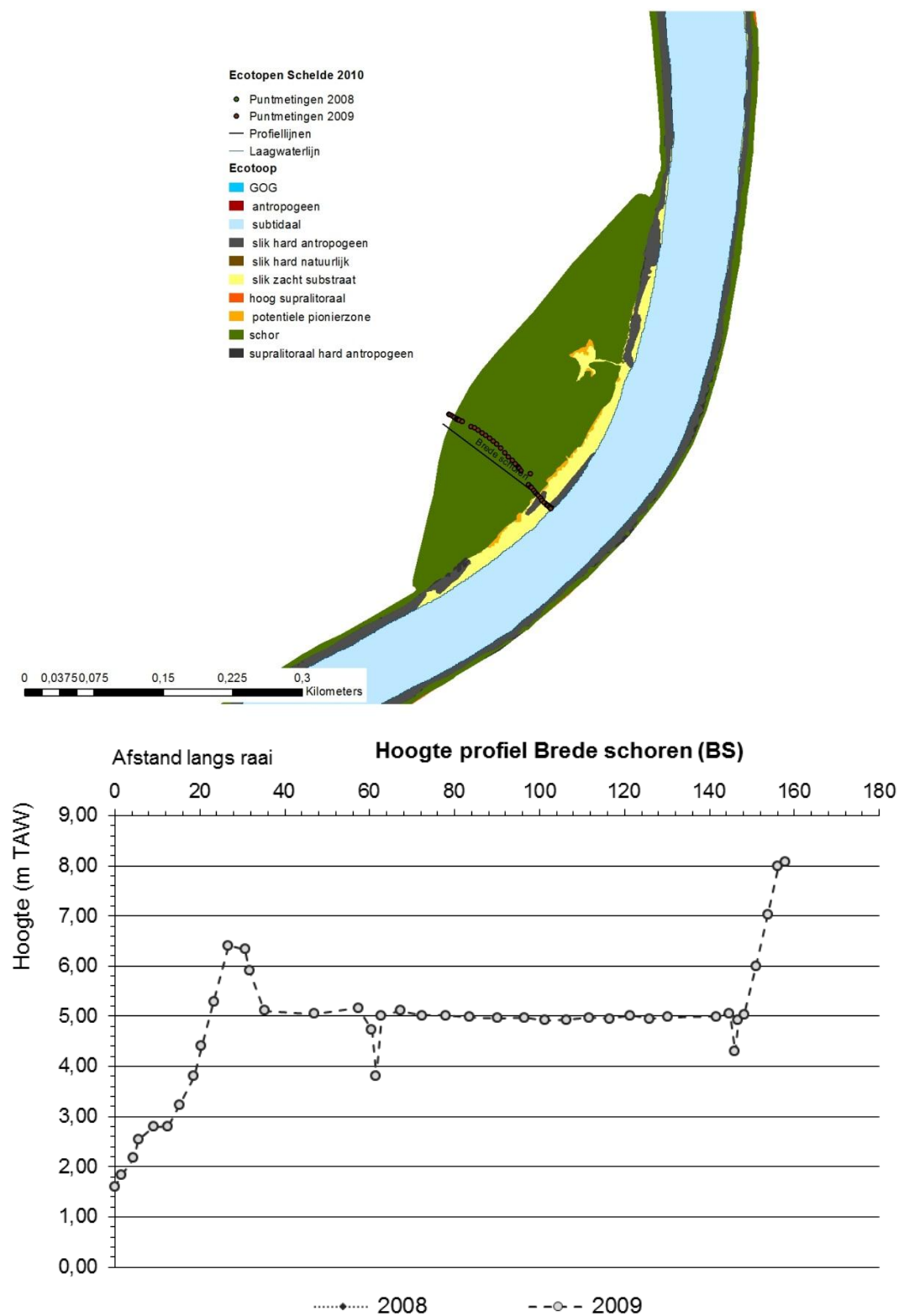


Profiel 53.00



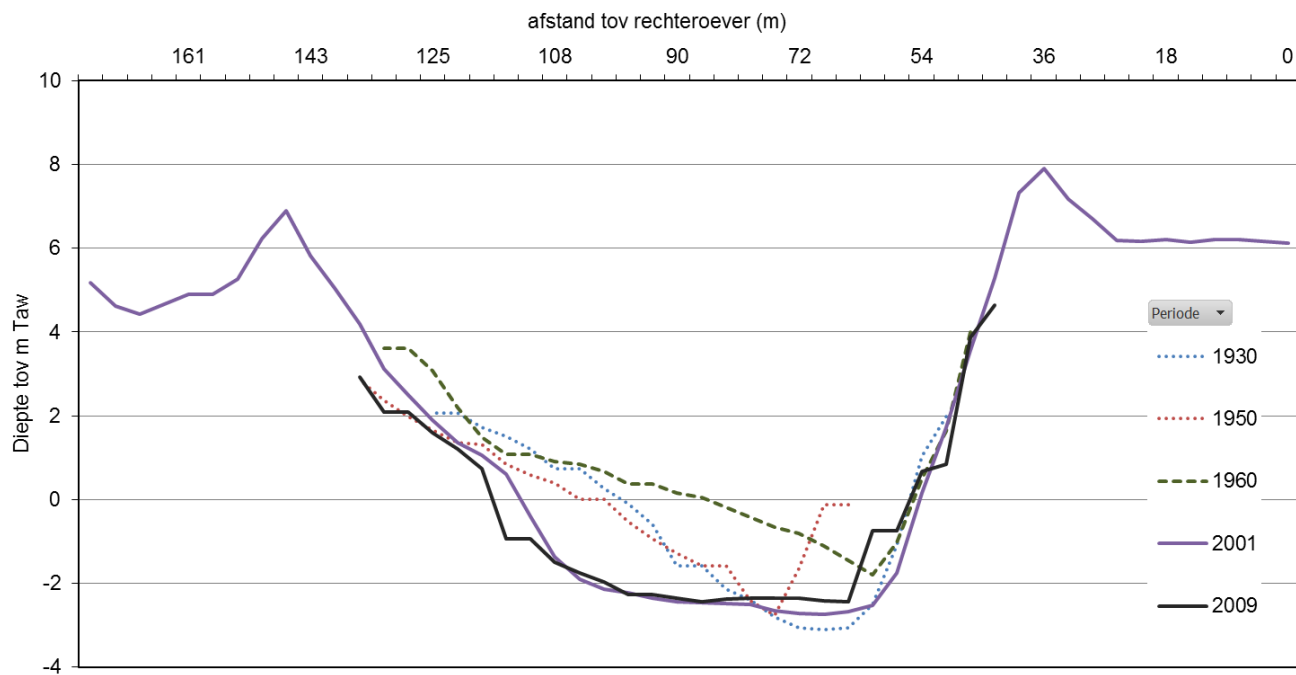


Profiel 53.75



Afstand tot BNgren

Gemiddelde van mTAW

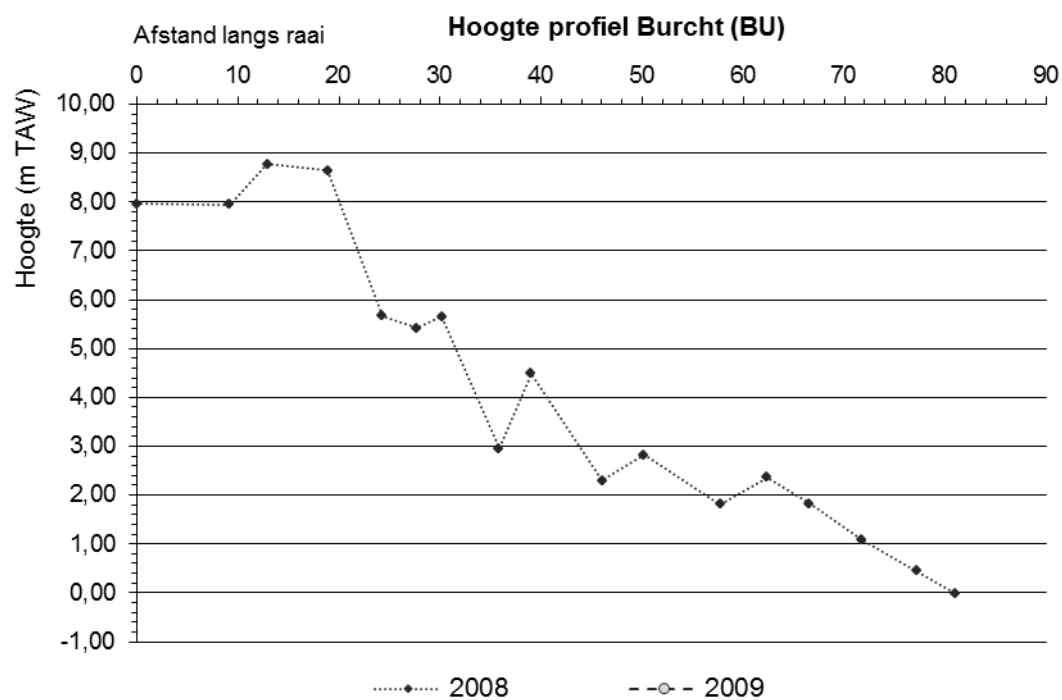
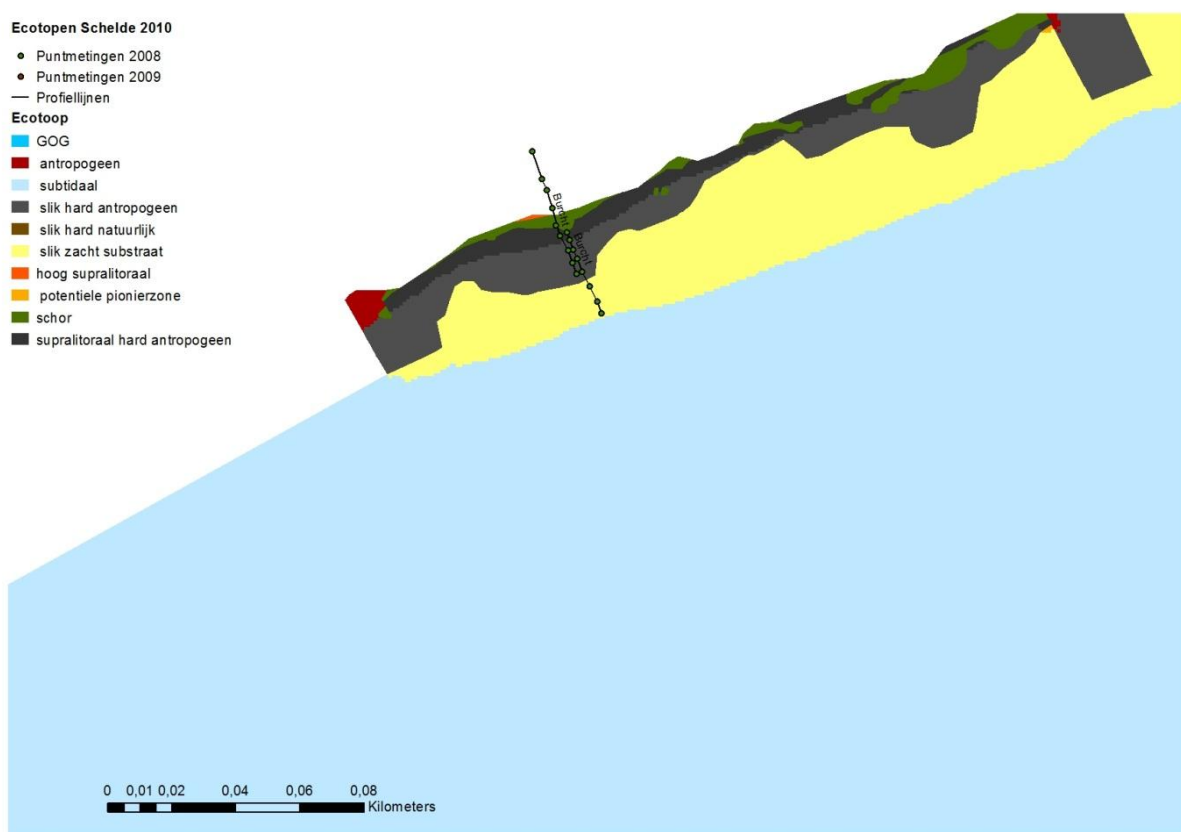


Afstand tot Oever

Profiel 78.75

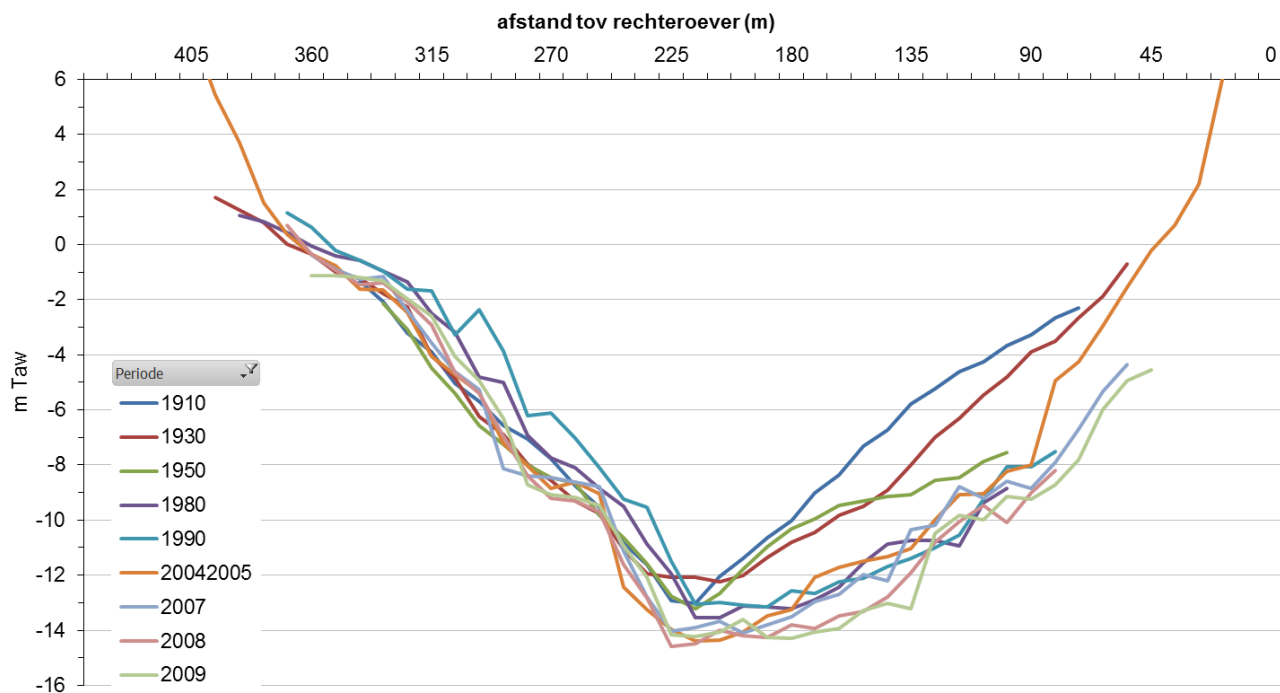
Ecotopen Schelde 2010

- Puntmetingen 2008
 - Puntmetingen 2009
 - Profiellijnen
- Ecotoop**
- GOG
 - antropogeen
 - subtidaal
 - slik hard antropogeen
 - slik hard natuurlijk
 - slik zacht substraat
 - hoog supralitoraal
 - potentiele pionierzone
 - schor
 - supralitoraal hard antropogeen



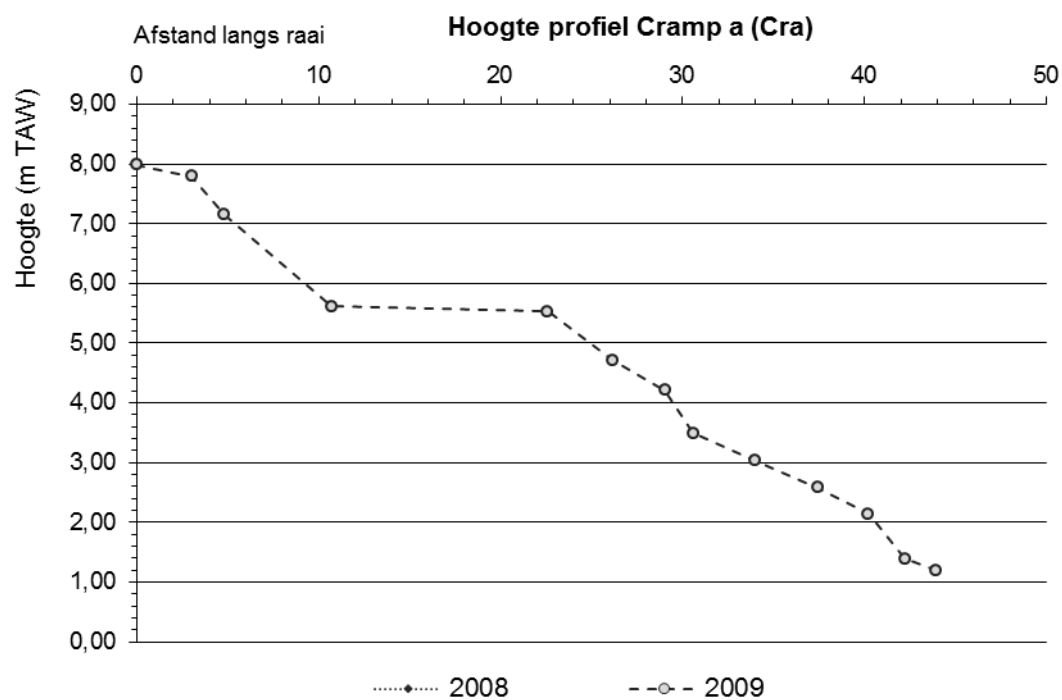
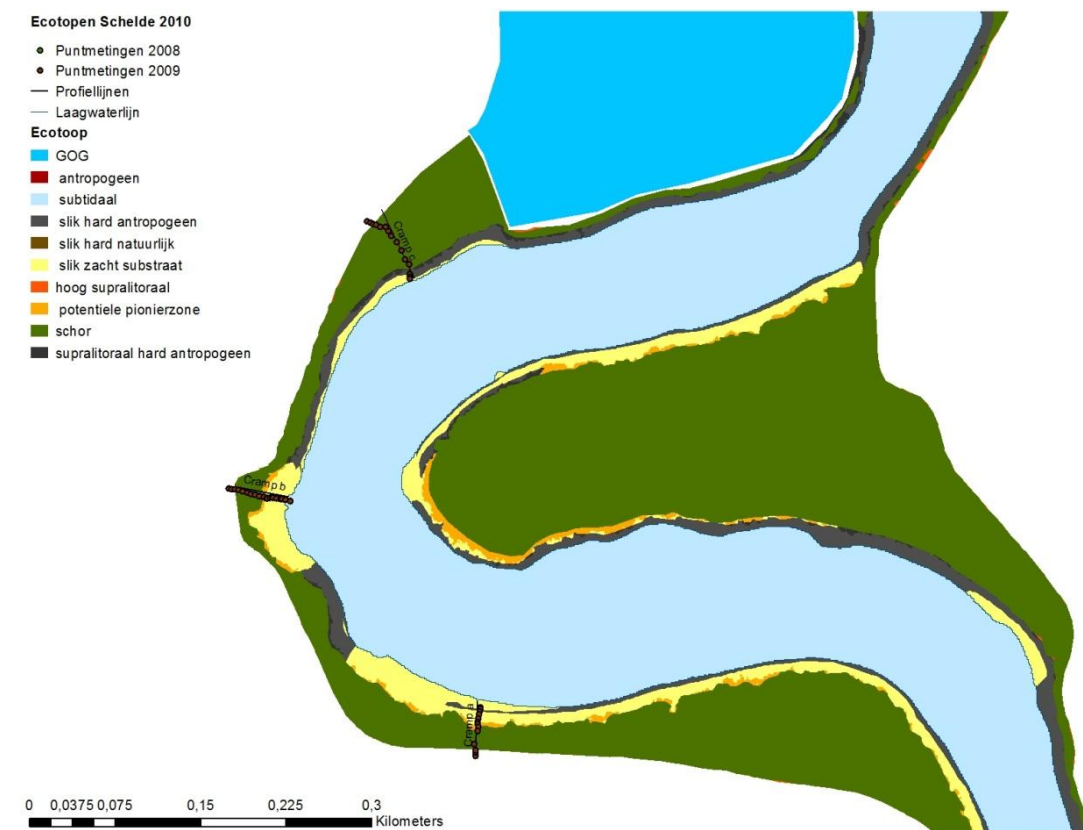
Afstand tot BNGren

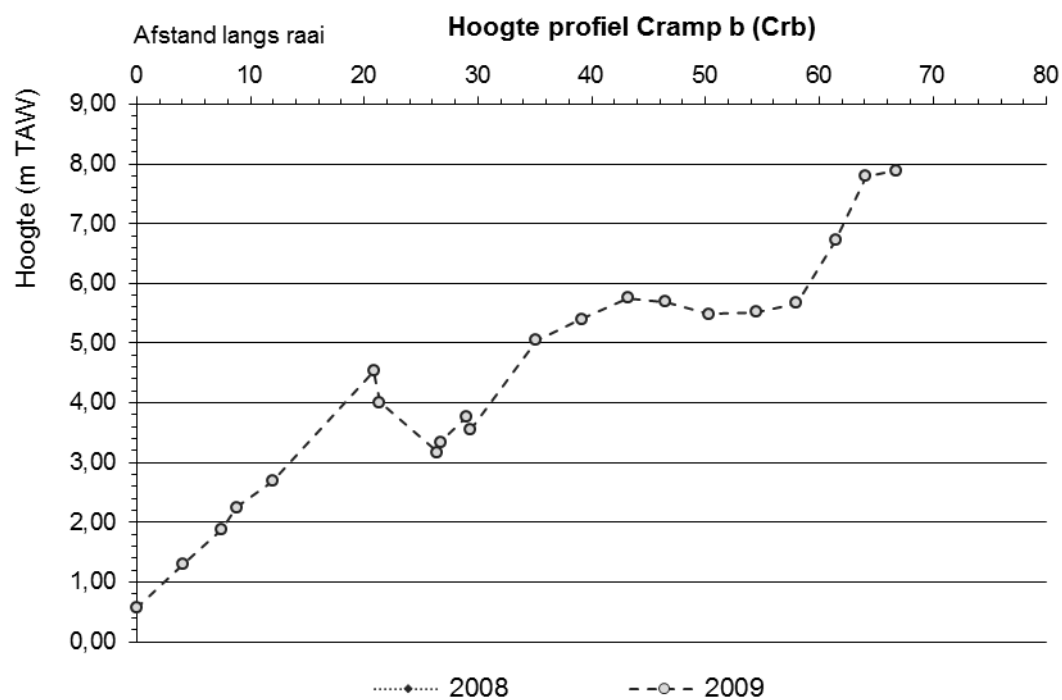
Gemiddelde van mTAW



Afstand tot Oever

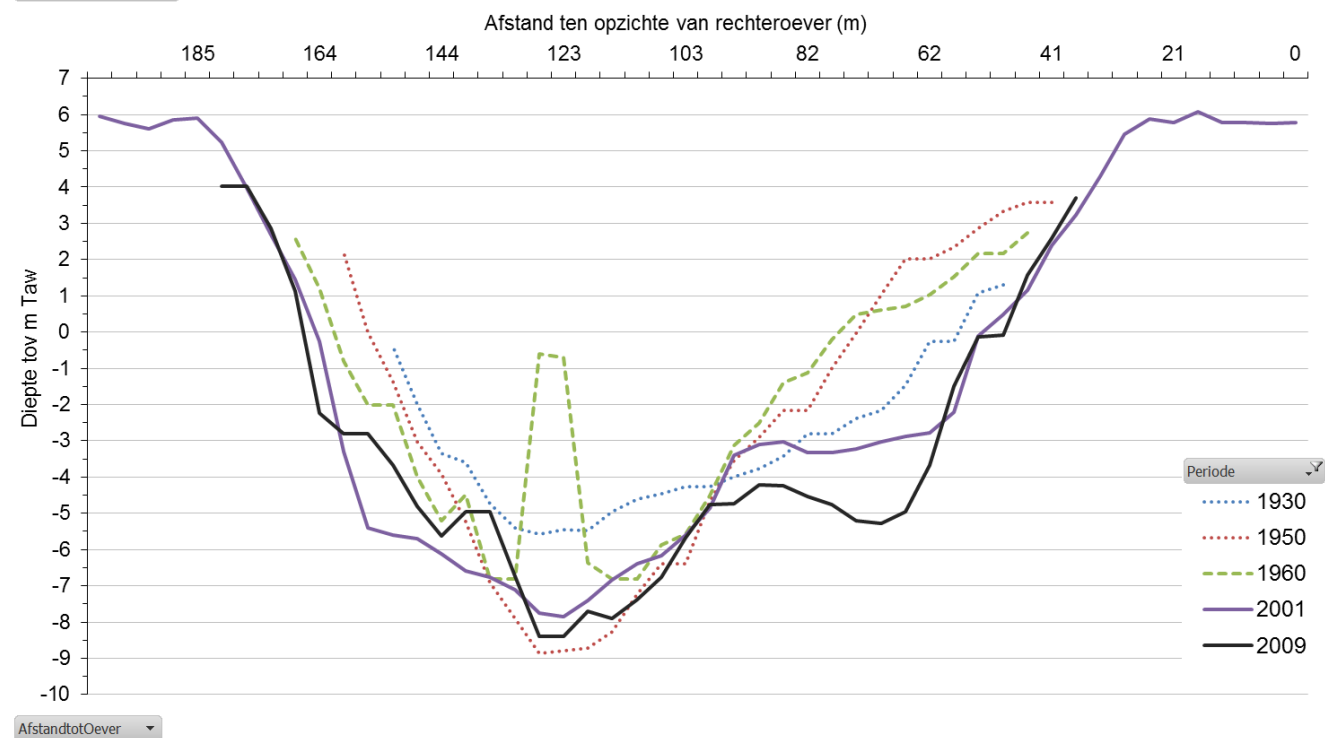
Profiel 31.00



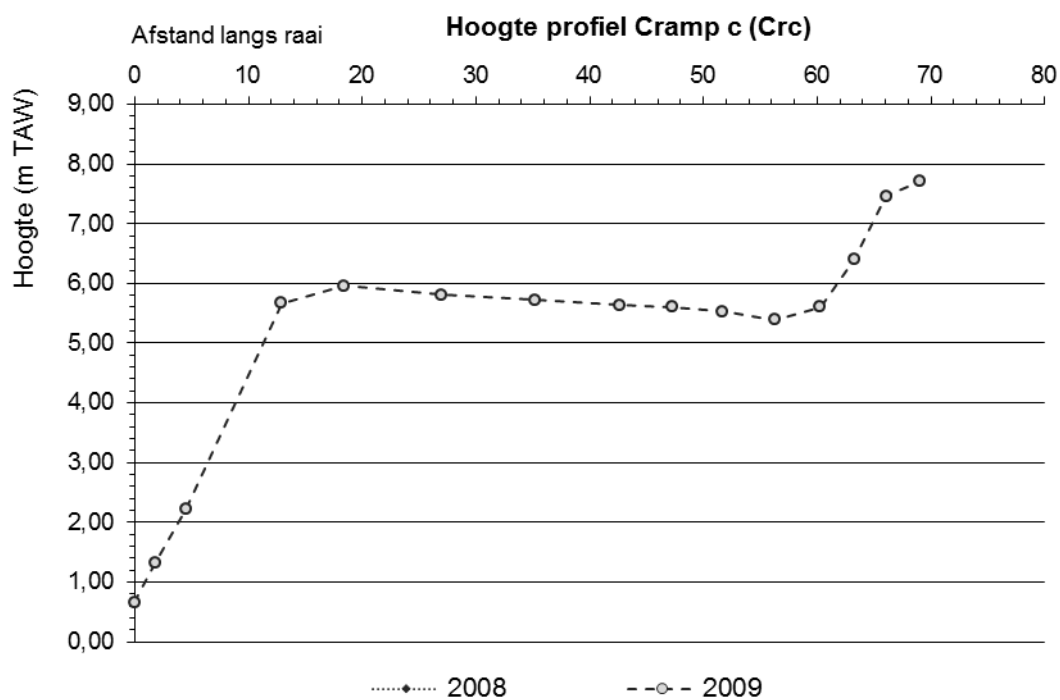


Afstand tot BNgren

Gemiddelde van mTAW

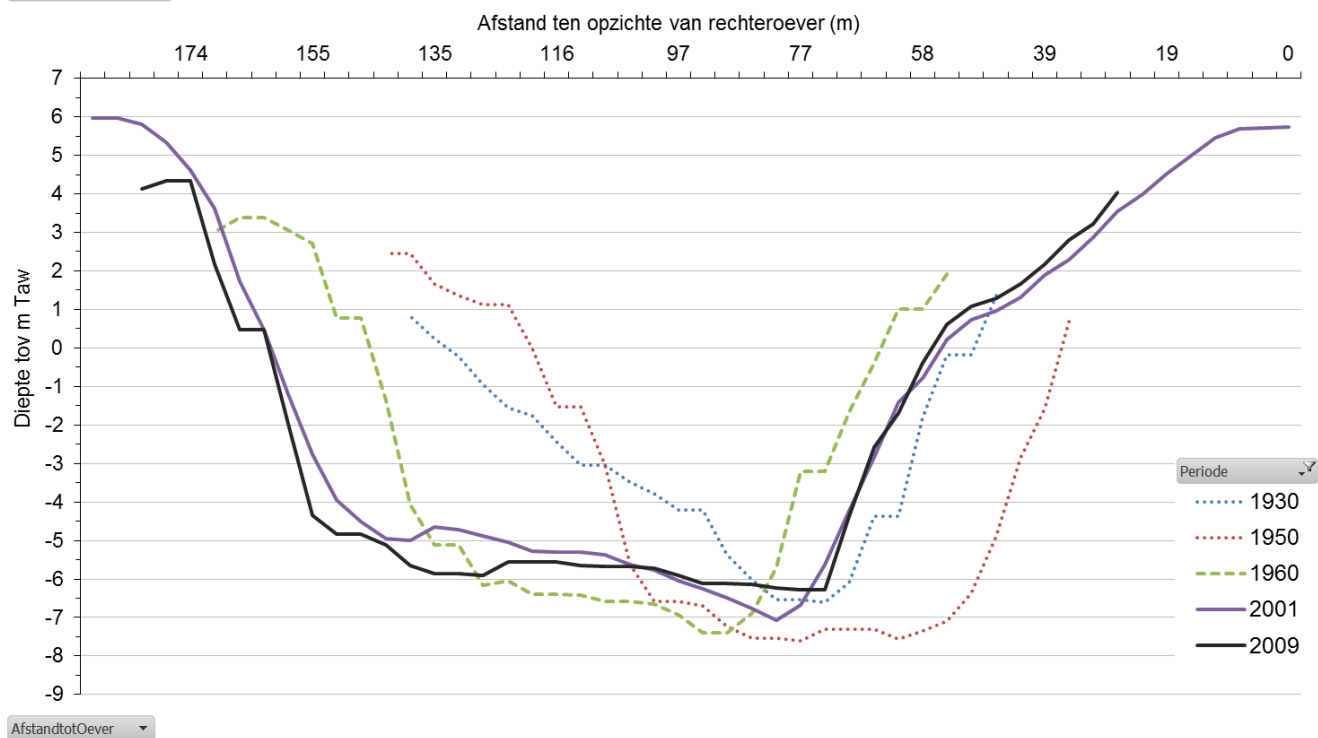


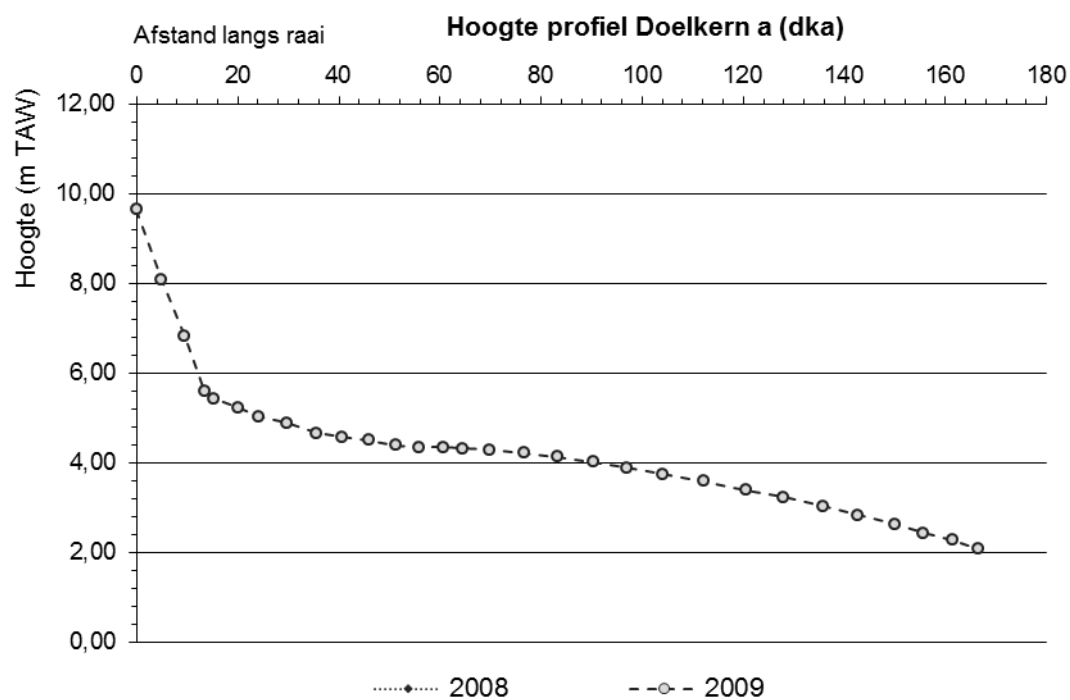
Profiel 63.50



Afstand tot BNgren

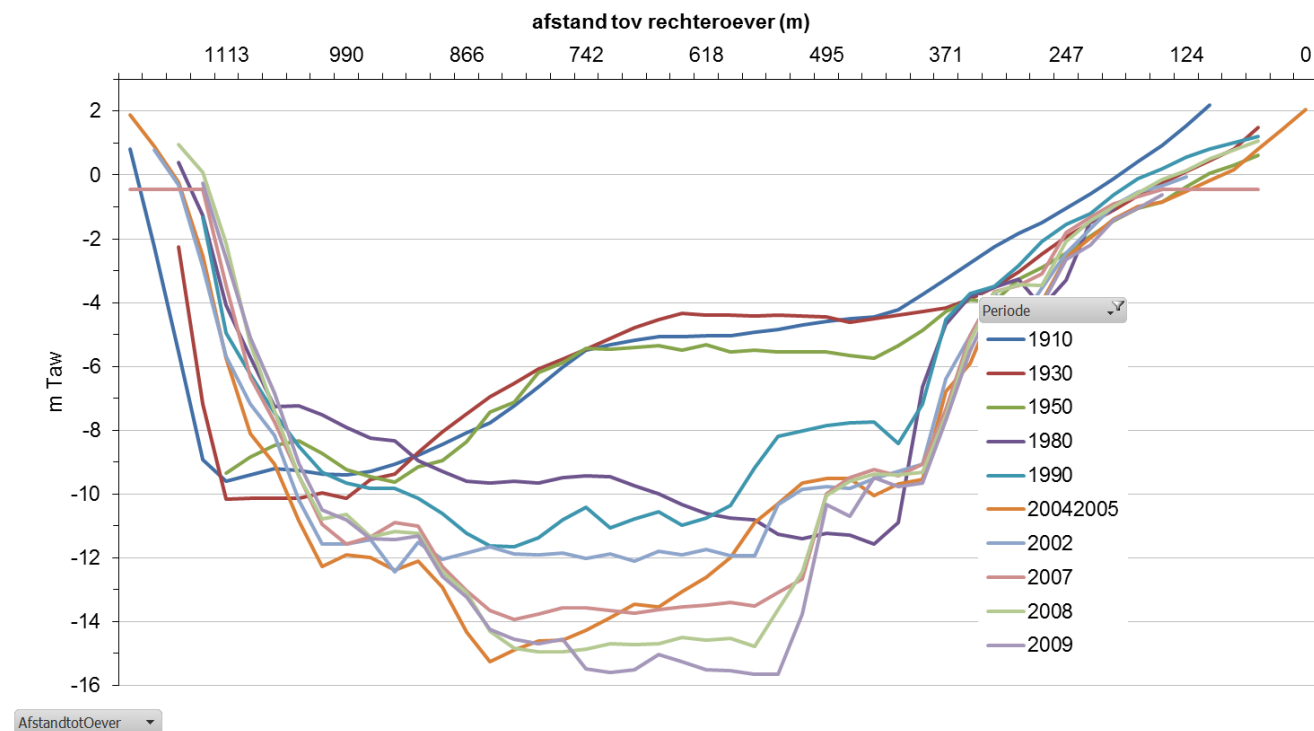
Gemiddelde van mTAW



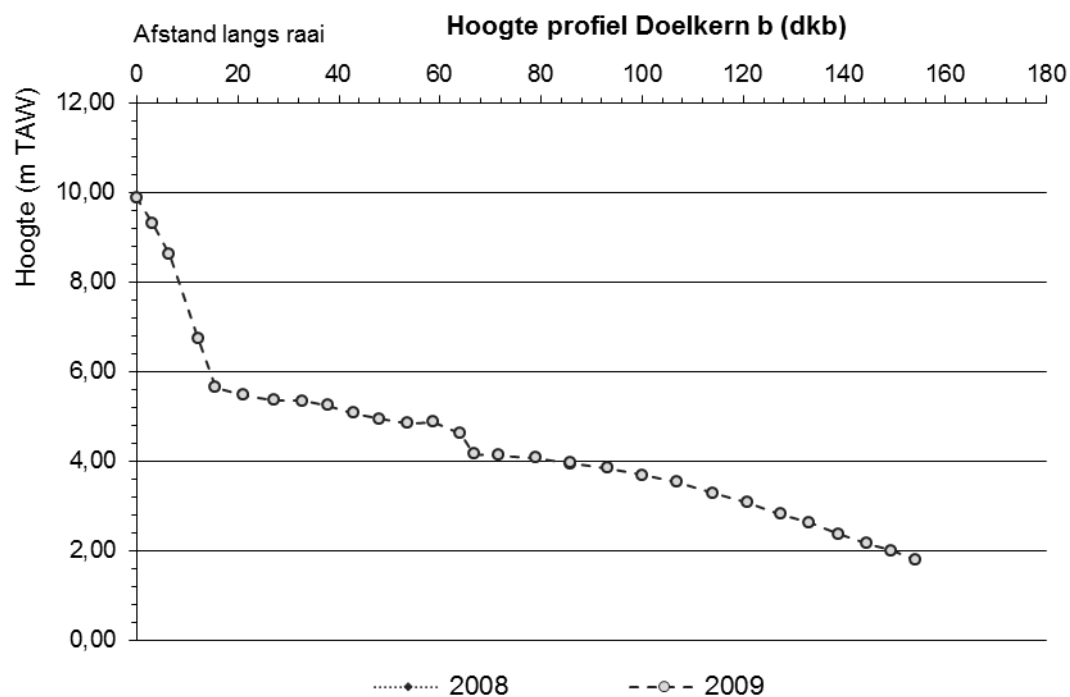


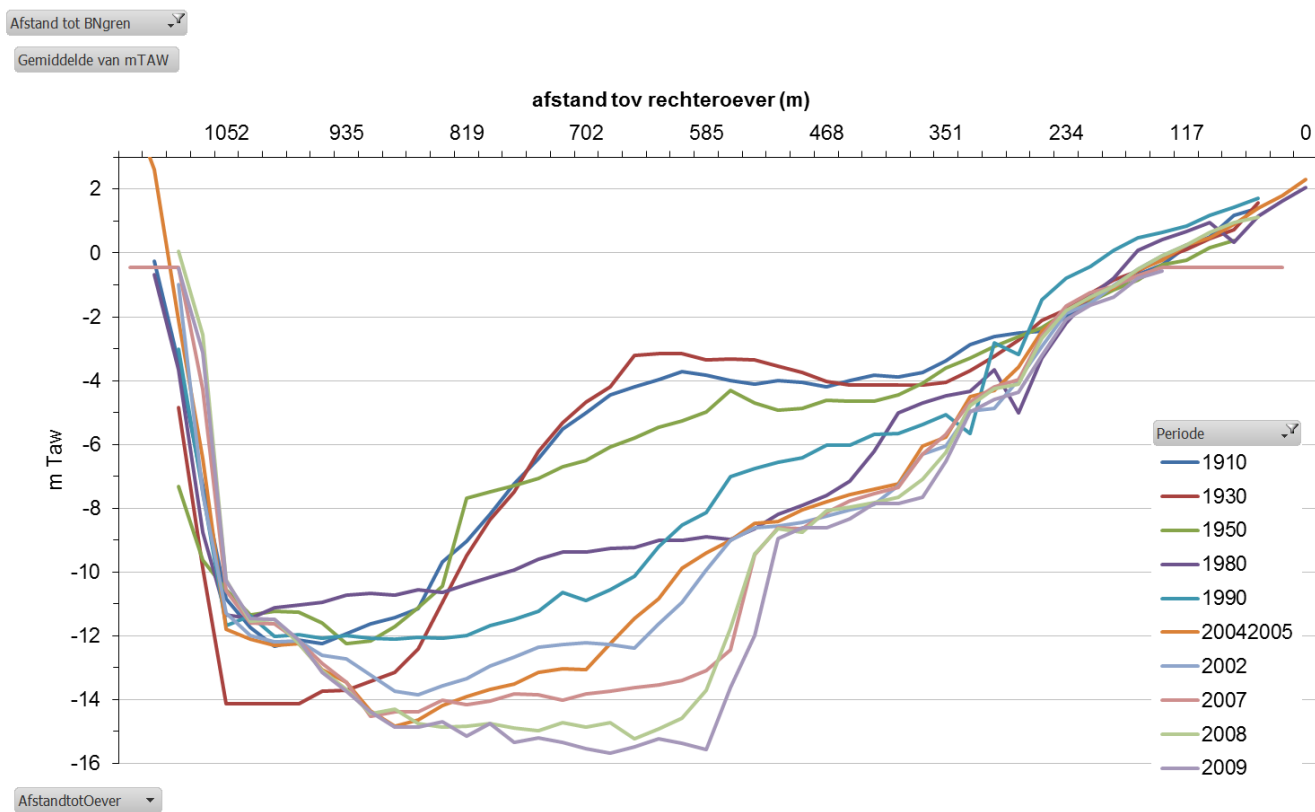
Afstand tot BNGren

Gemiddelde van mTAW



Nummer 8.0

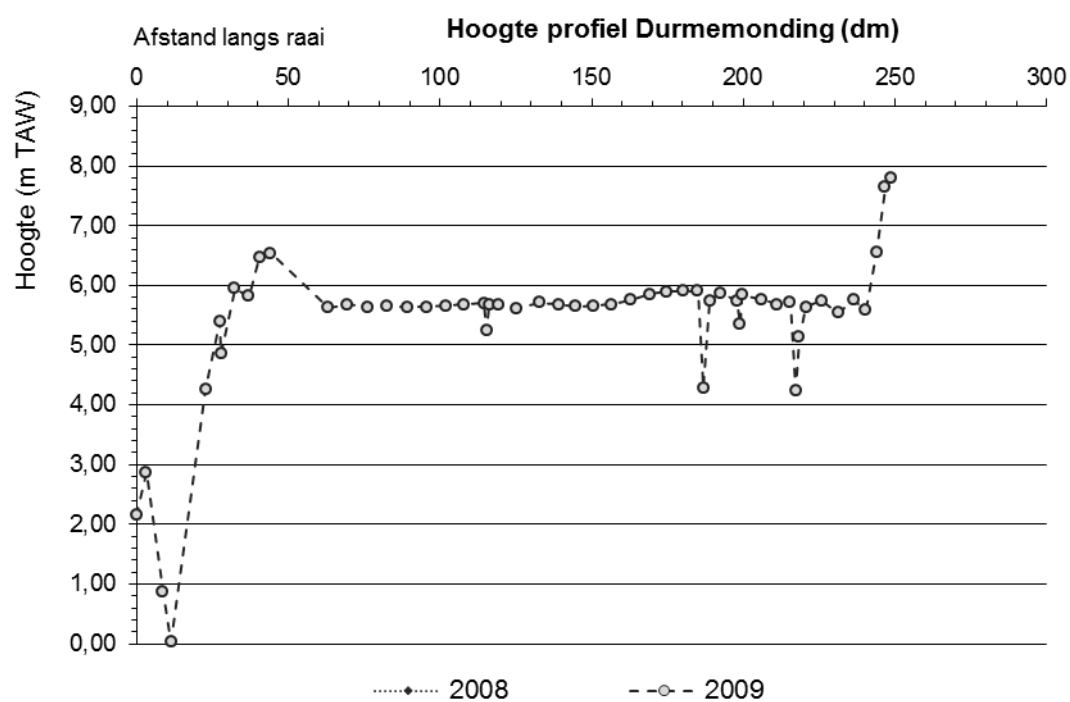


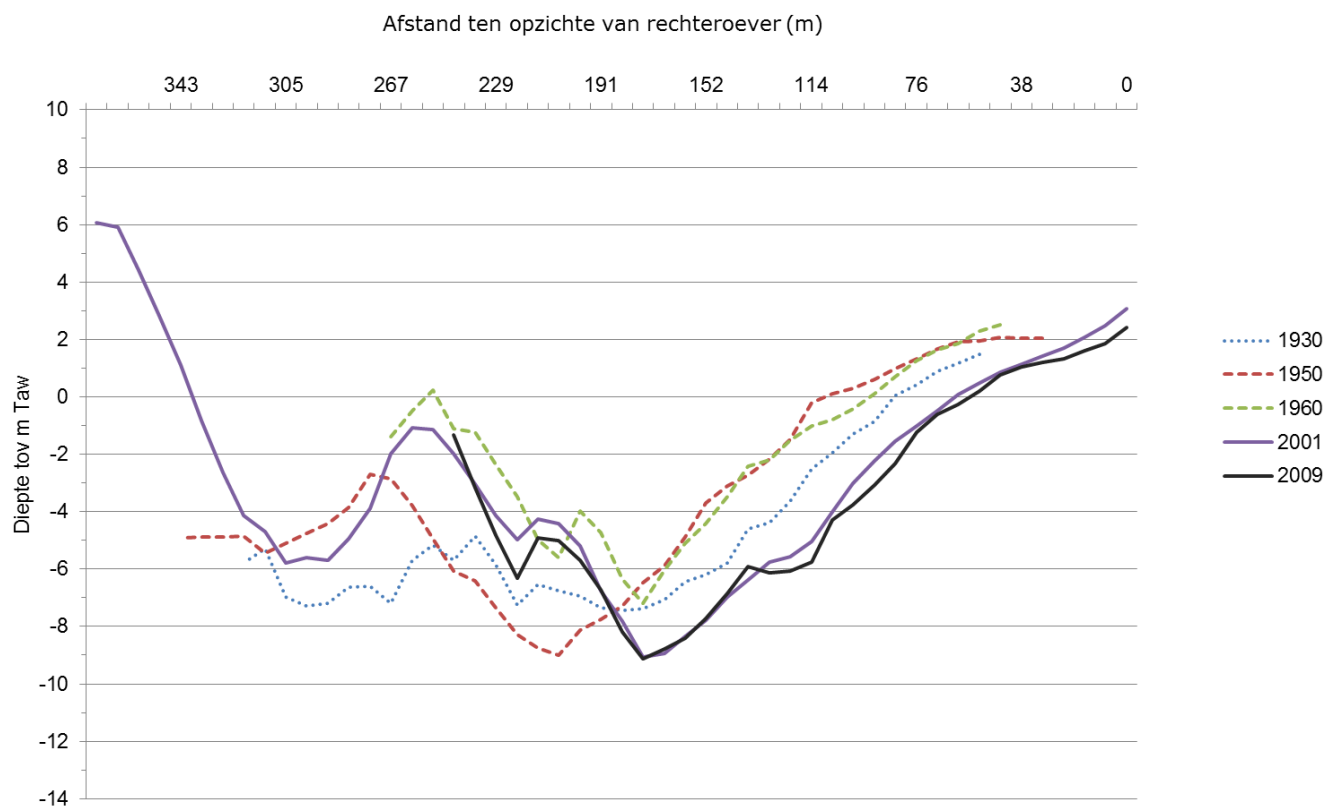
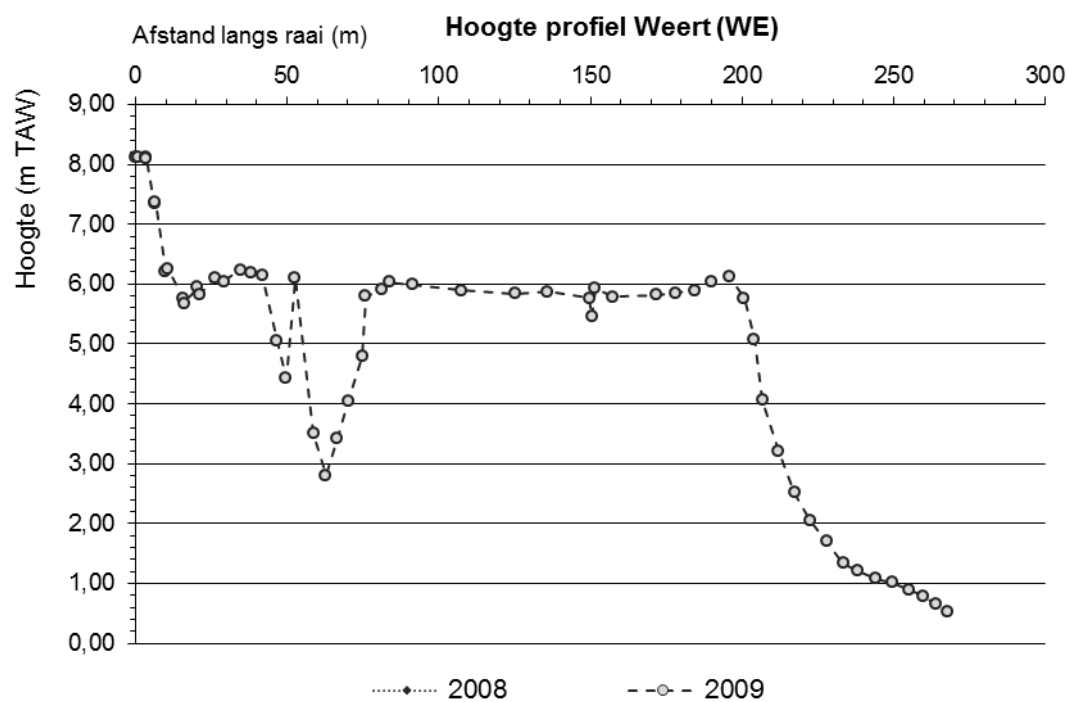


Numer 8.5

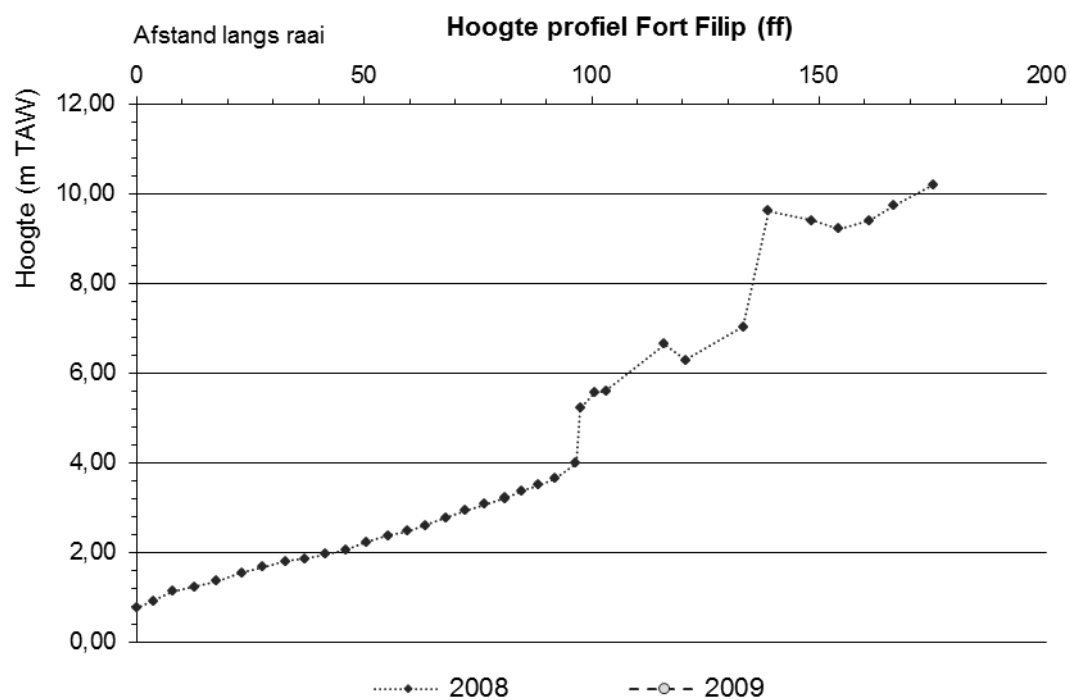
Ecotopen Schelde 2010

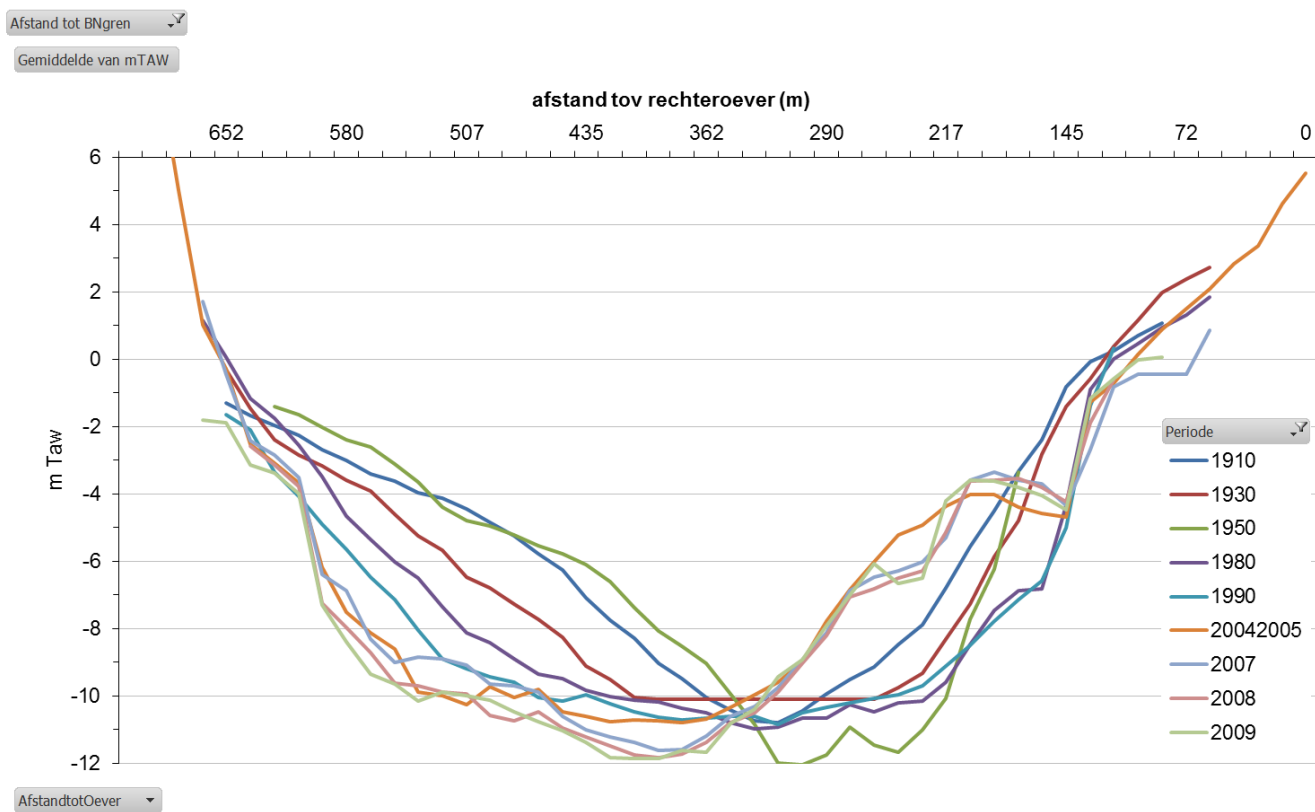
- Puntmetingen 2008
- Puntmetingen 2009
- Profiellijnen
- Laagwaterlijn
- Ecotoop**
- GOG
- antropogeen
- subtidaal
- slik hard antropogeen
- slik hard natuurlijk
- slik zacht substraat
- hoog supralitoraal
- potentiële pionierzone
- schor
- supralitoraal hard antropogeen



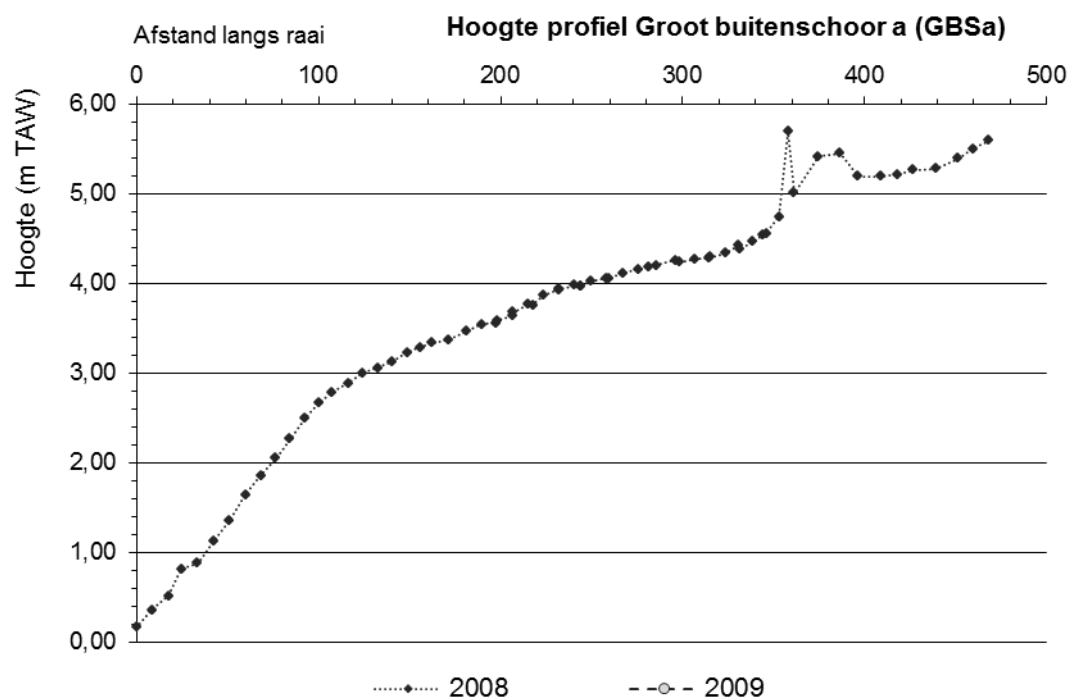
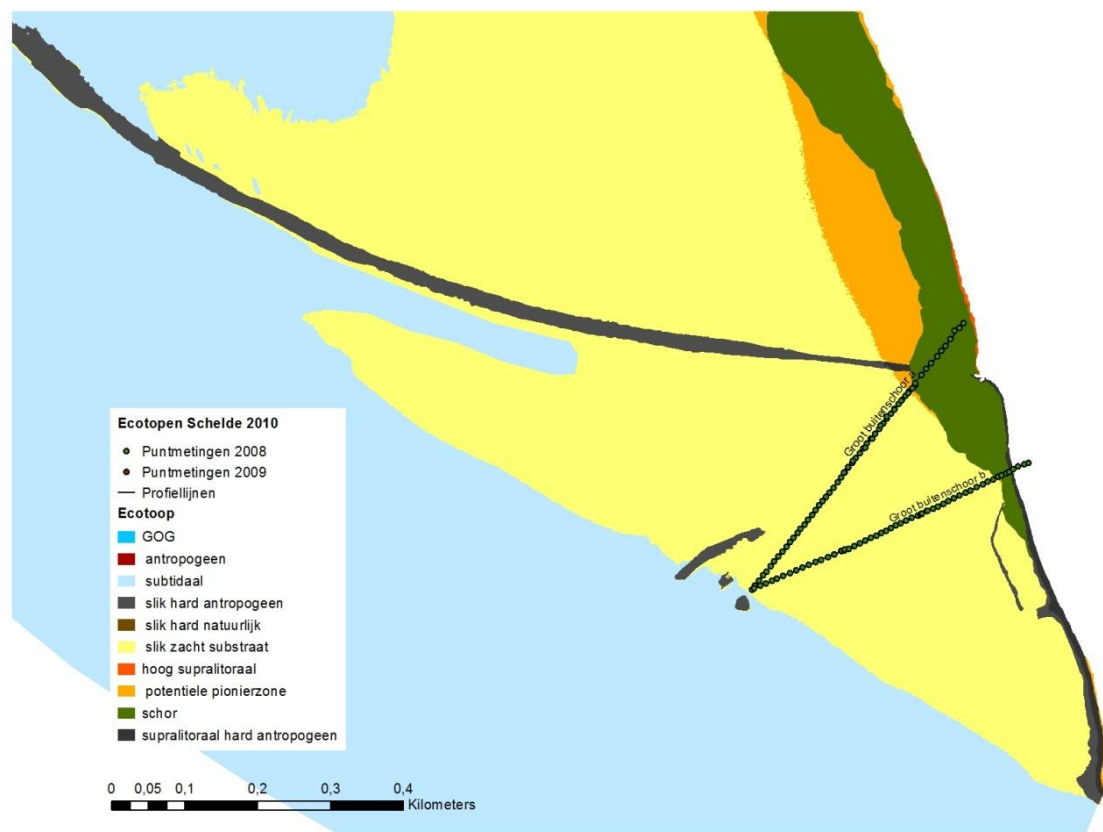


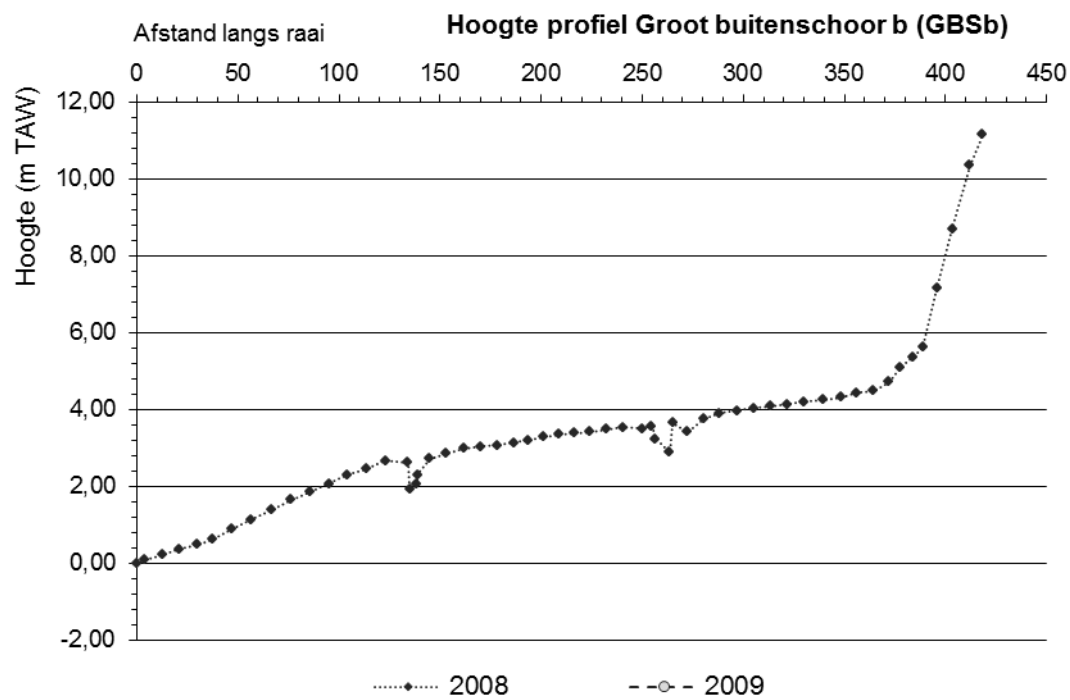
Profiel 50.75





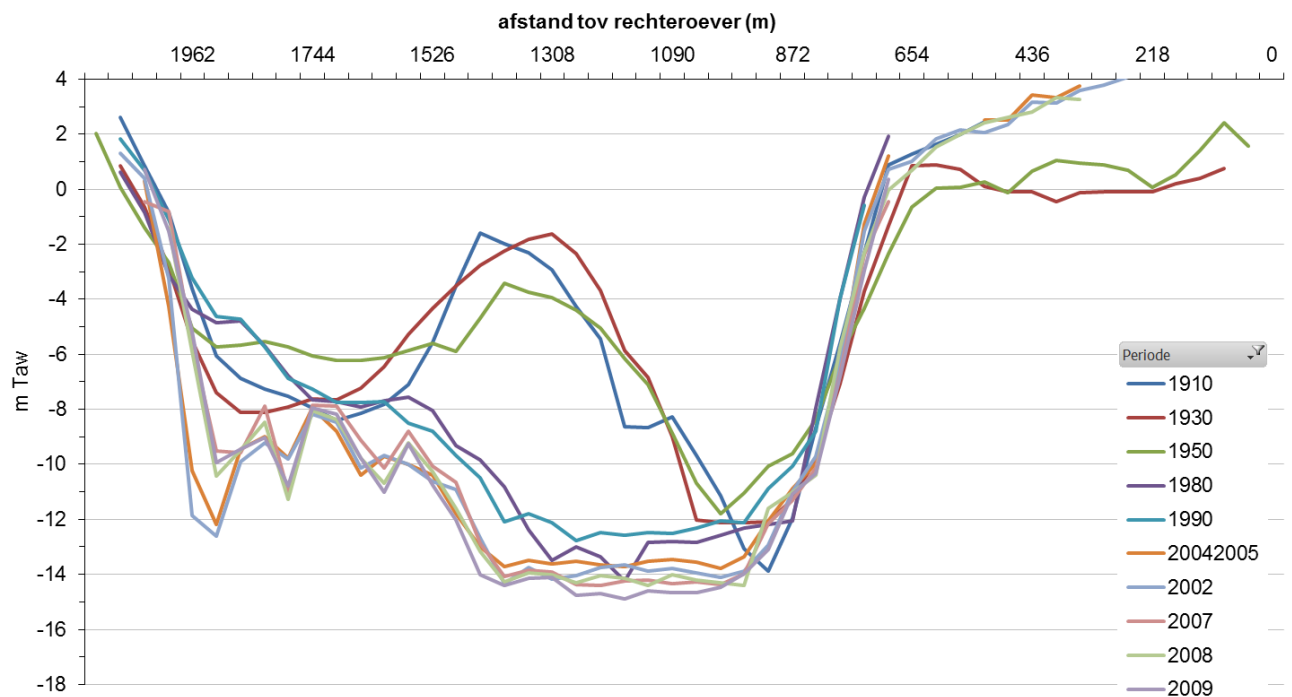
Profiel 19.50





Afstand tot BNGren

Gemiddelde van mTAW



Afstand tot Oever

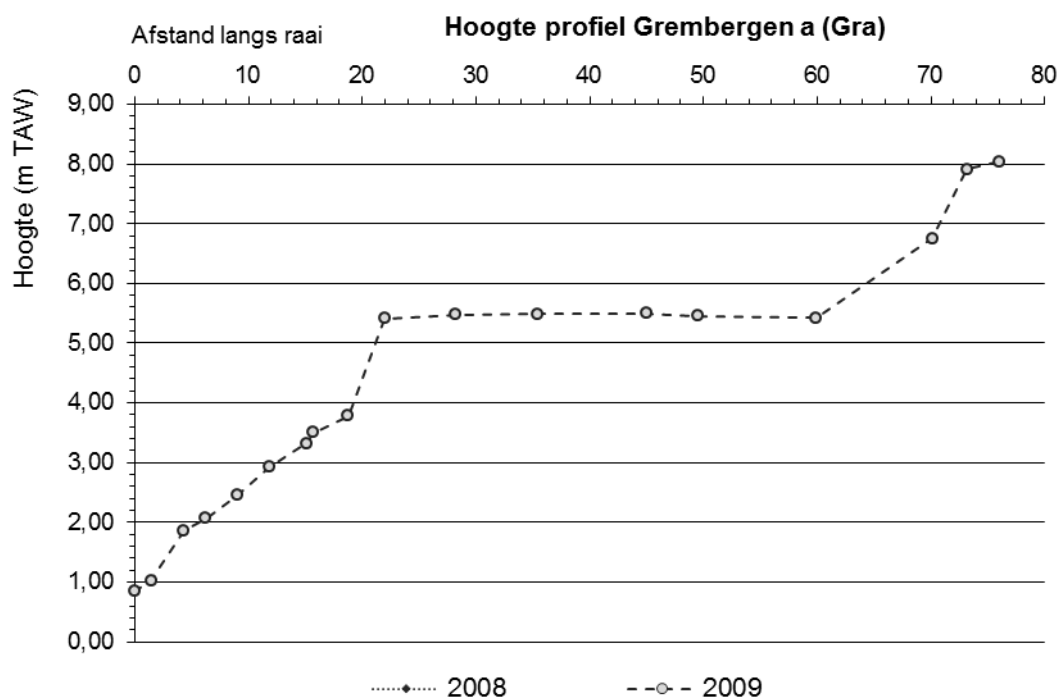
Nummer 3.25

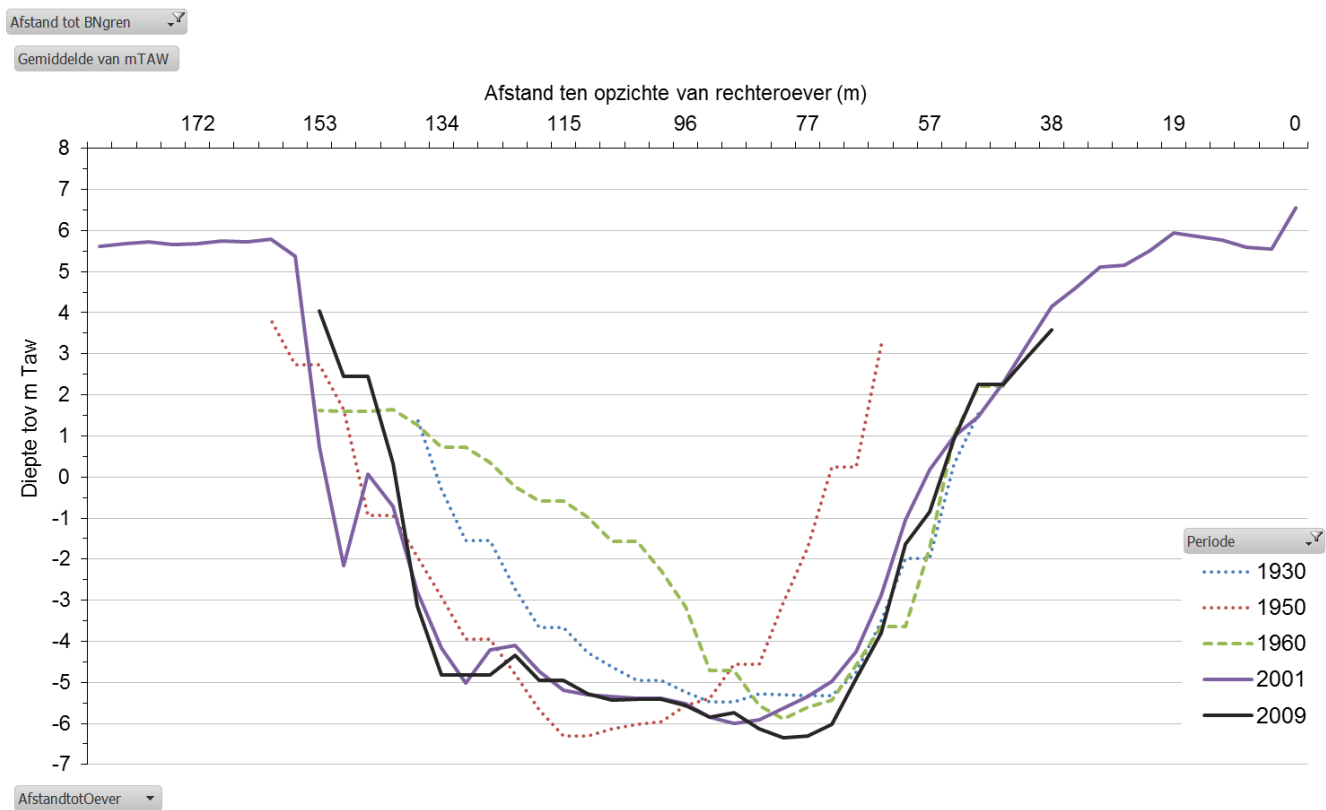
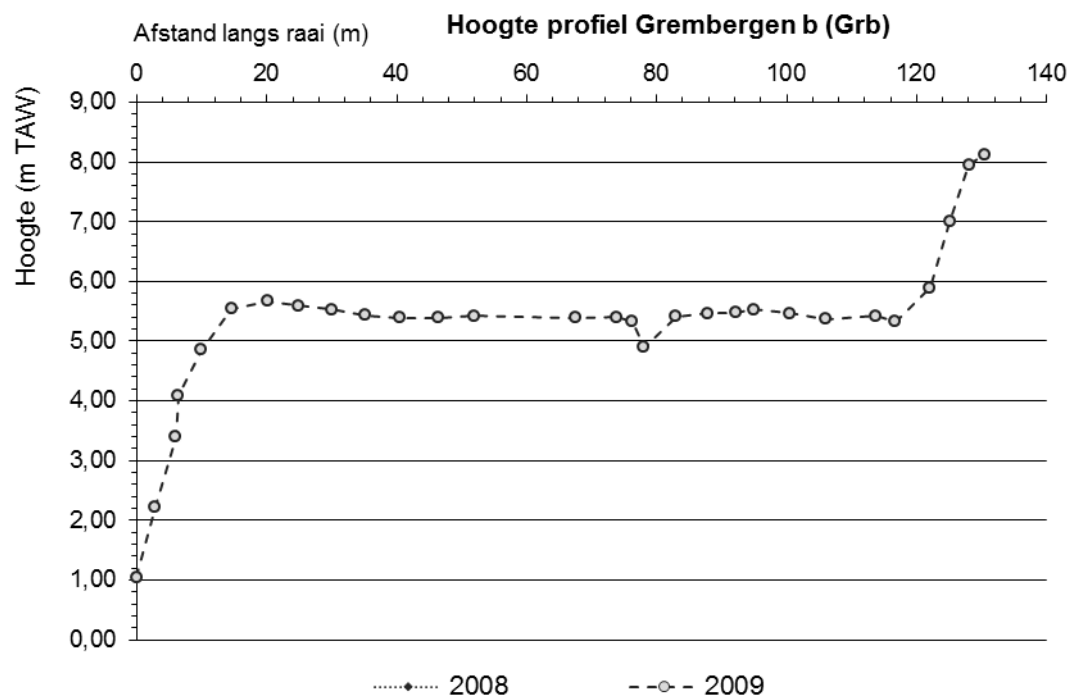
Ecotopen Schelde 2010

- Puntmetingen 2008
- Puntmetingen 2009
- Profiellijnen
- Laagwaterlijn

Ecotoop

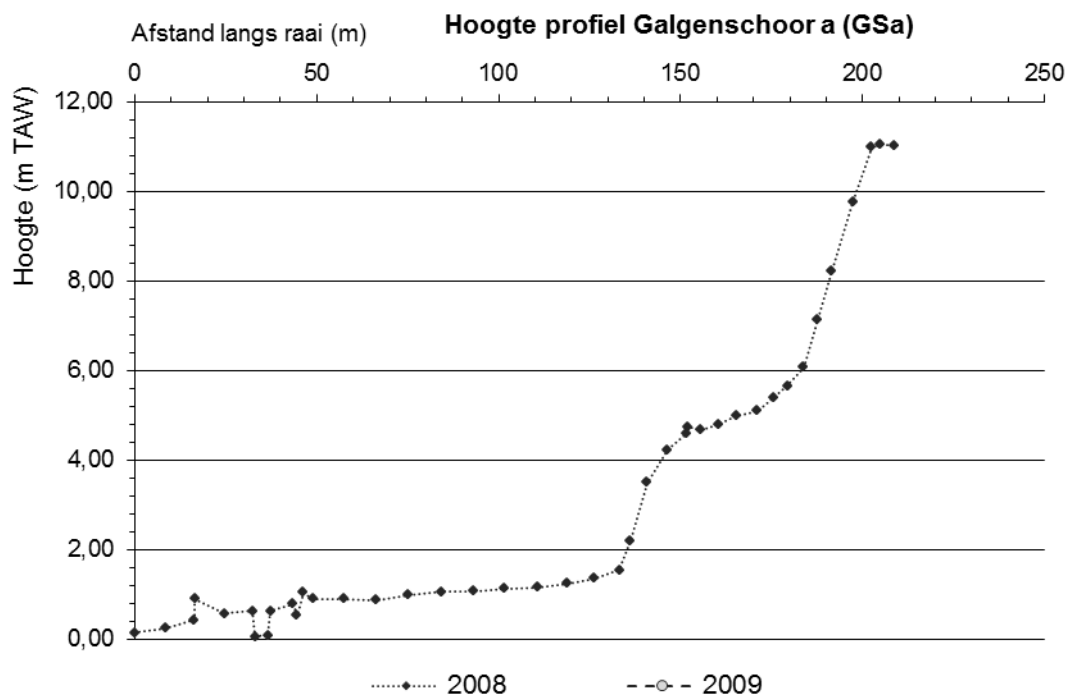
- GOG
- antropogeen
- subtidaal
- slik hard antropogeen
- slik hard natuurlijk
- slik zacht substraat
- hoog supralitoraal
- potentiele pionierzone
- schor
- supralitoraal hard antropogeen





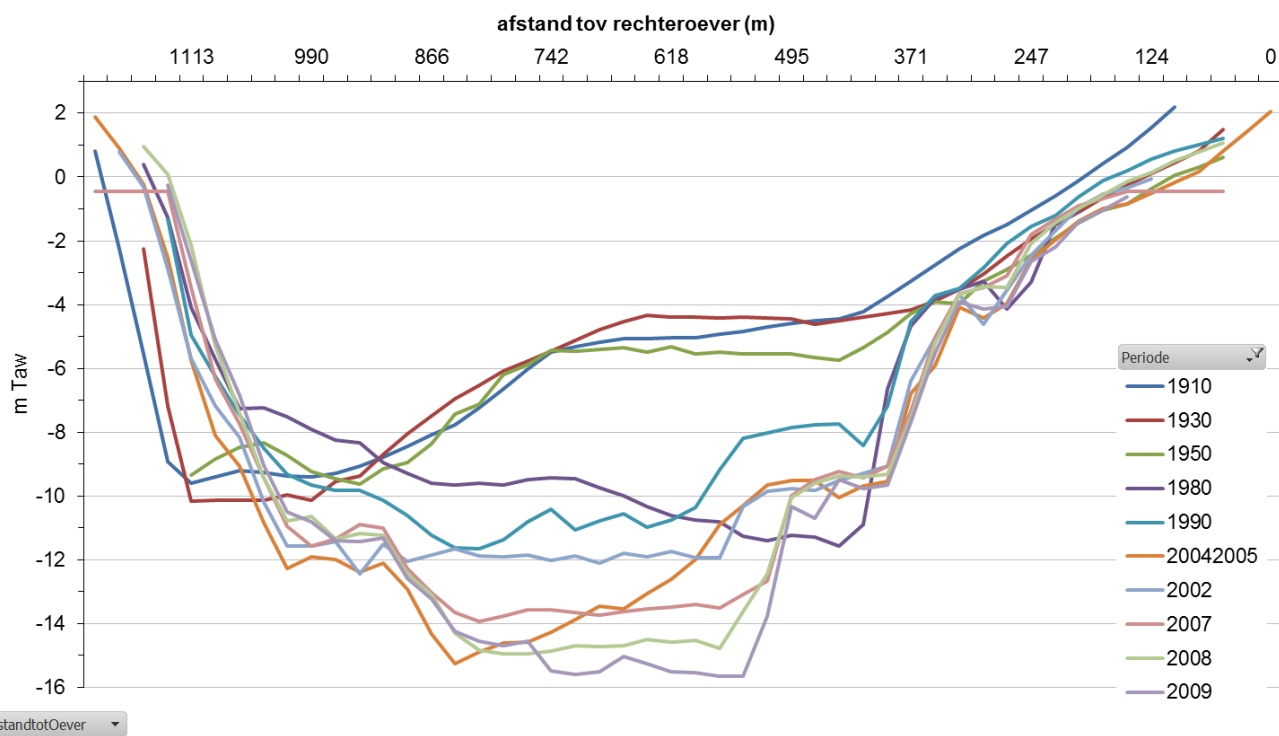
Profiel 68.25

Galgenschoor

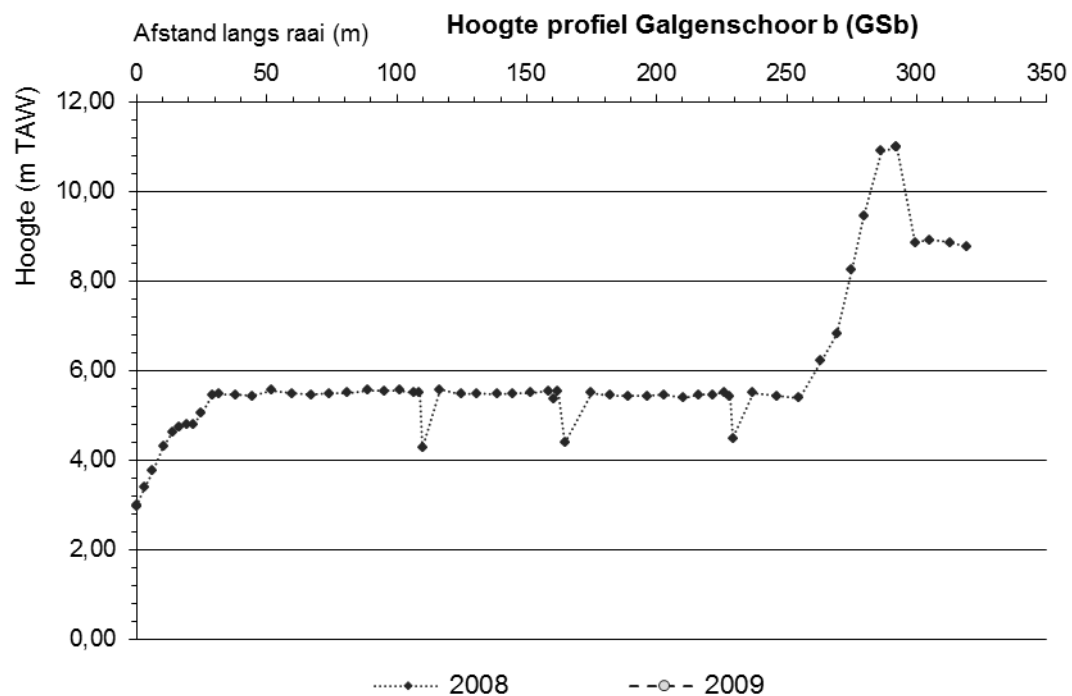


Afstand tot BNGren

Gemiddelde van mTAW

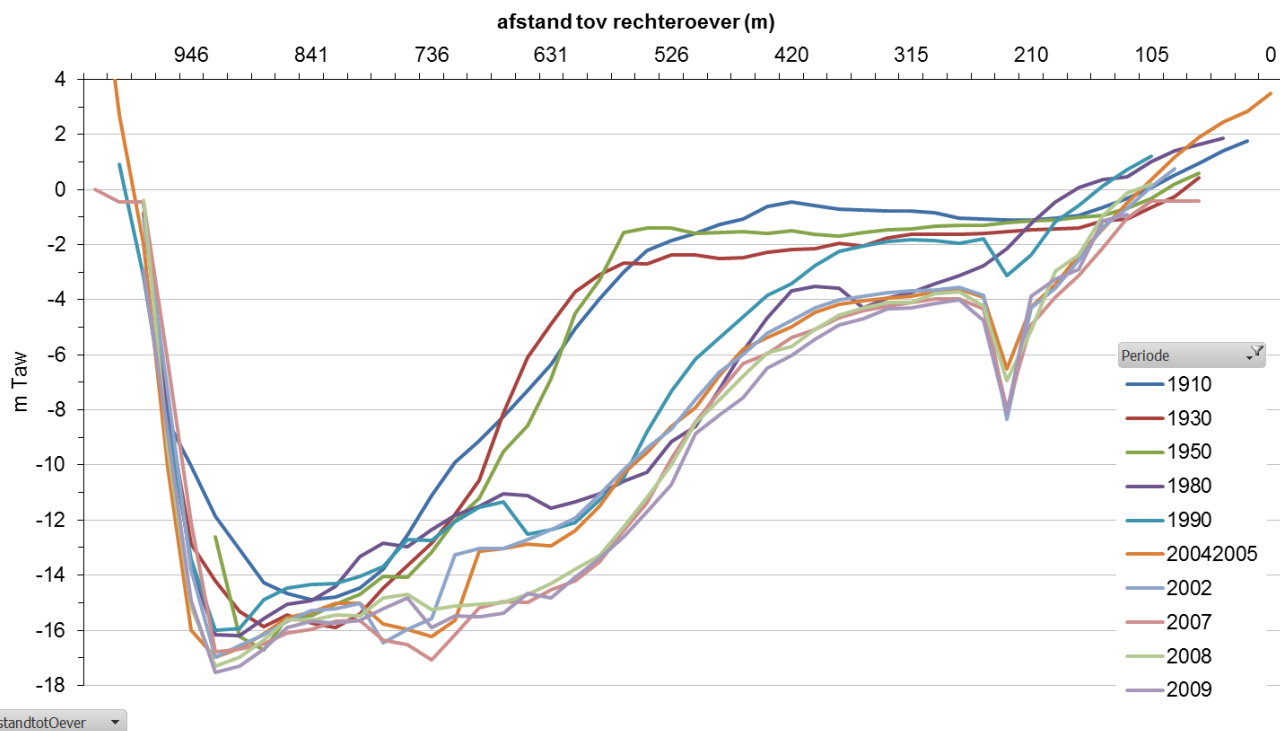


Profiel 8.0

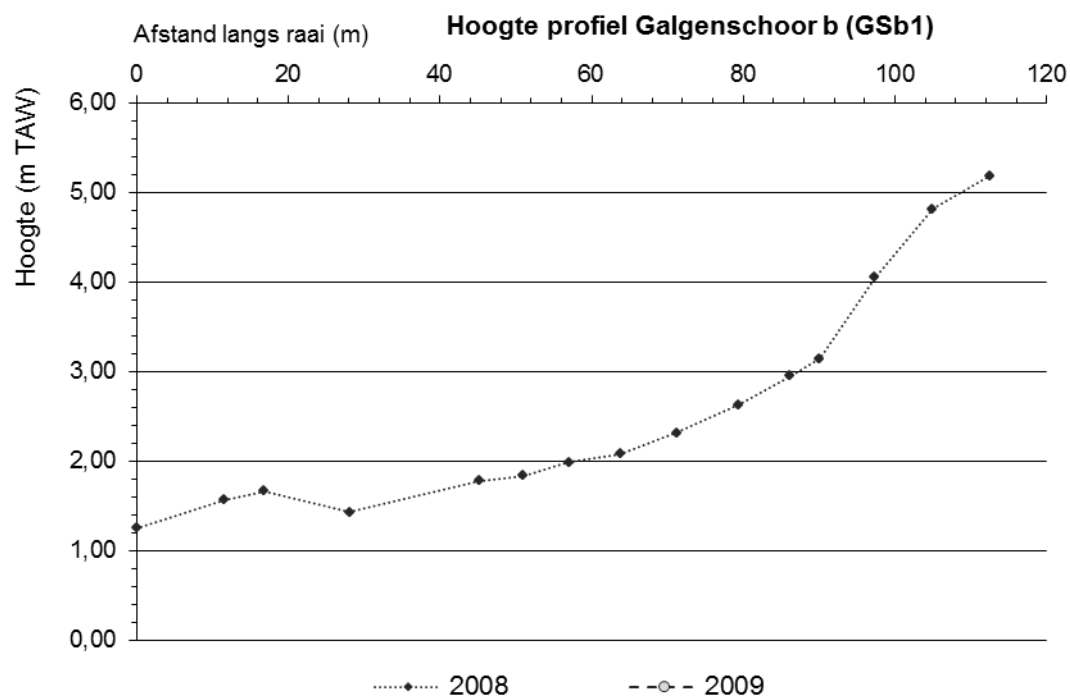


Afstand tot BNGren

Gemiddelde van mTAW

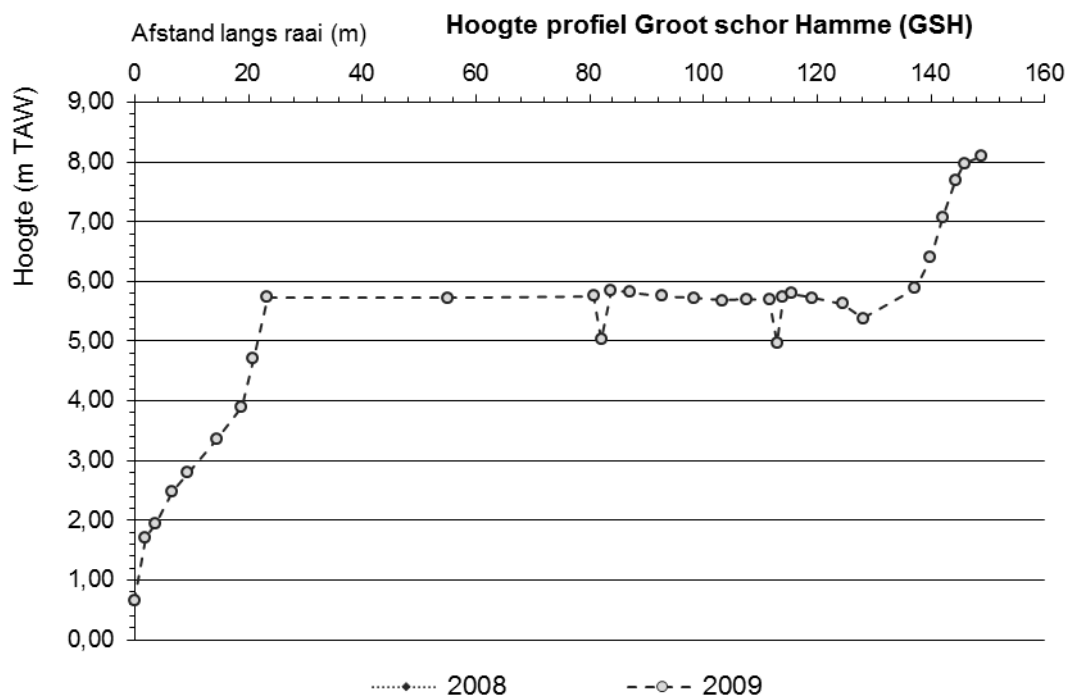


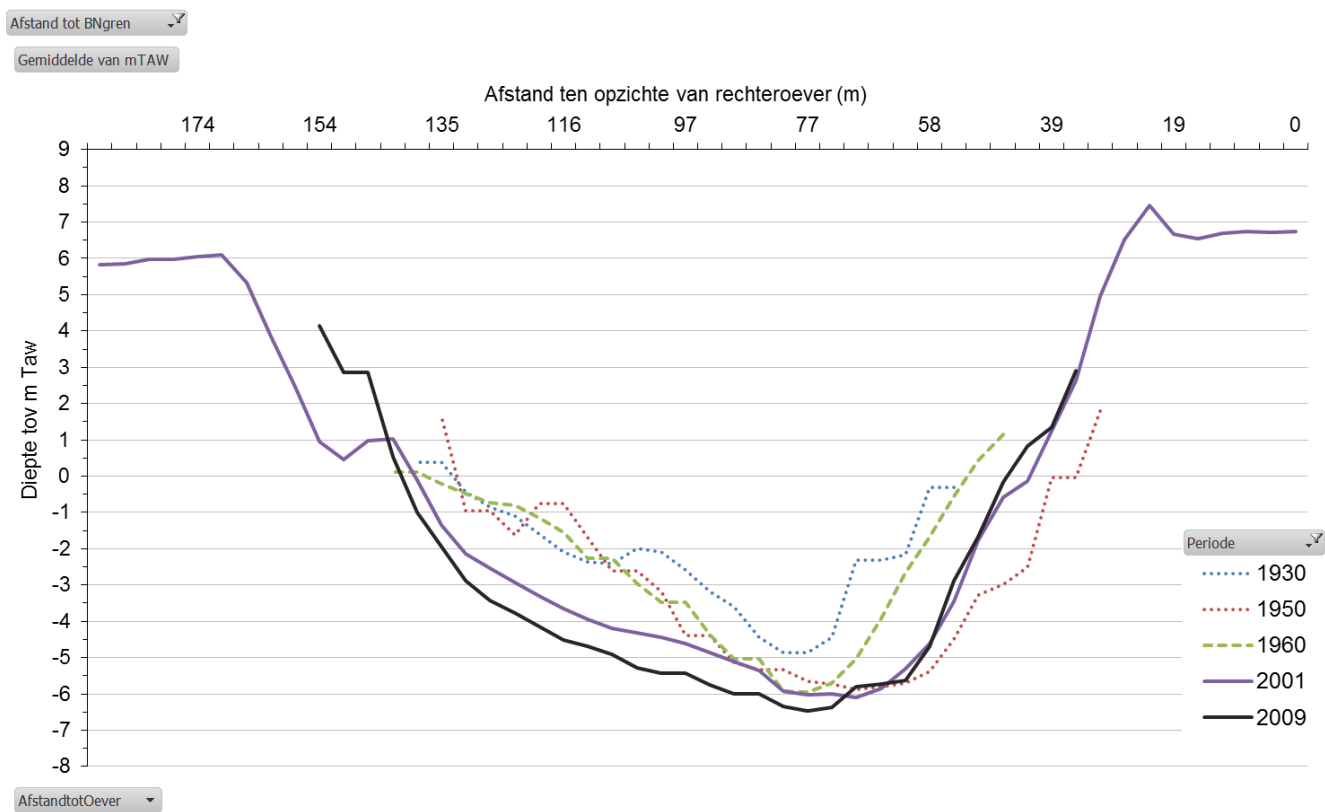
Profiel 9.25

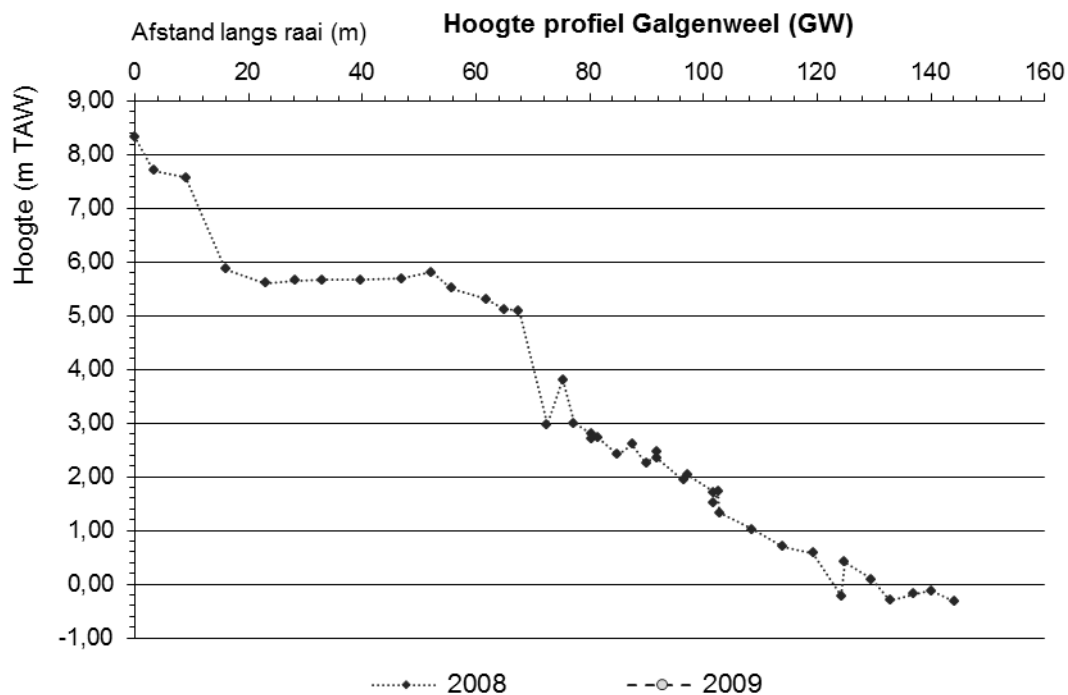


Ecotopen Schelde 2010

- Puntmetingen 2008
- Puntmetingen 2009
- Profiellijnen
- Ecotoop**
- GOG
- antropogeen
- subtidaal
- slijk hard antropogeen
- slijk hard natuurlijk
- slijk zacht substraat
- hoog supralitoraal
- potentiële pionierzone
- schor
- supralitoraal hard antropogeen

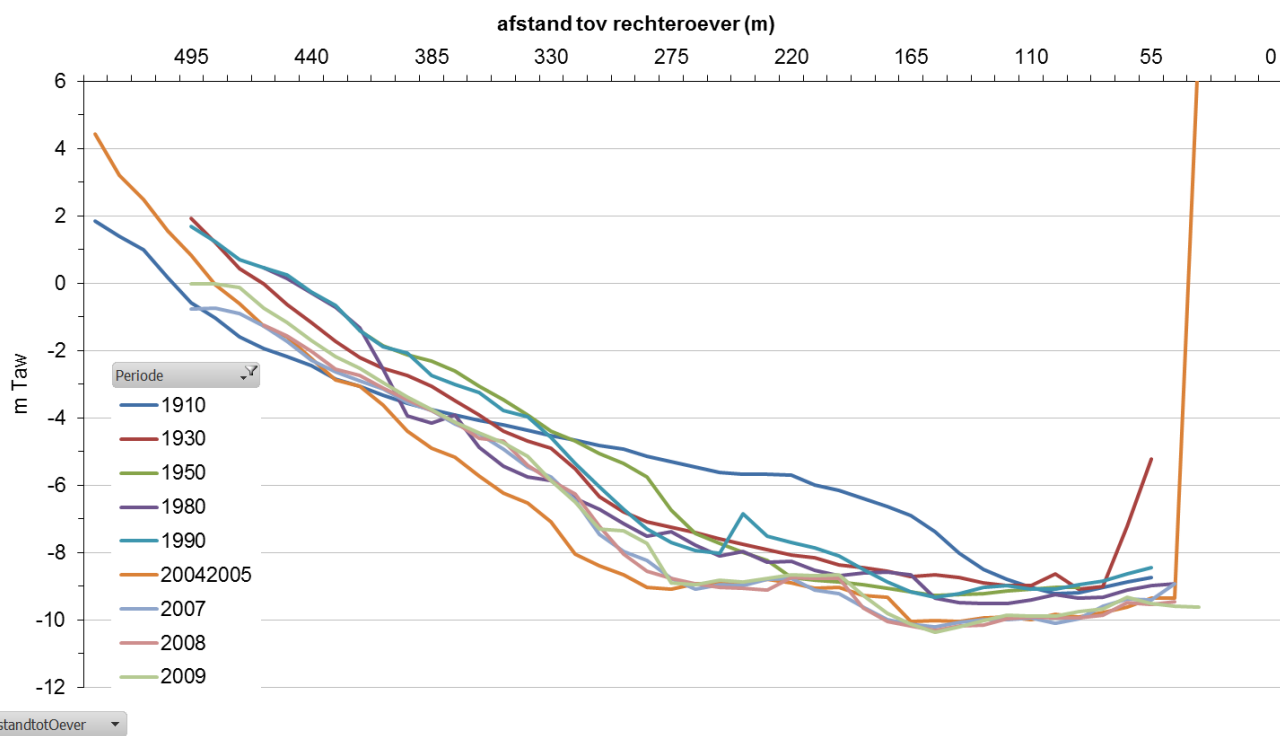




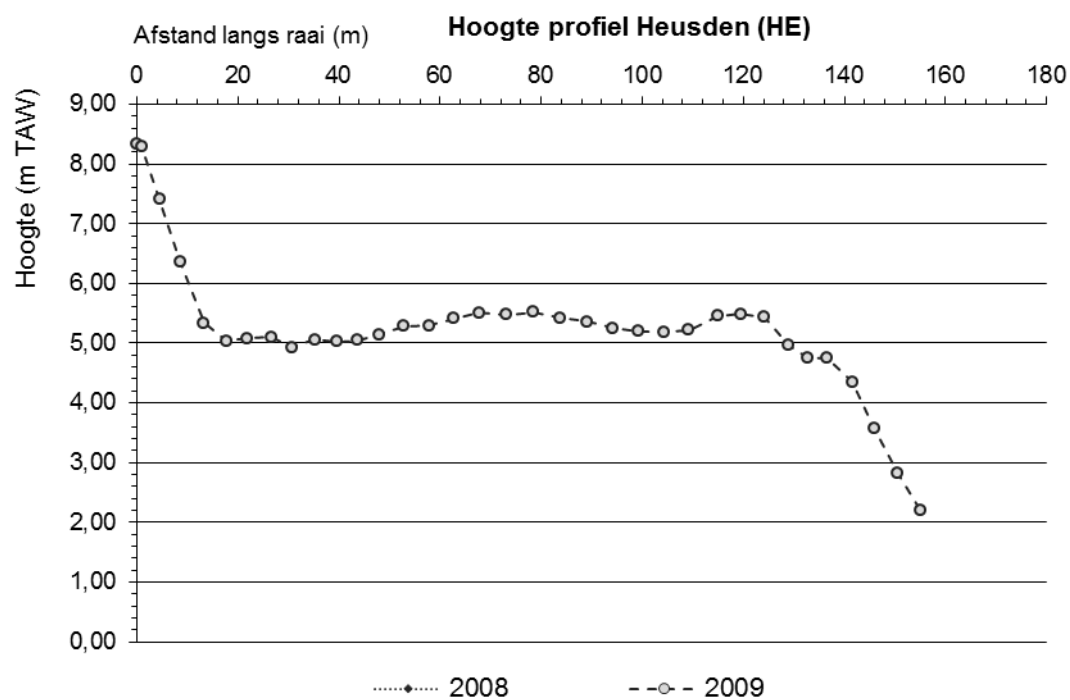
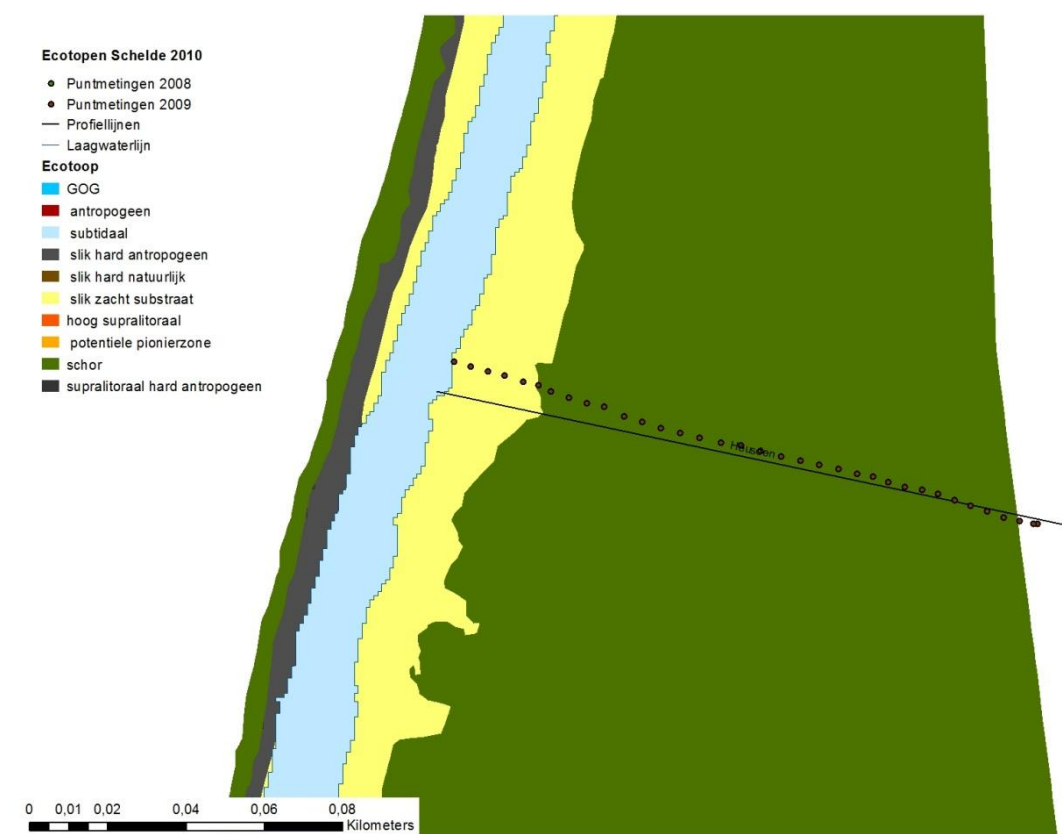


Afstand tot BNgren

Gemiddelde van mTAW

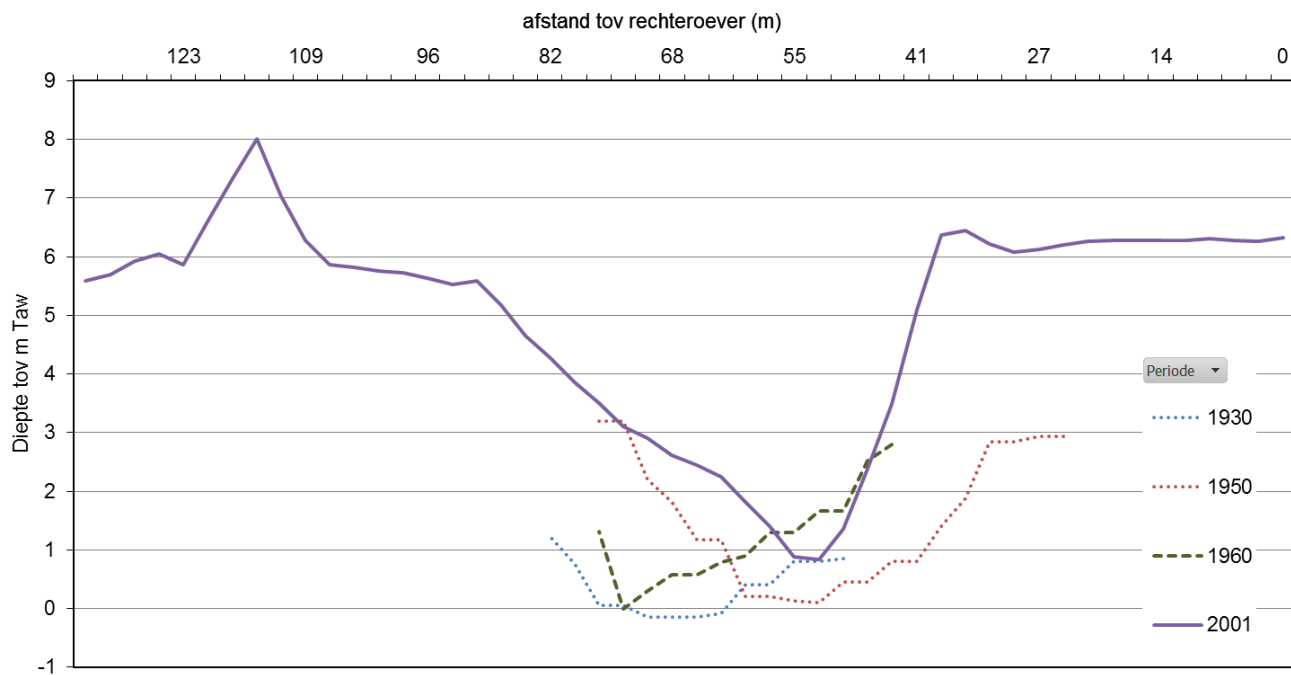


Profiel 28.25



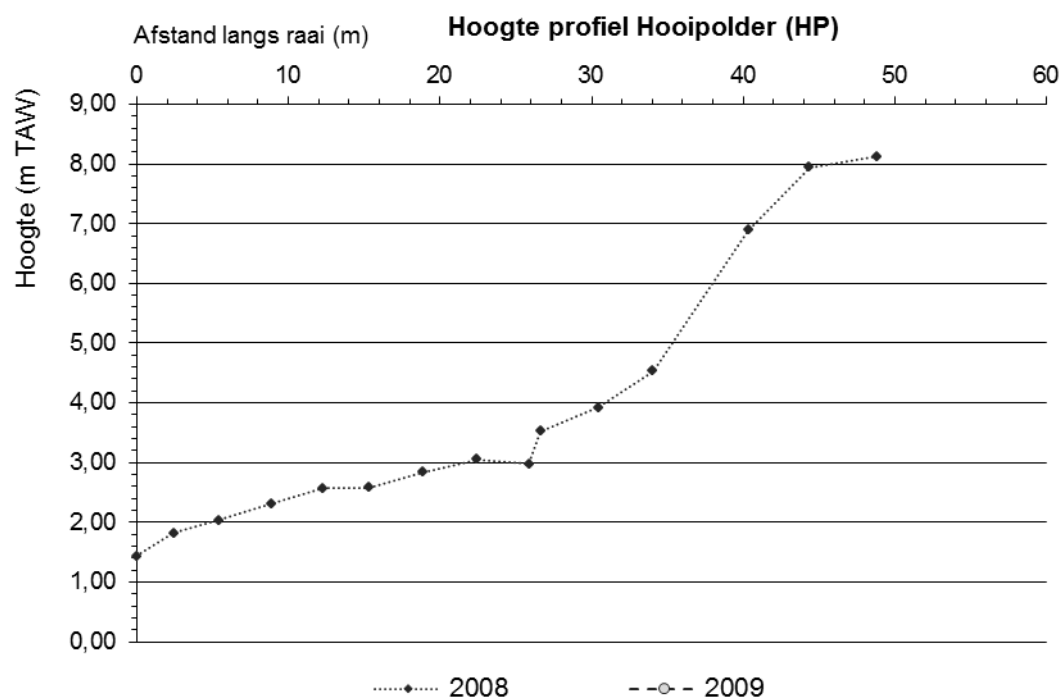
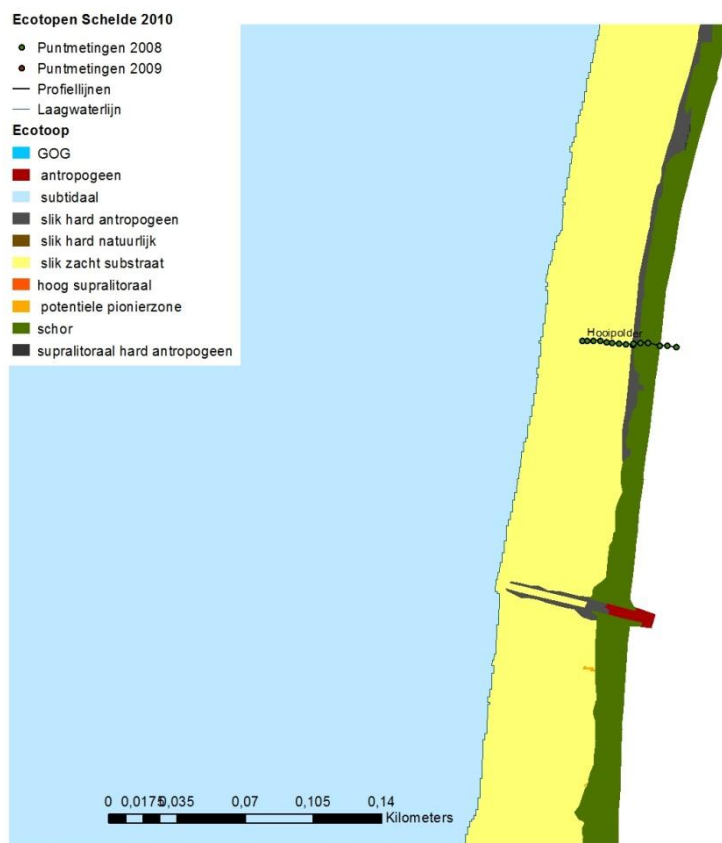
Afstand tot BNGren

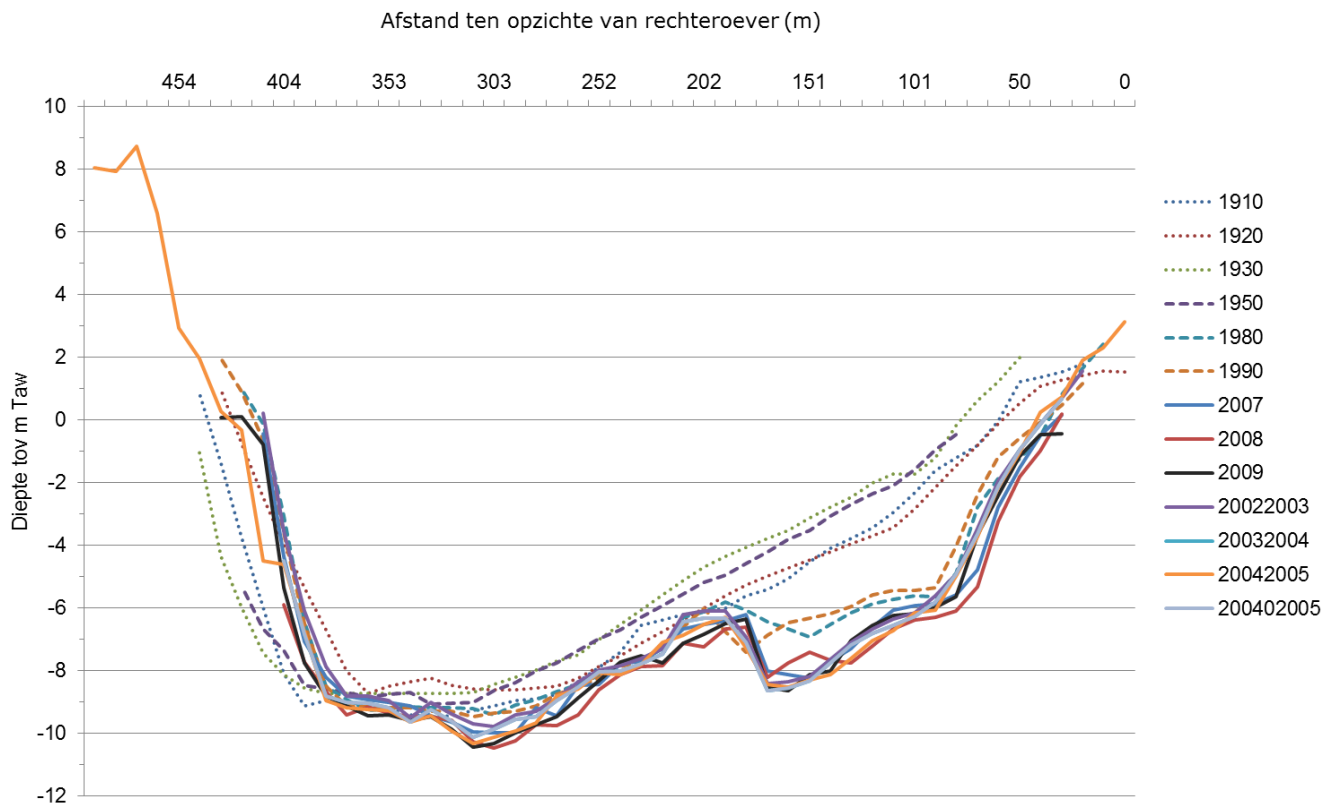
Gemiddelde van mTAW



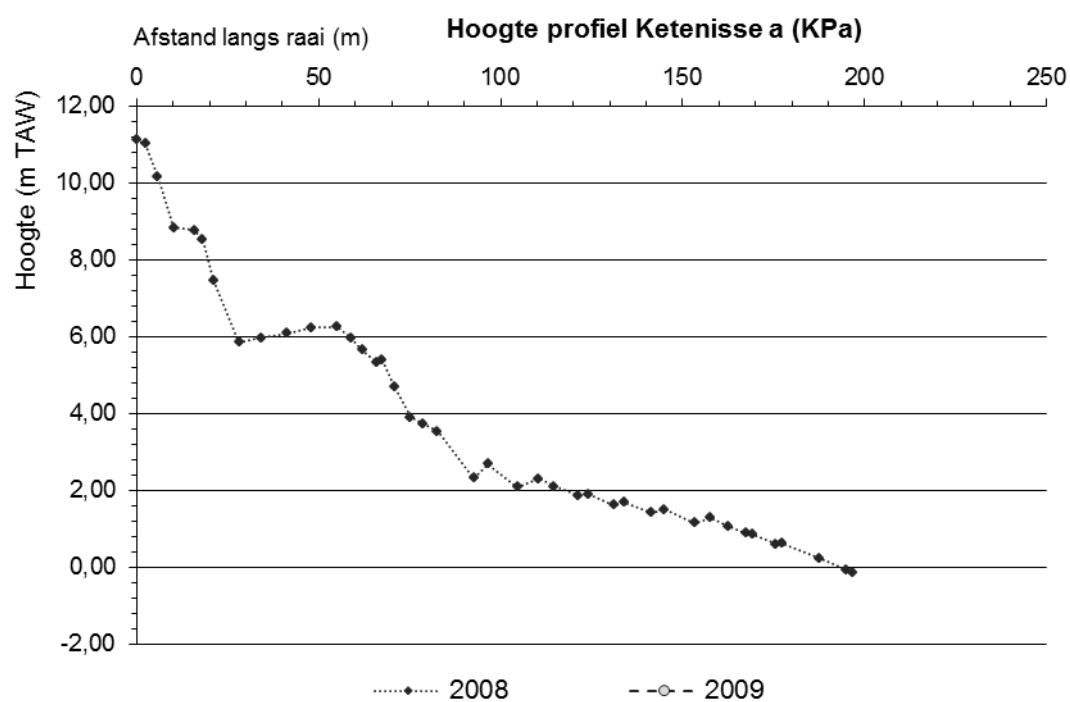
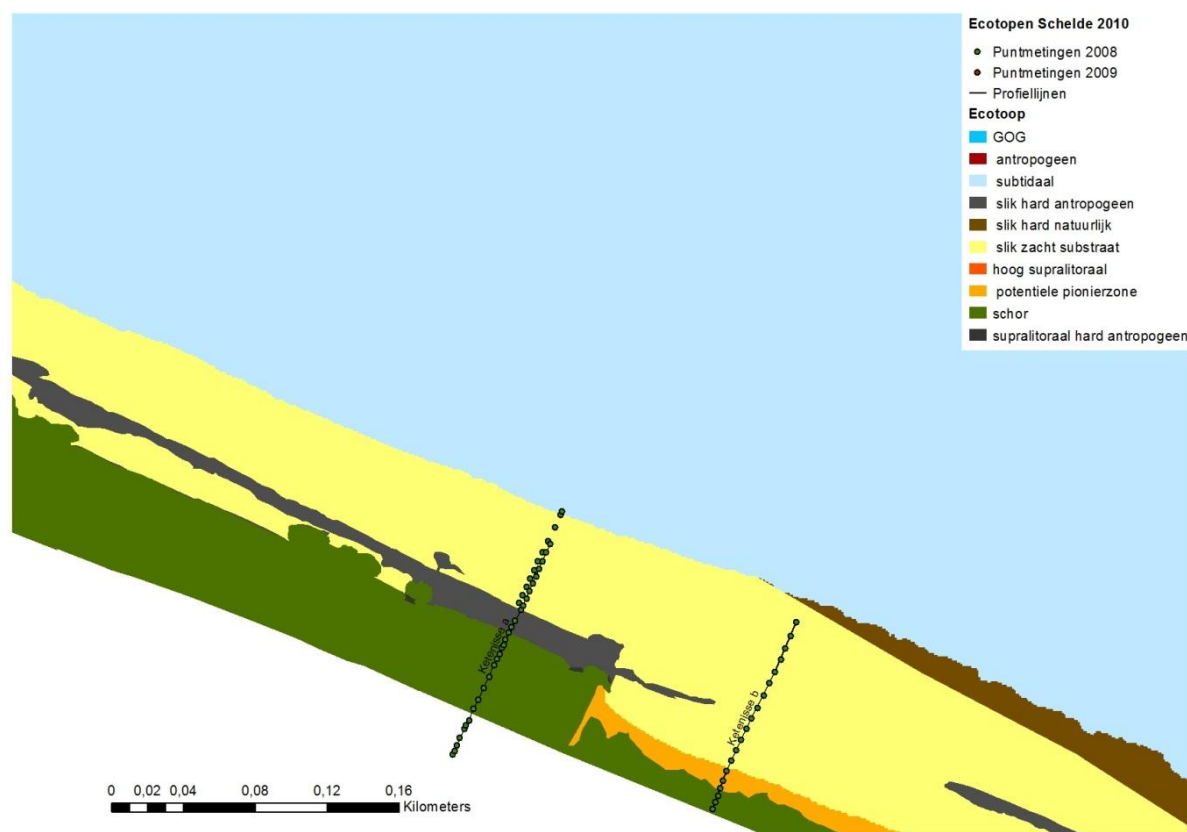
Afstand tot Oever

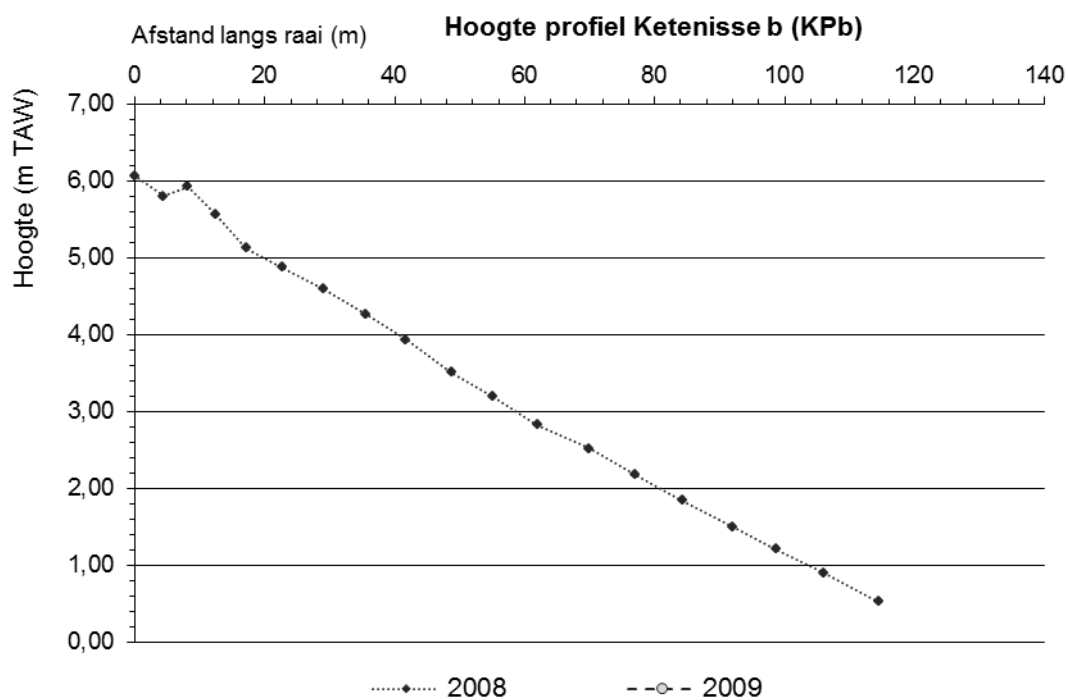
Profiel 103.25





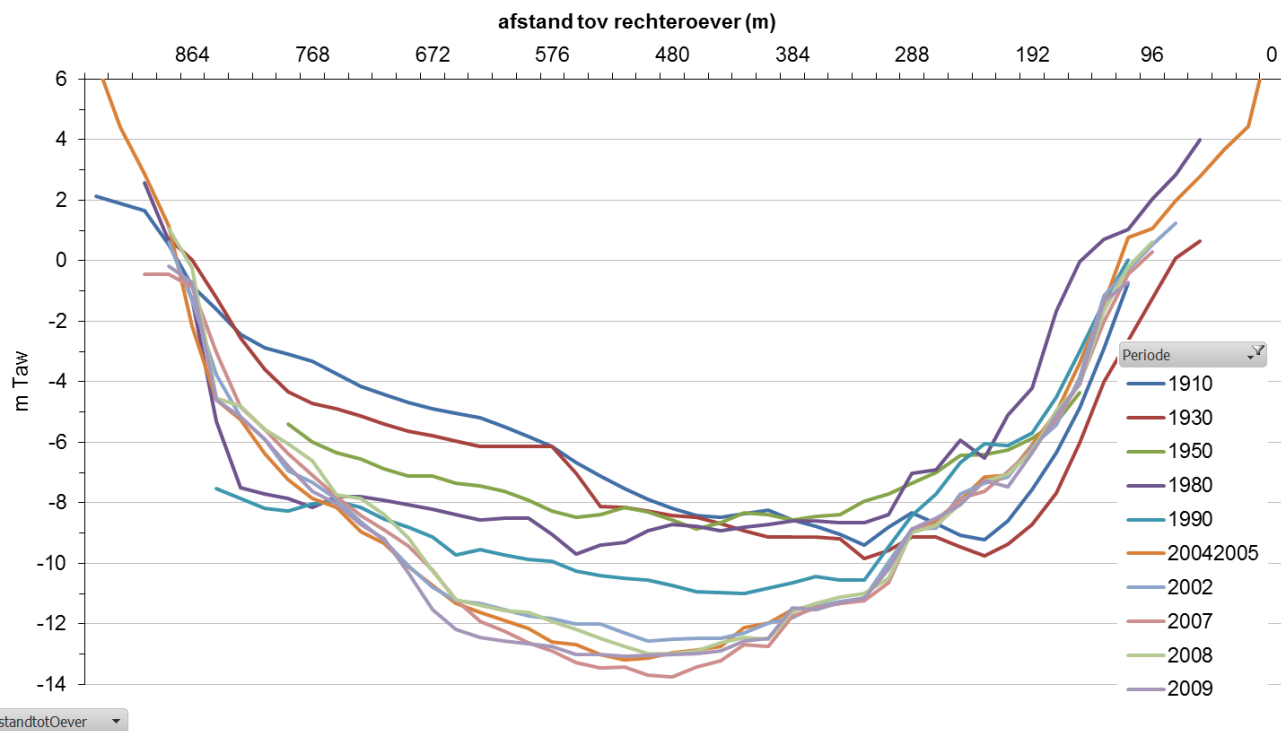
Profiel 33.75



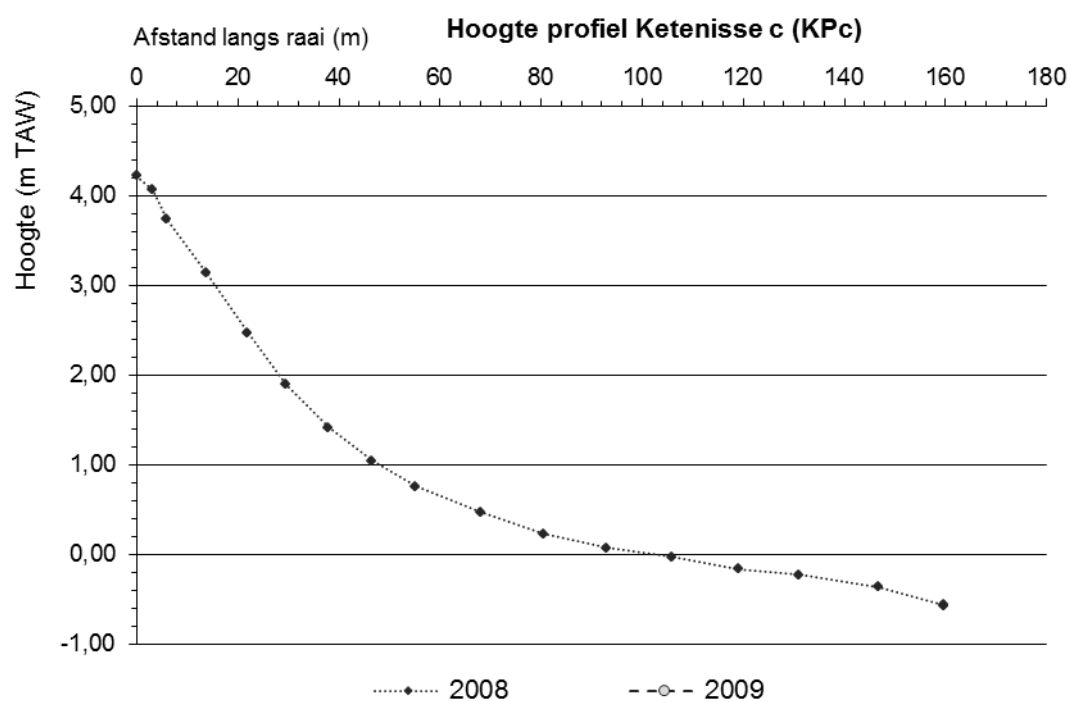
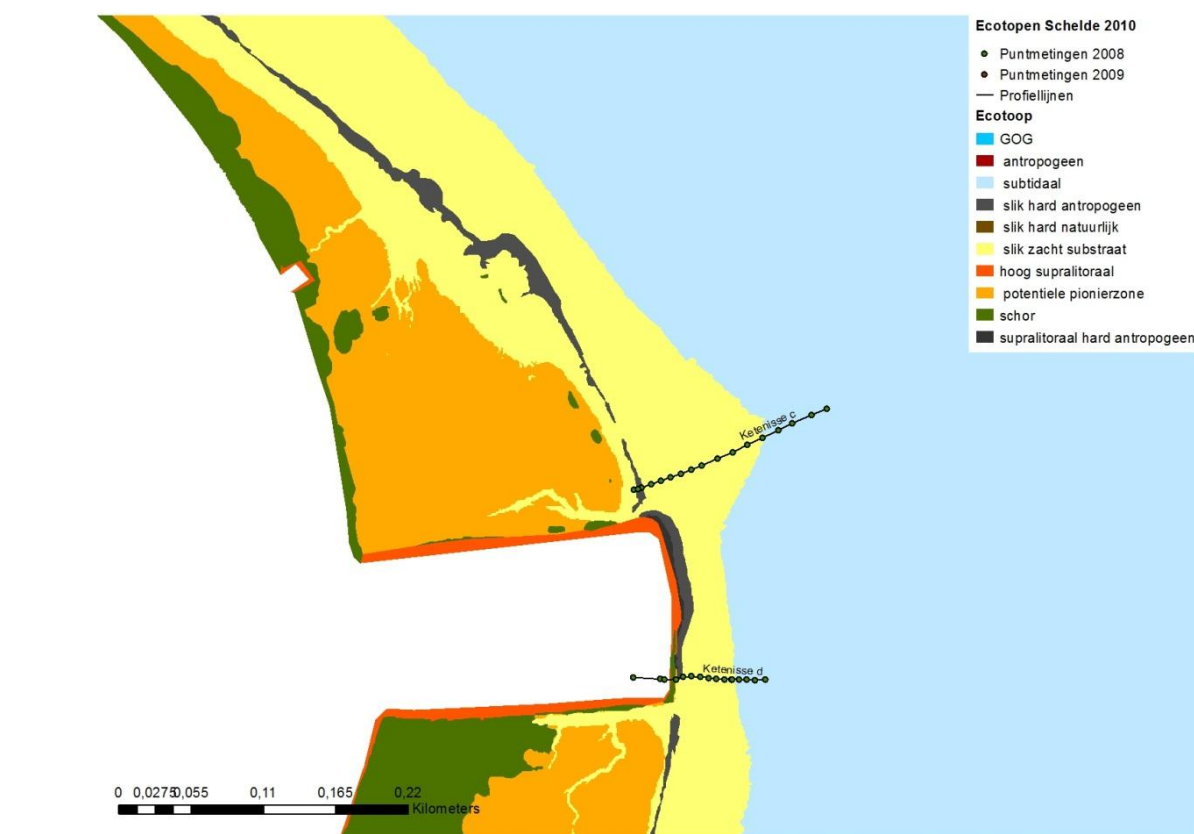


Afstand tot BNGren

Gemiddelde van mTAW

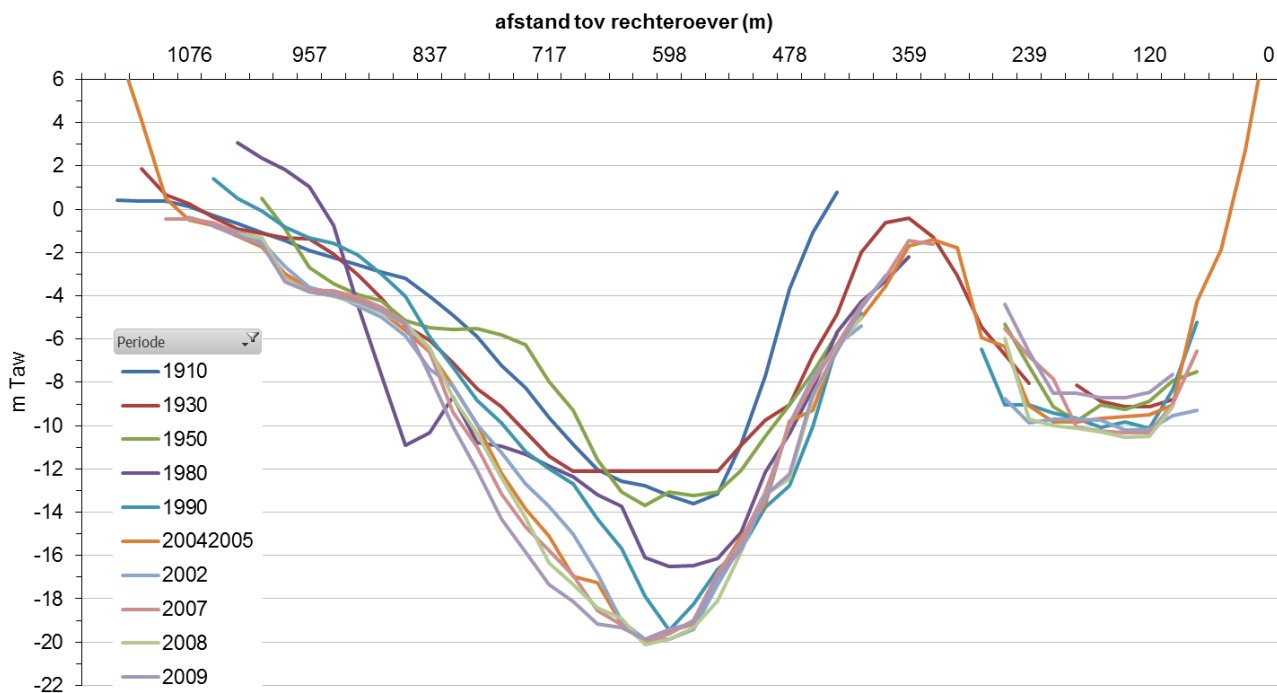


Profiel 12.25



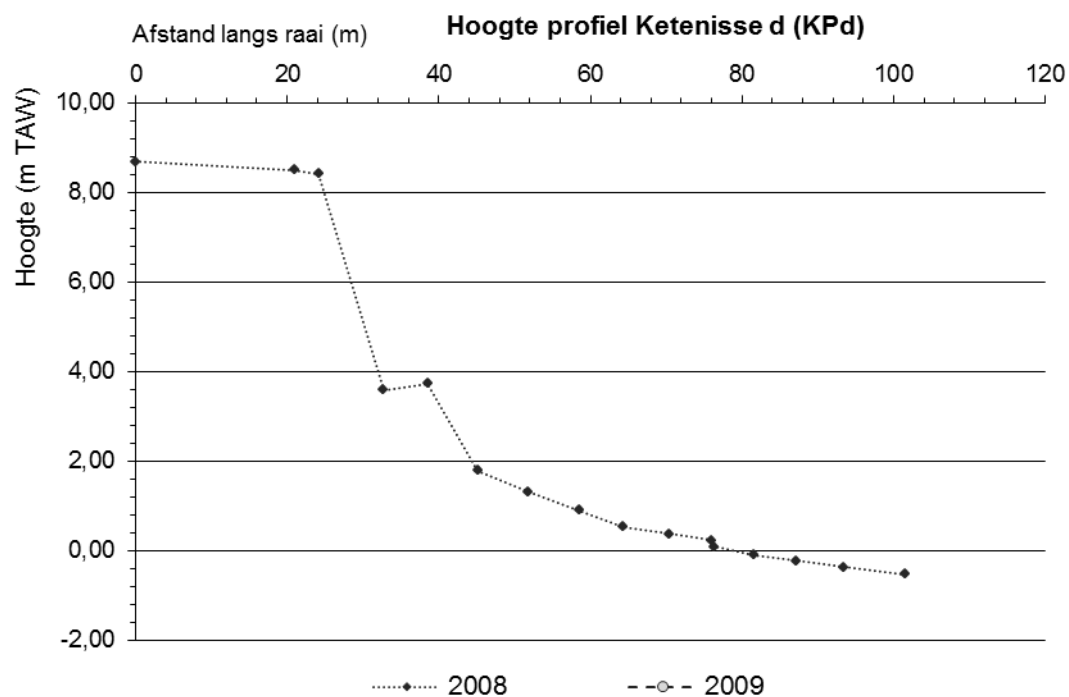
Afstand tot BNGren

Gemiddelde van mTAW



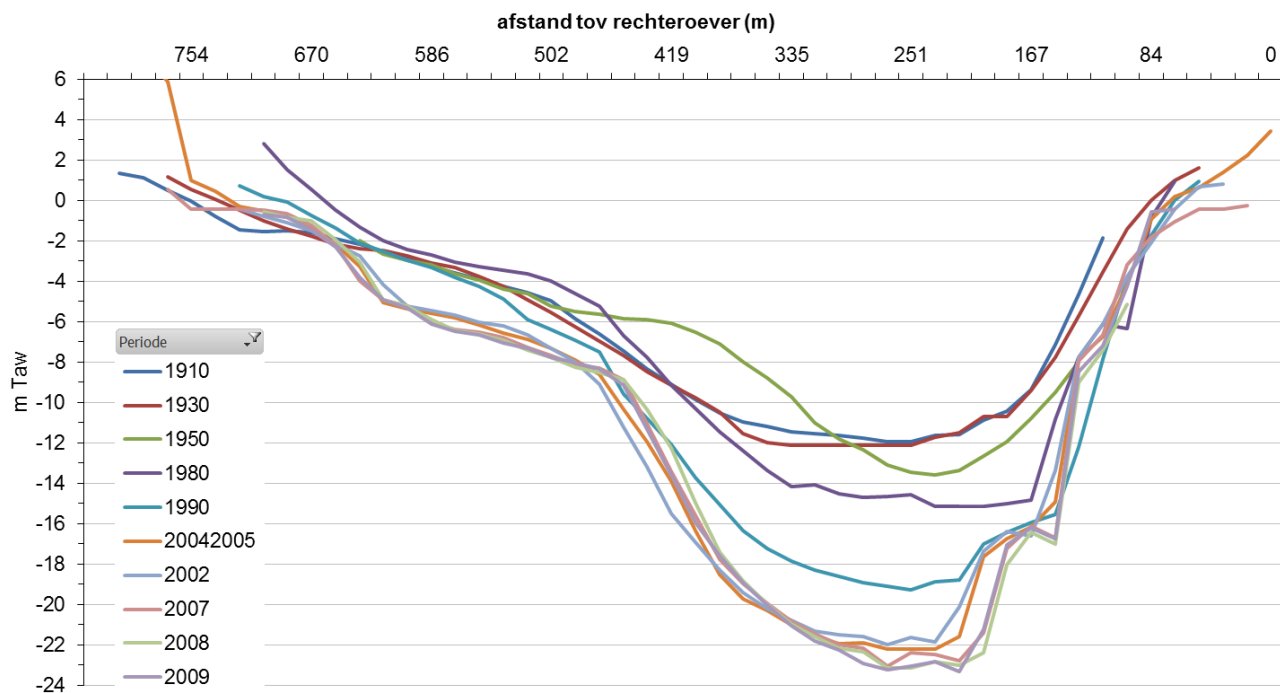
Afstand tot Oever

Profiel 14.50

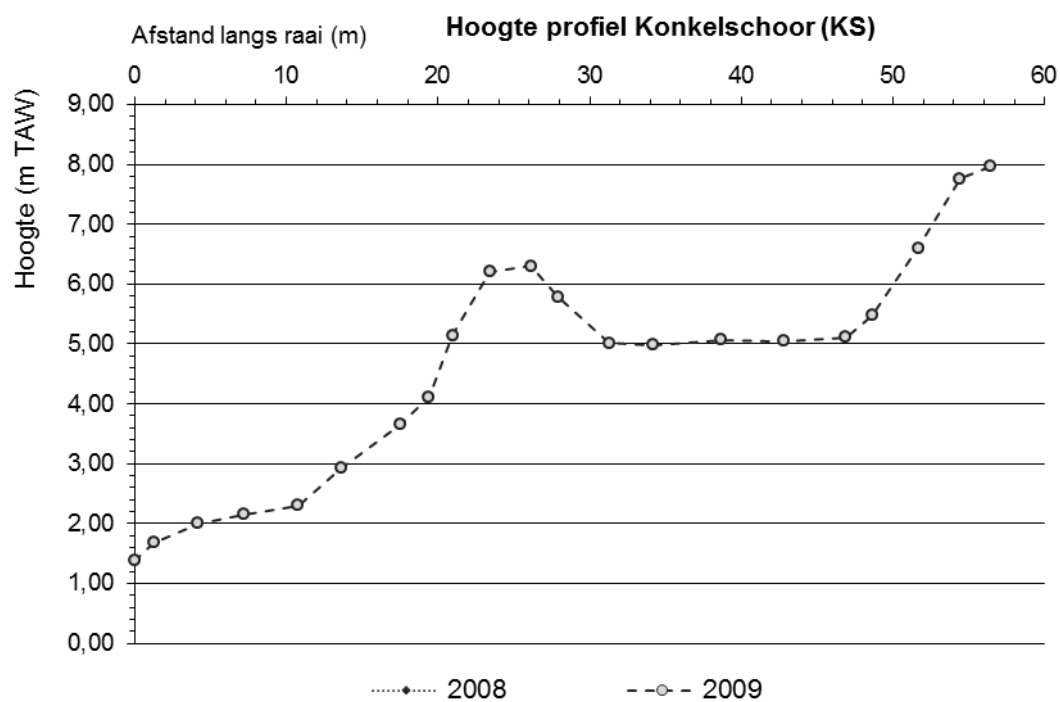
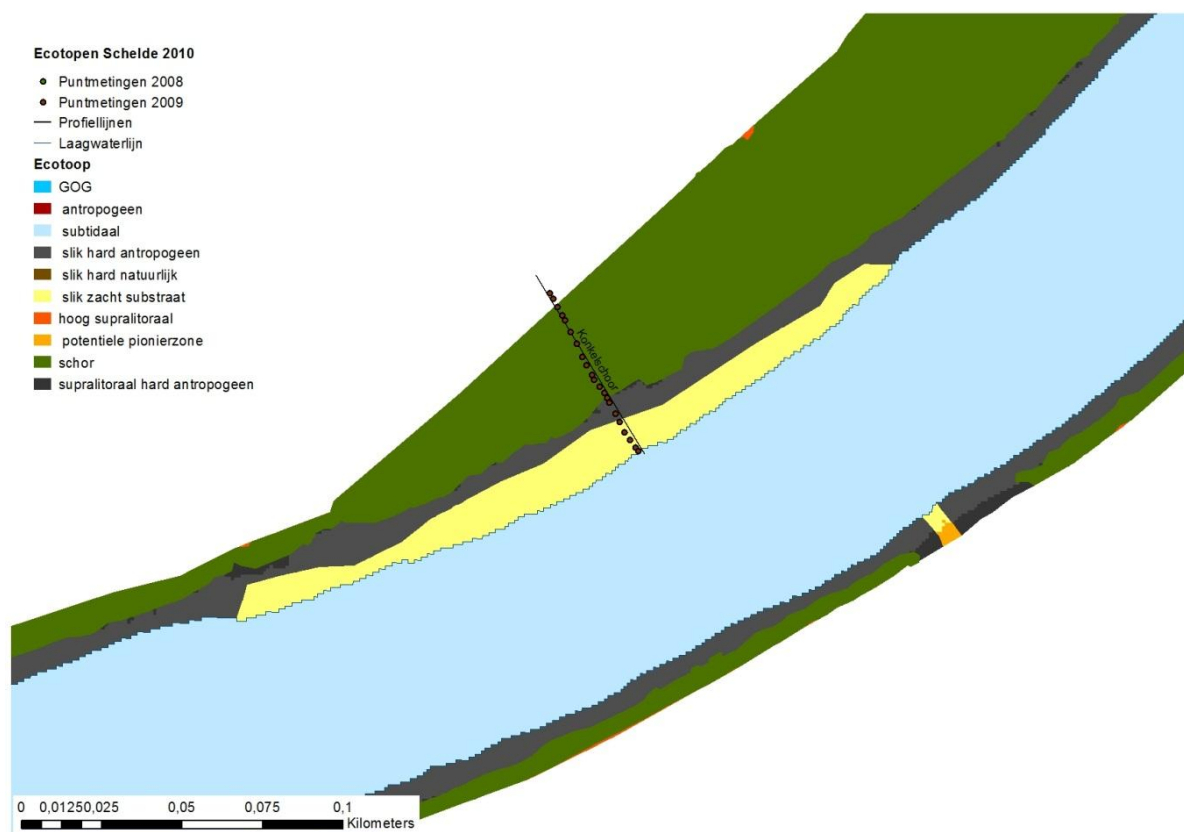


Afstand tot BNGren

Gemiddelde van mTAW

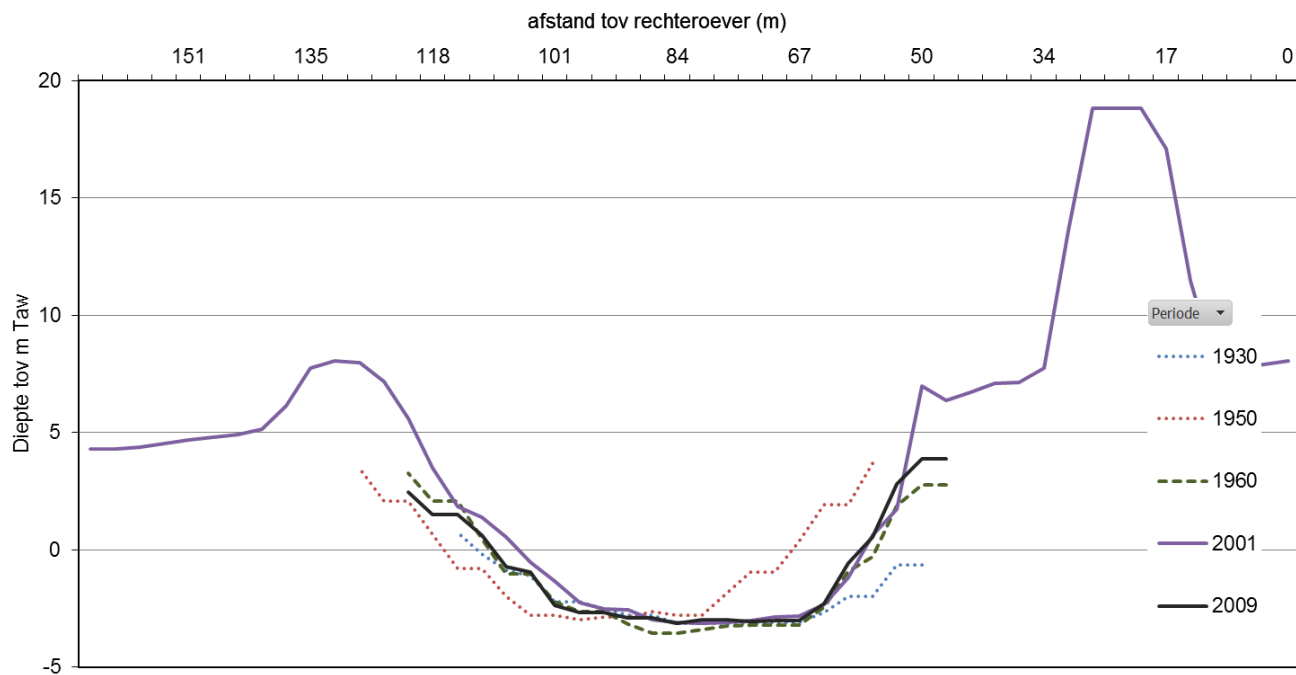


Profiel 14.75



Afstand tot BNGren

Gemiddelde van mTAW

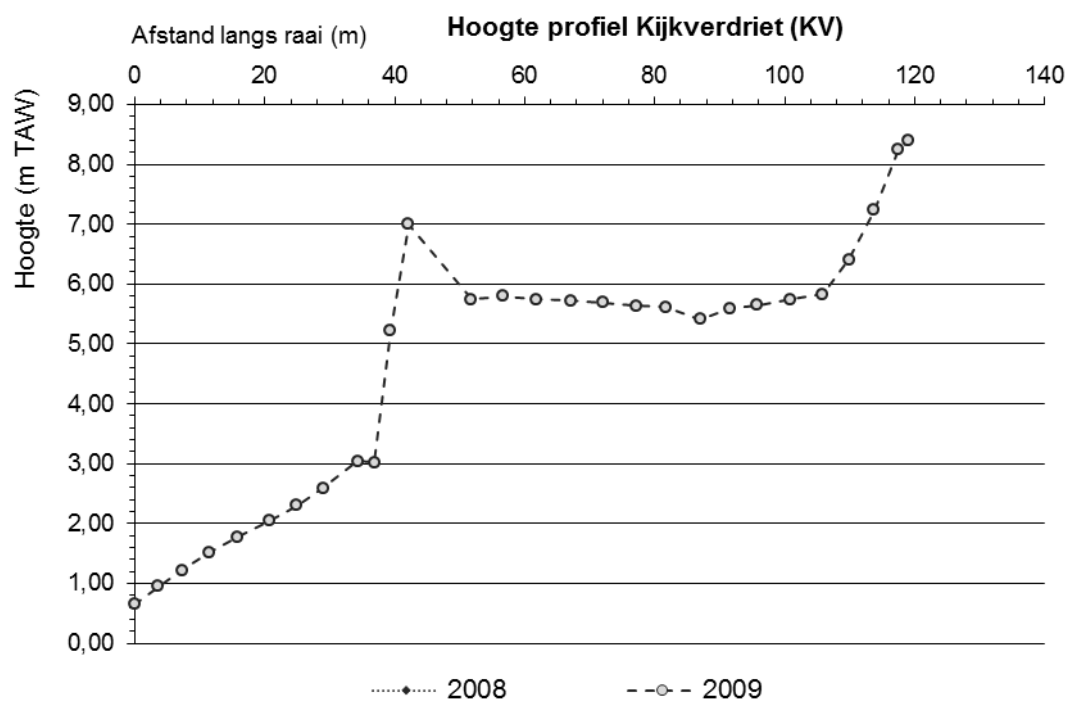
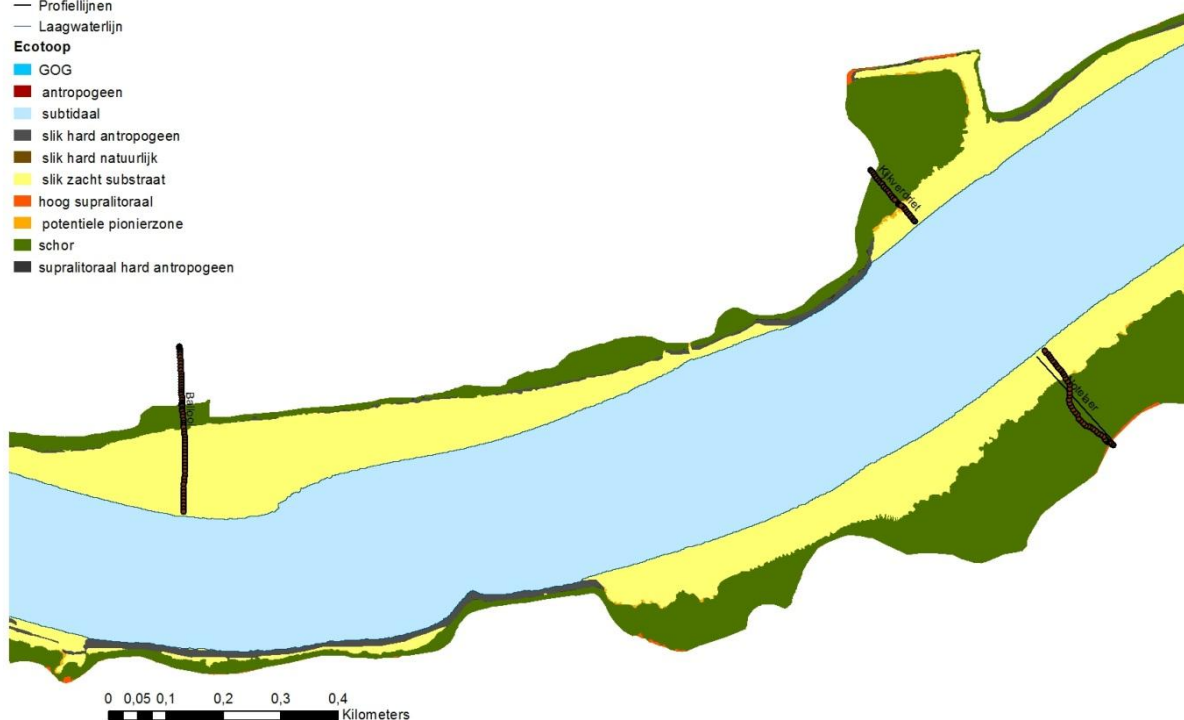


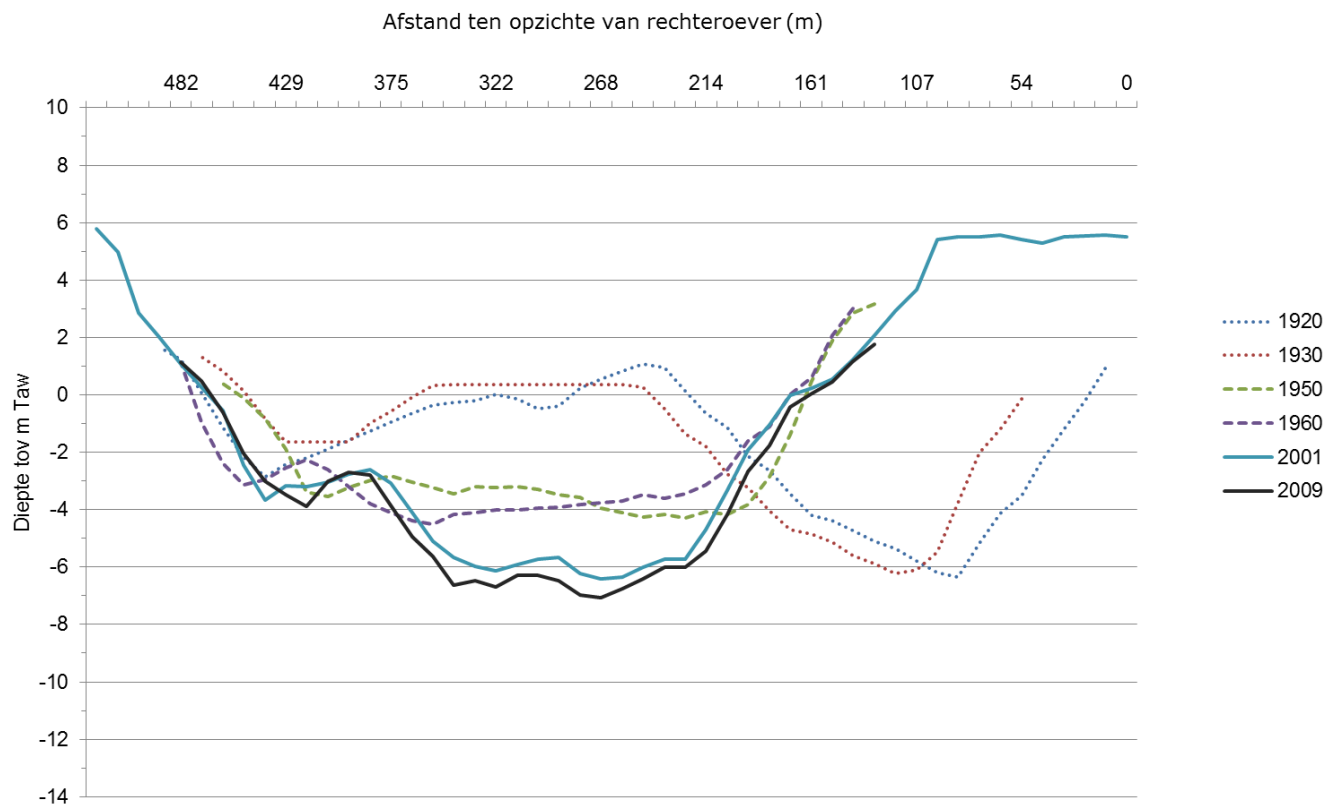
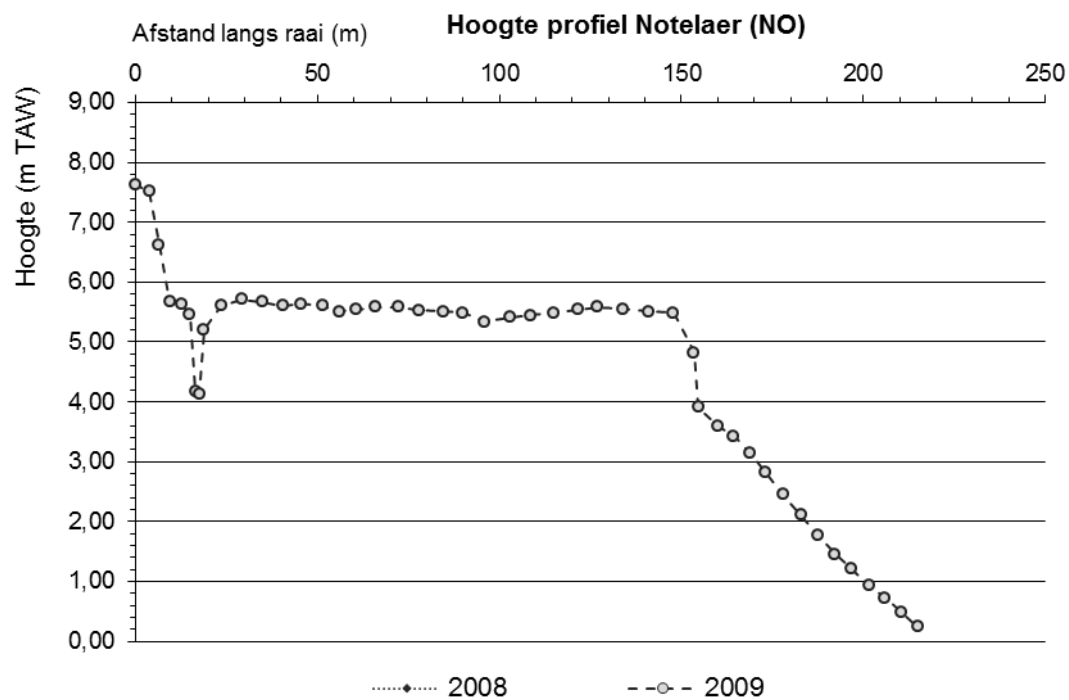
Afstand tot Oever

Profiel 81.25

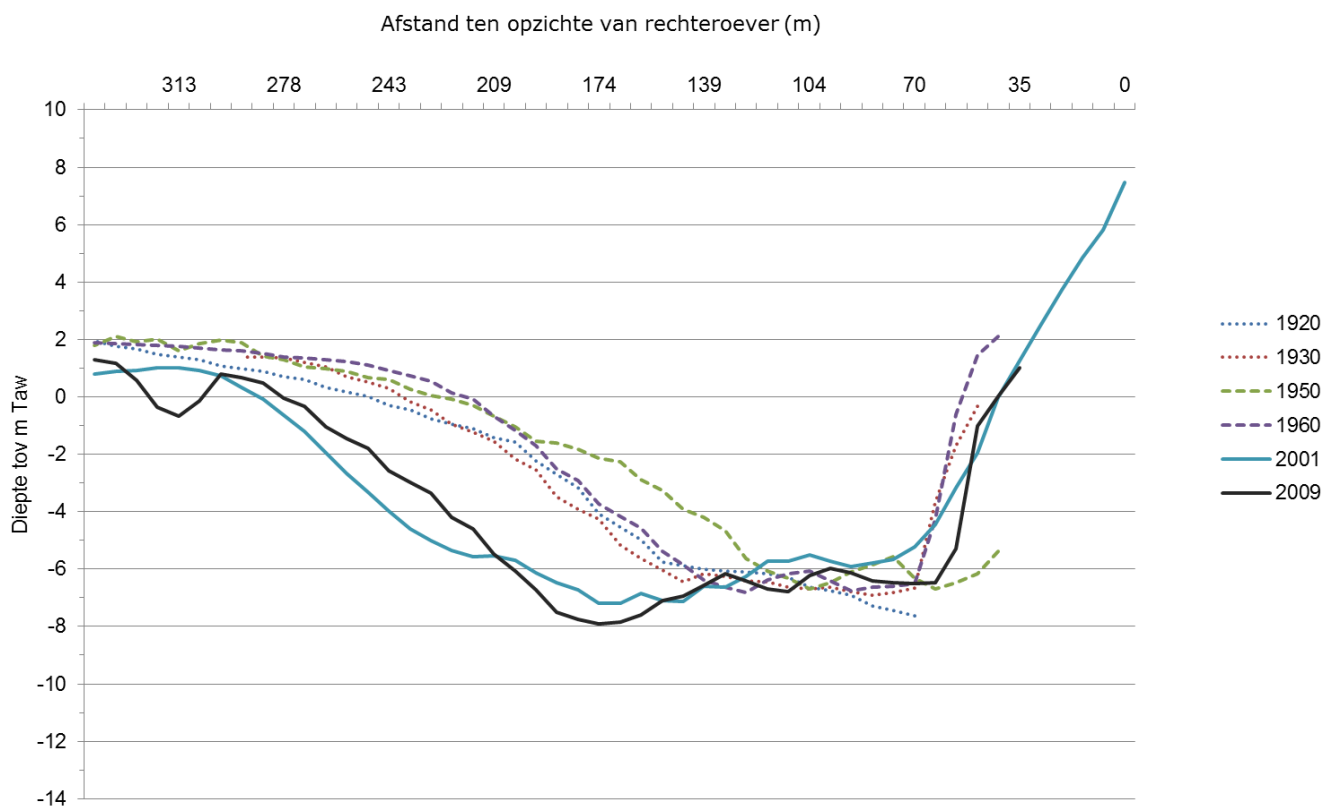
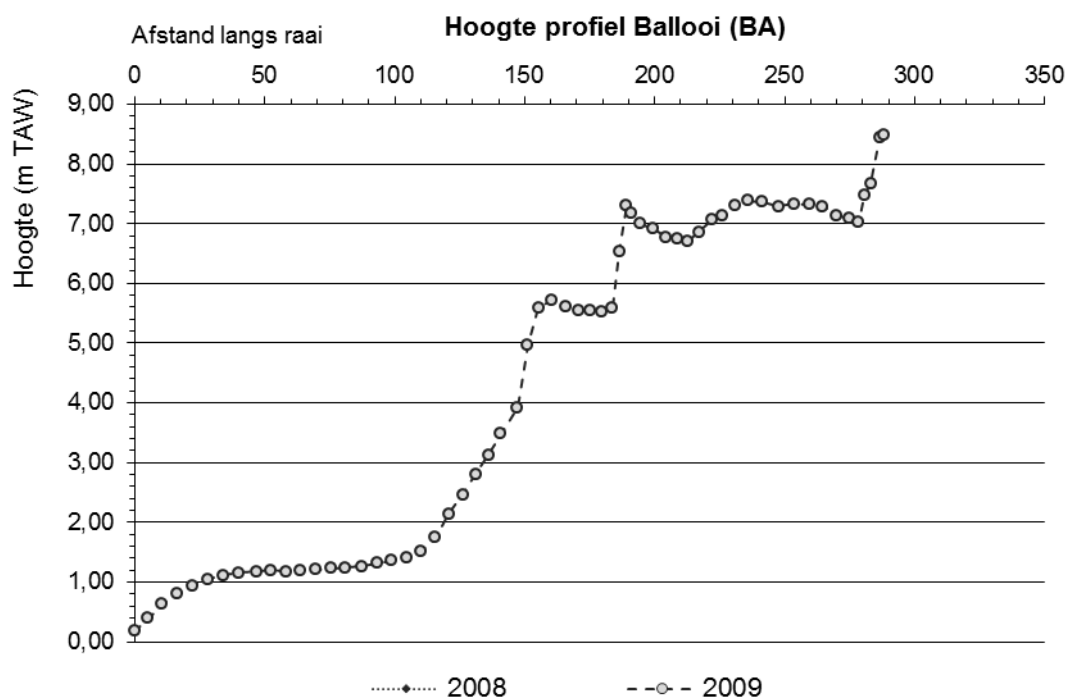
Ecotopen Schelde 2010

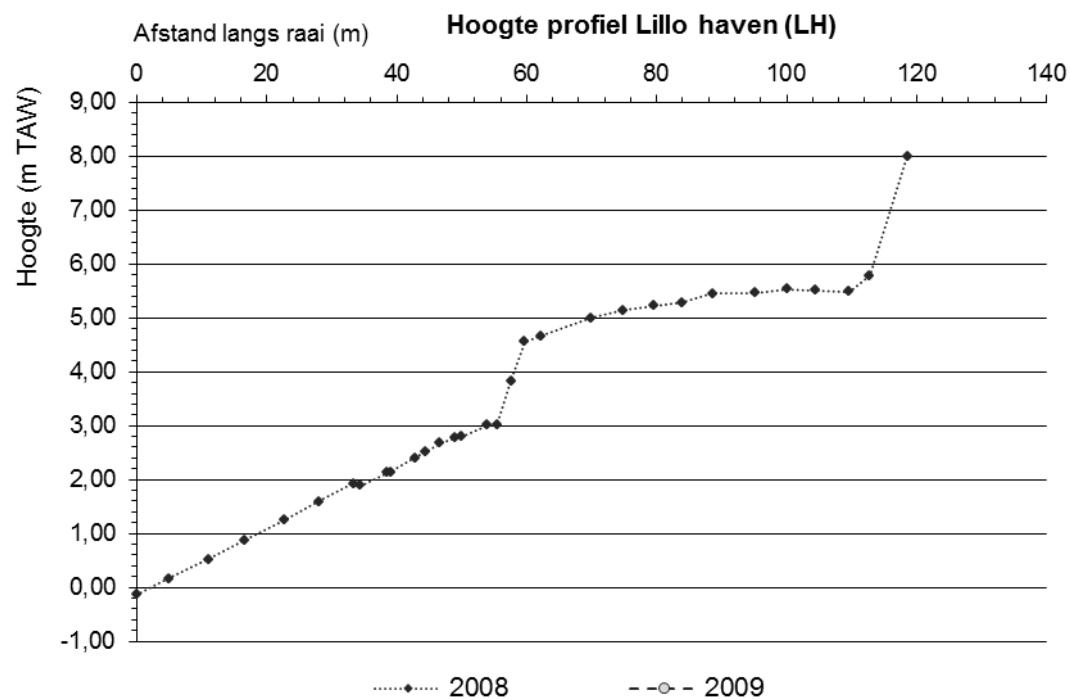
- Puntmetingen 2008
- Puntmetingen 2009
- Profiellijnen
- Laagwaterlijn
- Ecotoop**
- GOG
- antropogeen
- subtidaal
- slik hard antropogeen
- slik hard natuurlijk
- slik zacht substraat
- hoog supralitoraal
- potentiële pionierzone
- schor
- supralitoraal hard antropogeen





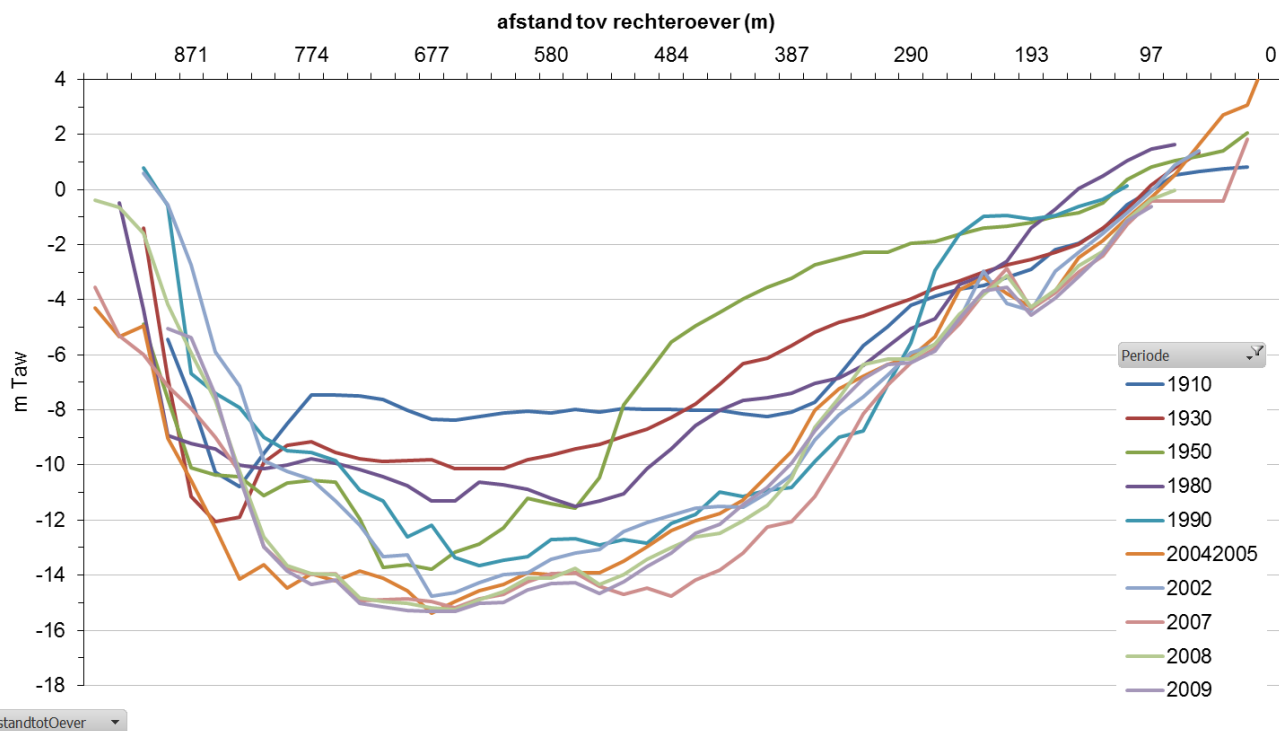
Profiel 43.25



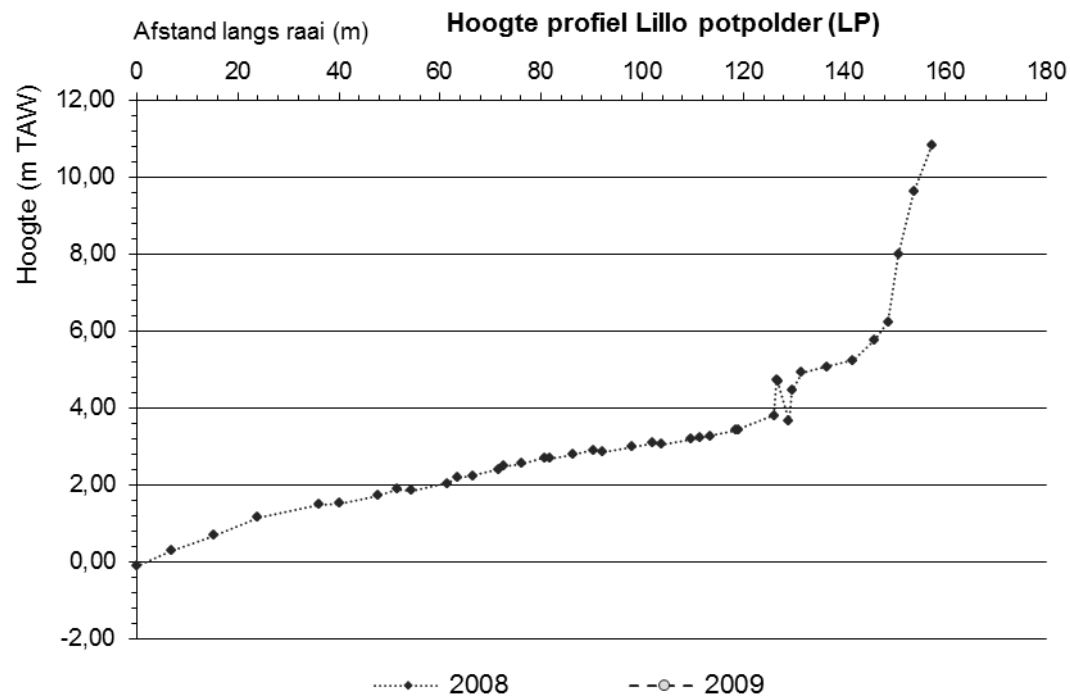


Afstand tot BNGren

Gemiddelde van mTAW

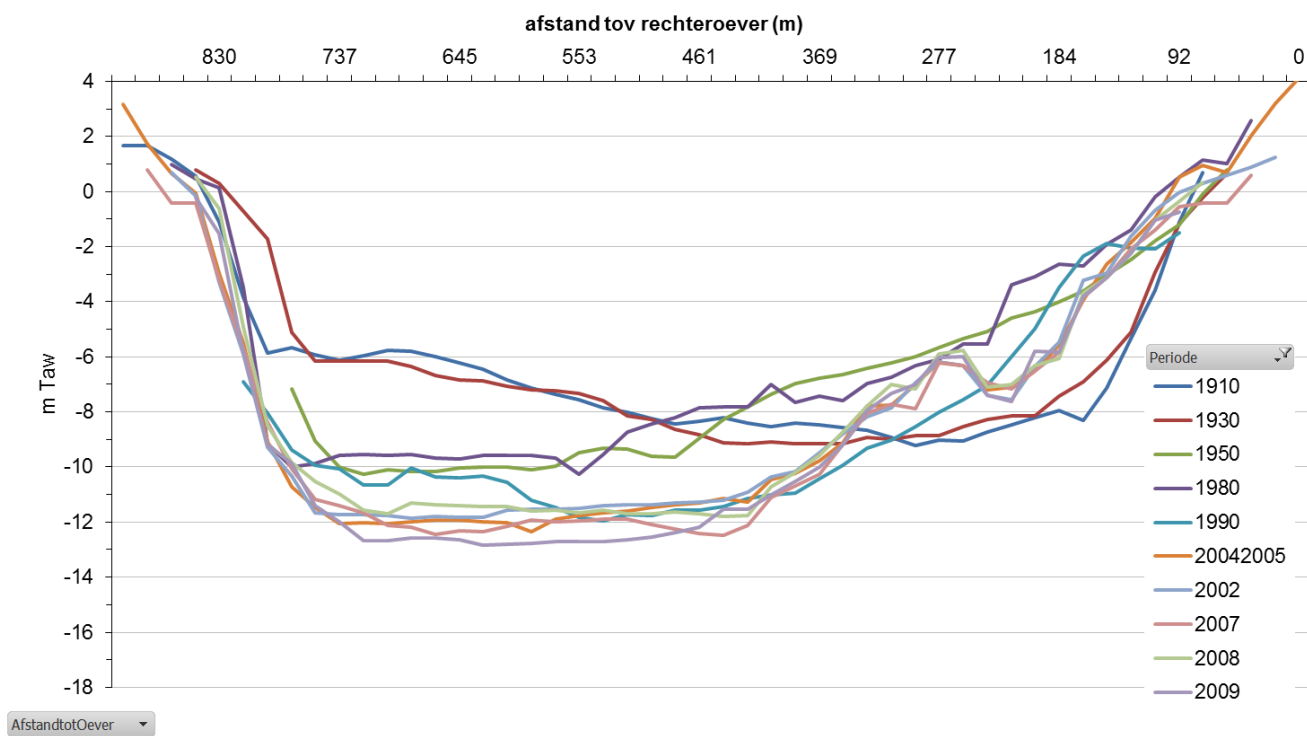


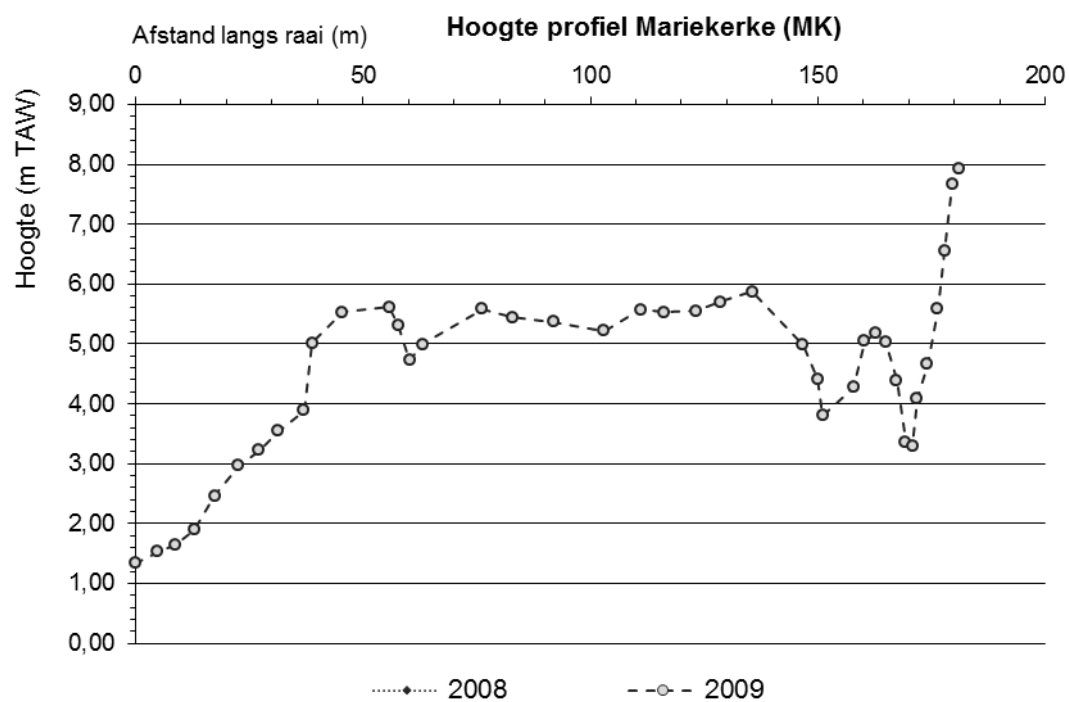
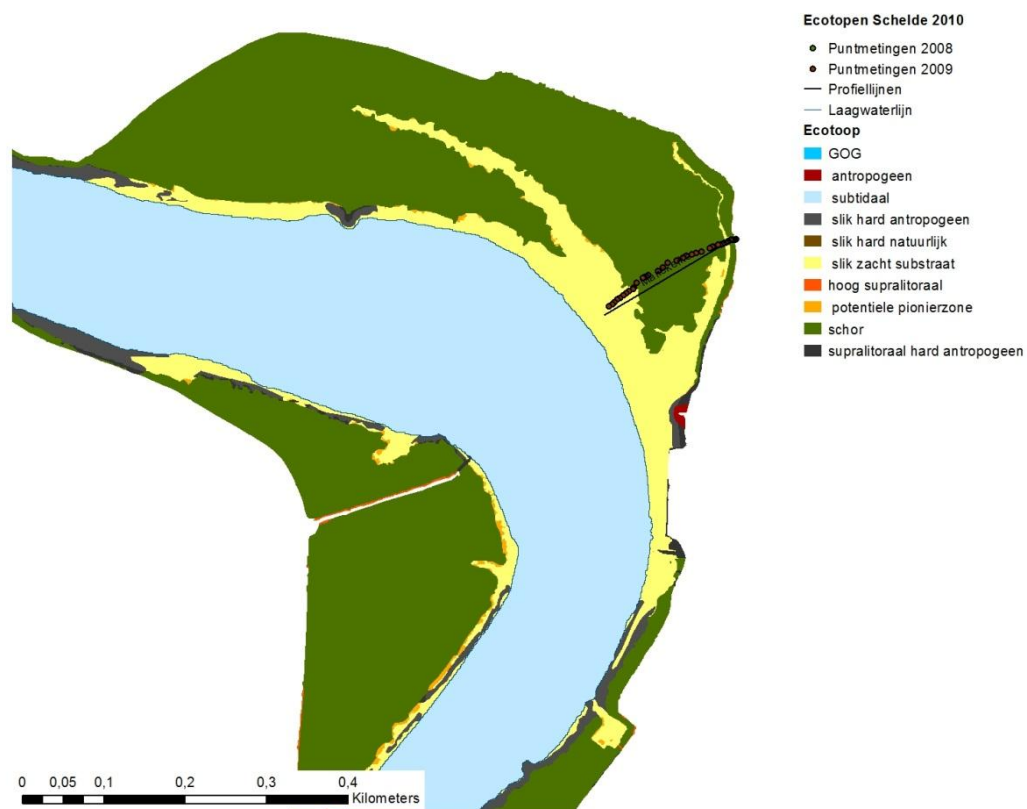
Profiel 10.25

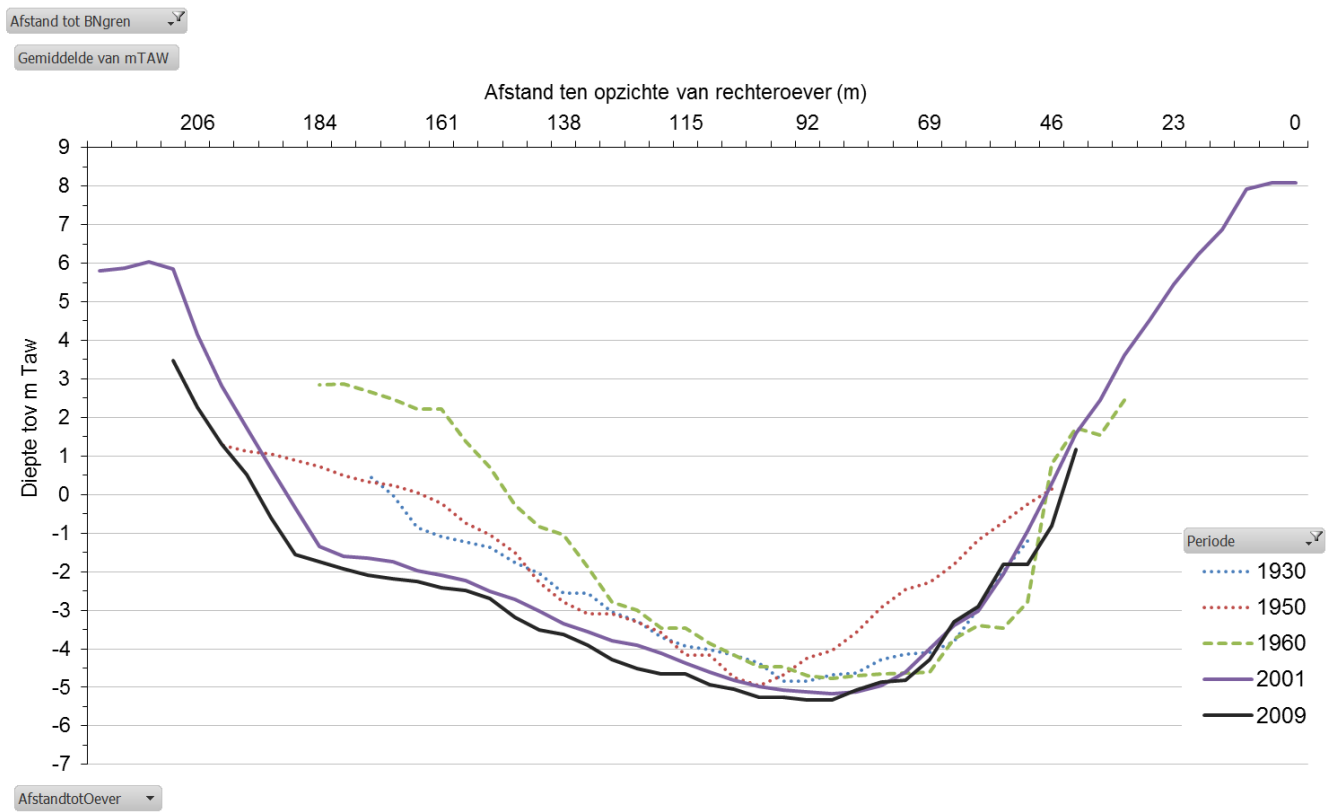


Afstand tot BNgren

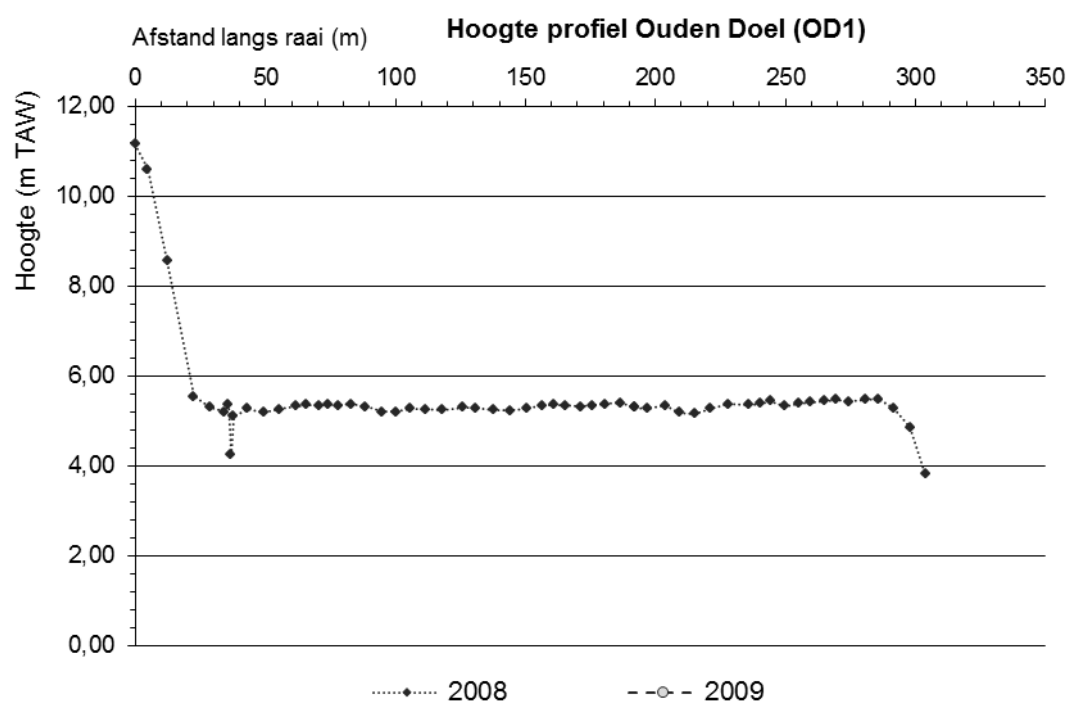
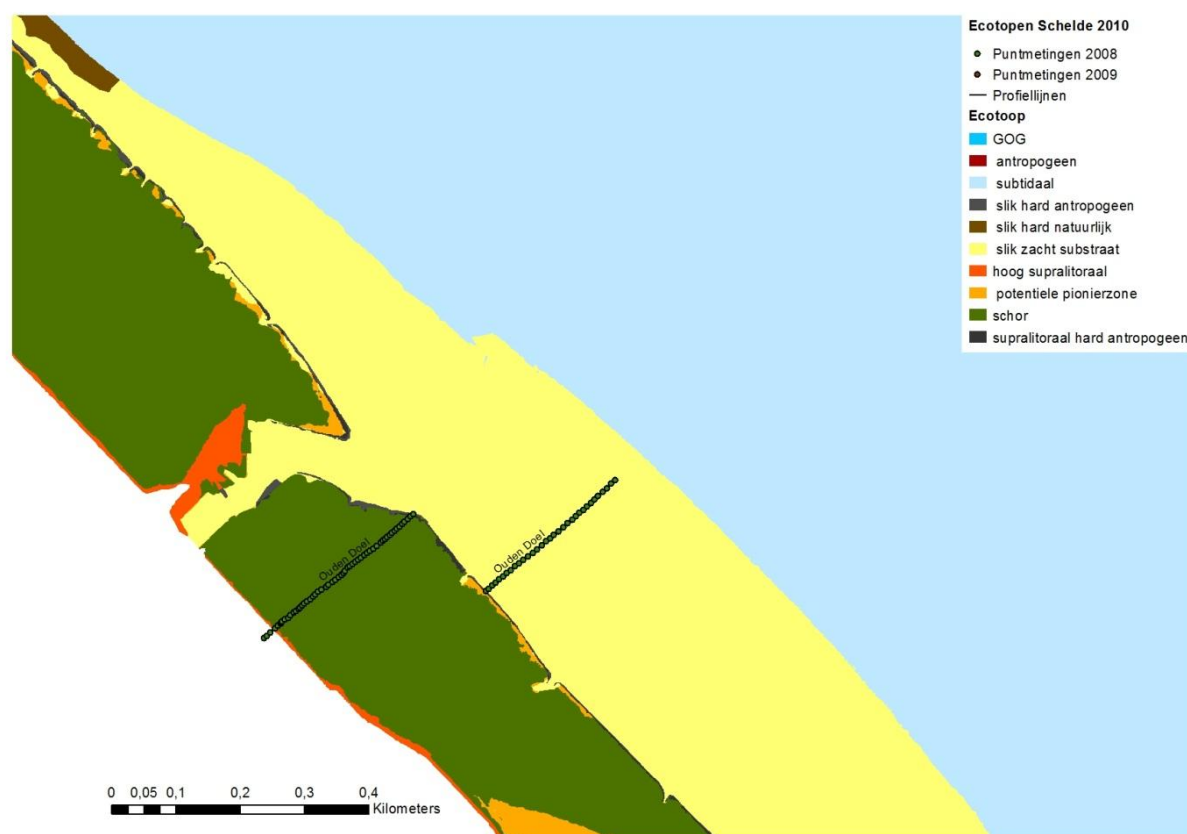
Gemiddelde van mTAW

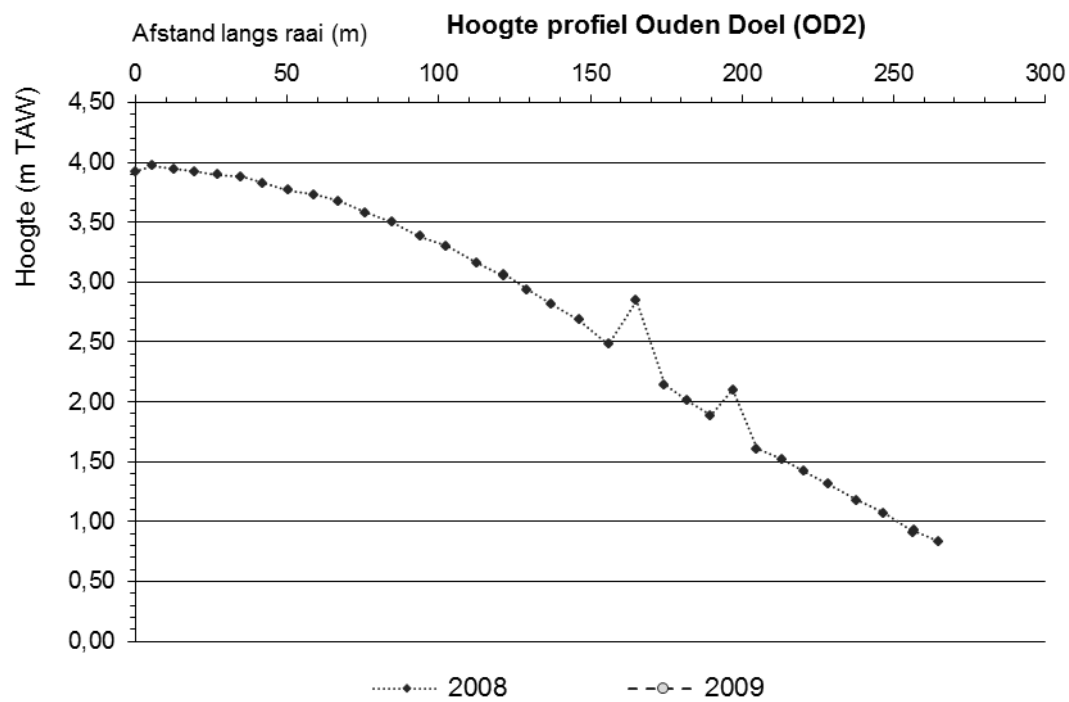






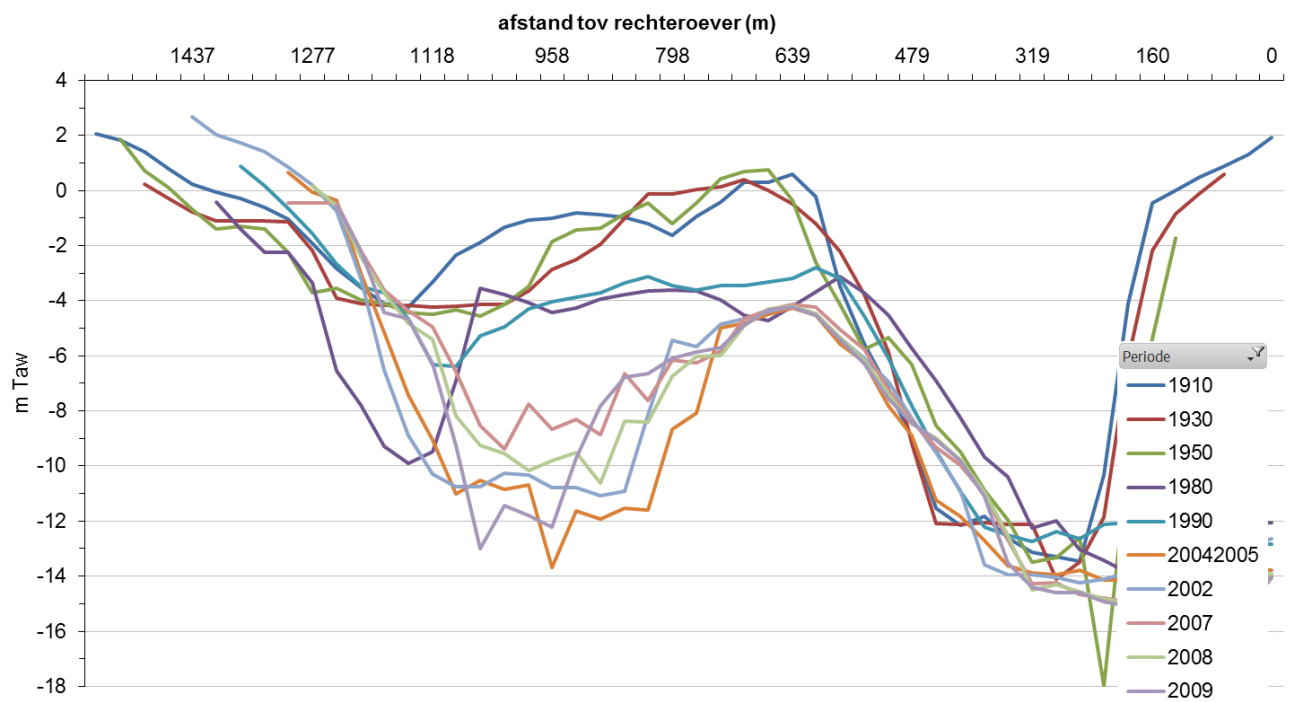
Profiel 57.25





Afstand tot BNgren

Gemiddelde van mTAW

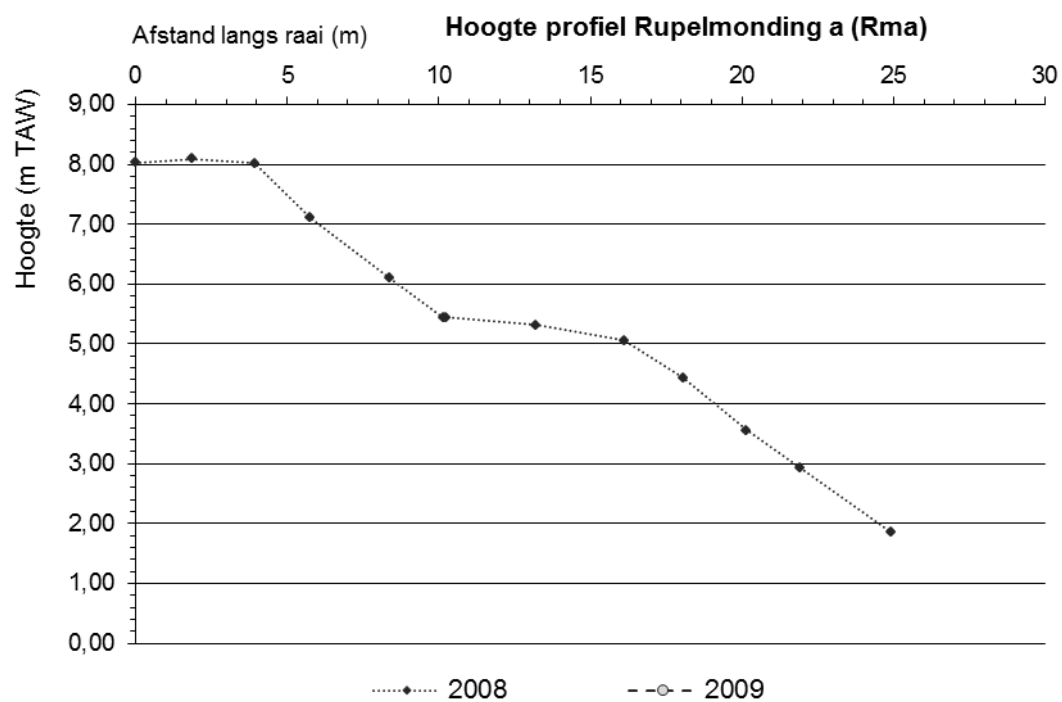


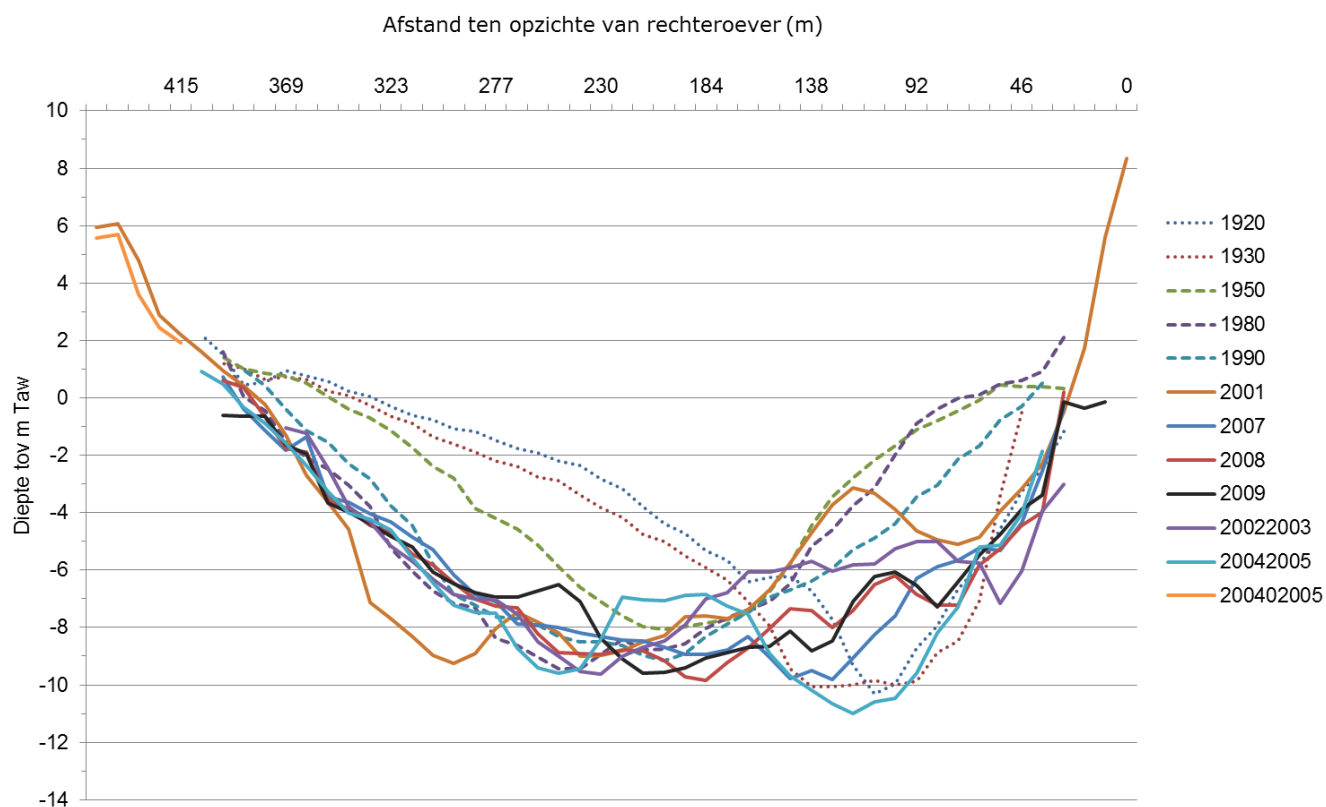
Afstand tot Oever

Profiel 4.75

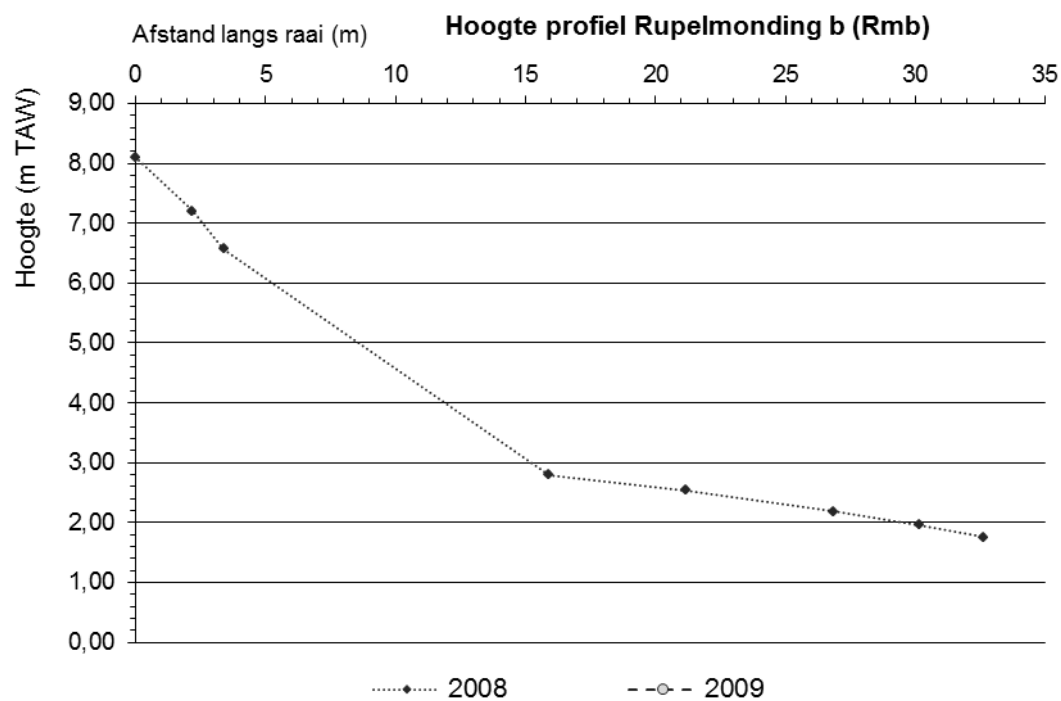
Ecotopen Schelde 2010

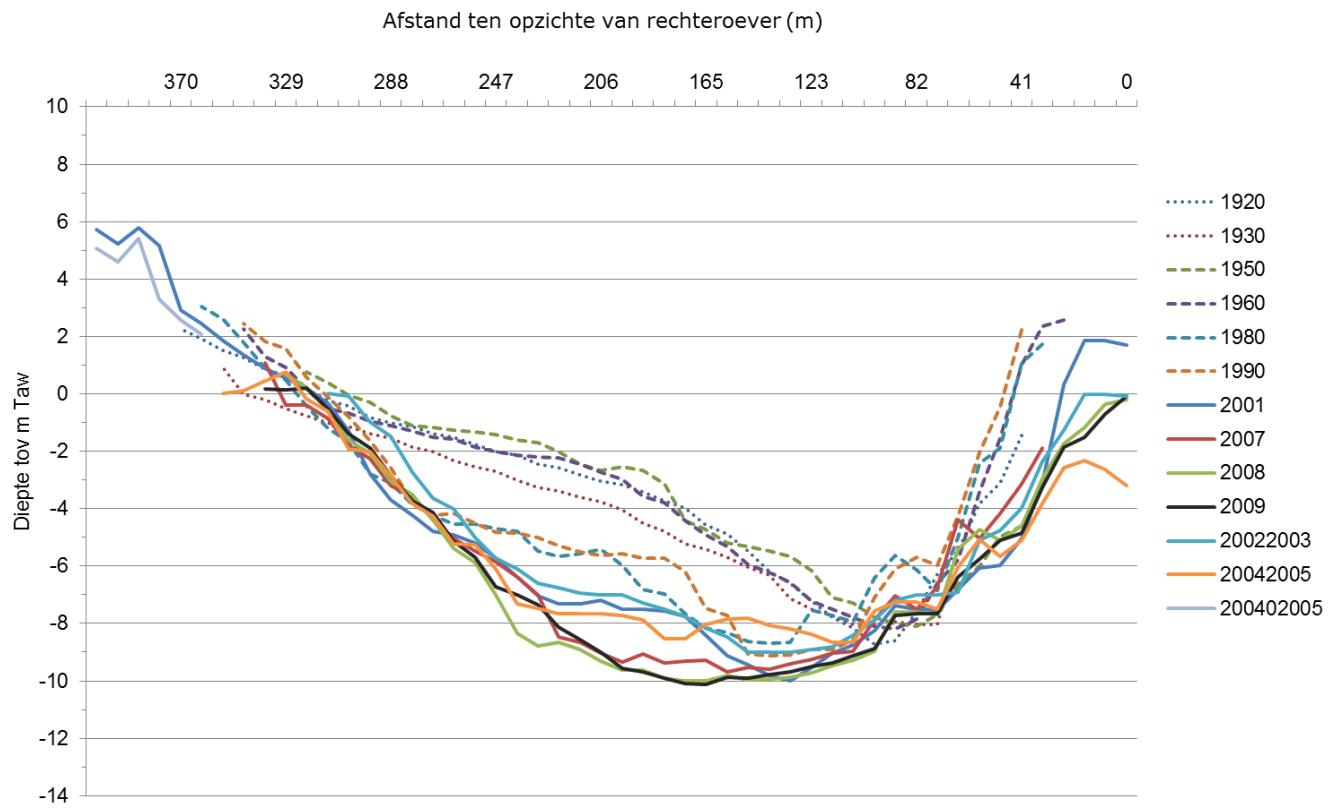
- Puntmetingen 2008
- Puntmetingen 2009
- Profiellijnen
- Laagwaterlijn
- Ecotoop**
- GOG
- antropogeen
- subtidaal
- slik hard antropogeen
- slik hard natuurlijk
- slik zacht substraat
- hoog supralitoraal
- potentiële pionierzone
- schor
- supralitoraal hard antropogeen





Profiel 40.00

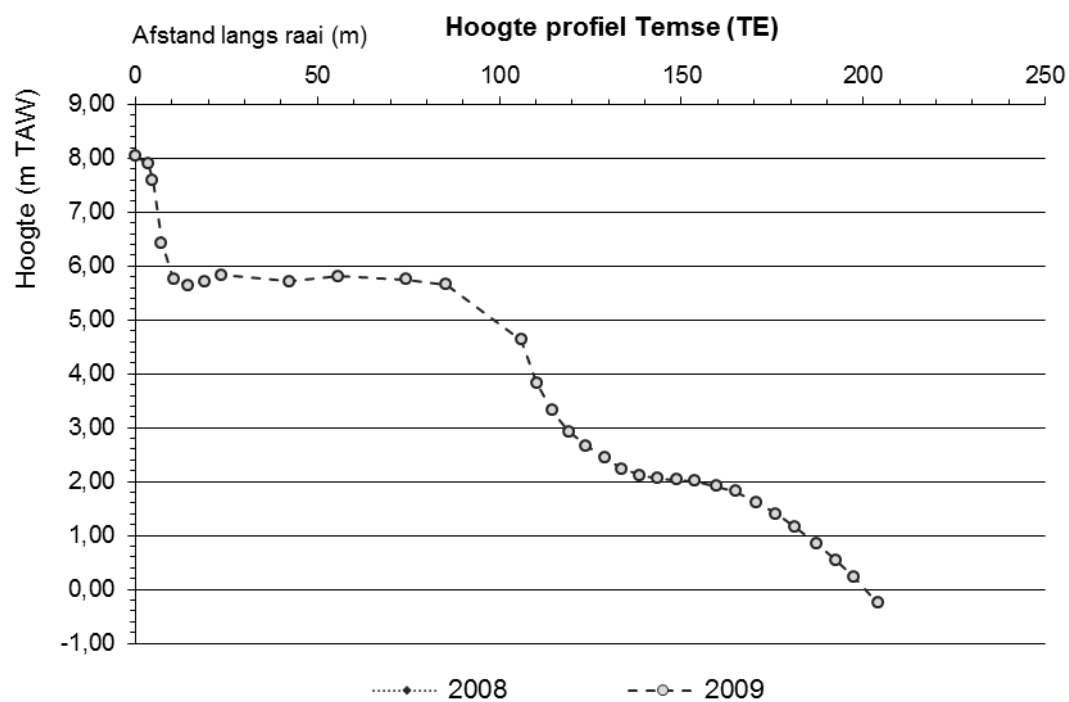
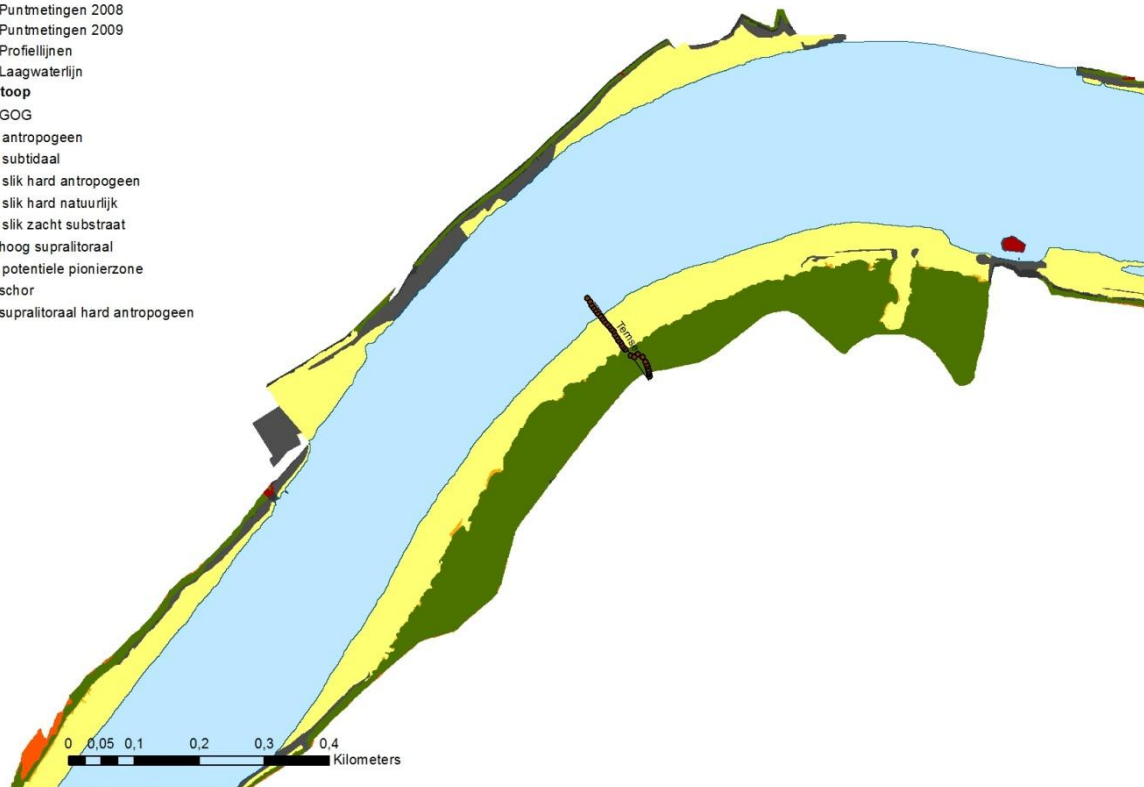


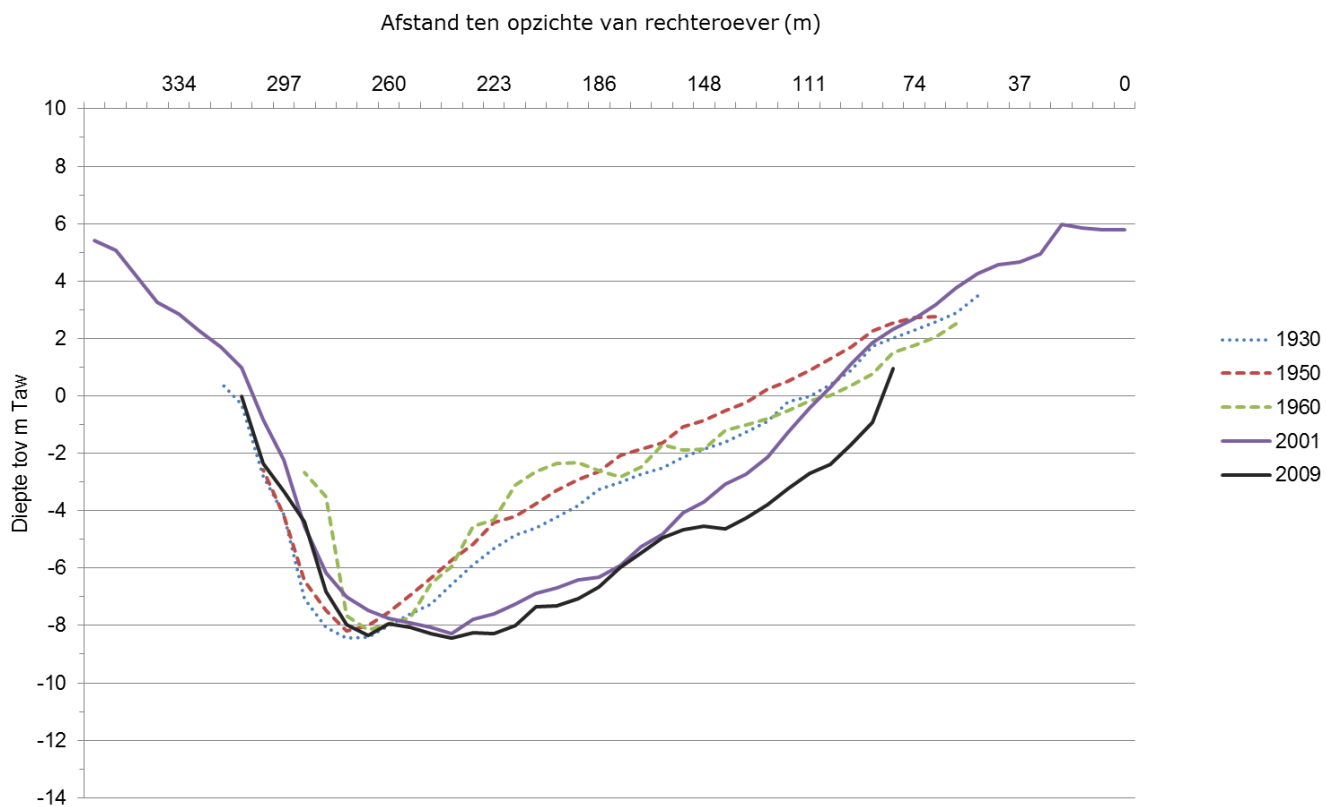


Profiel 40.50

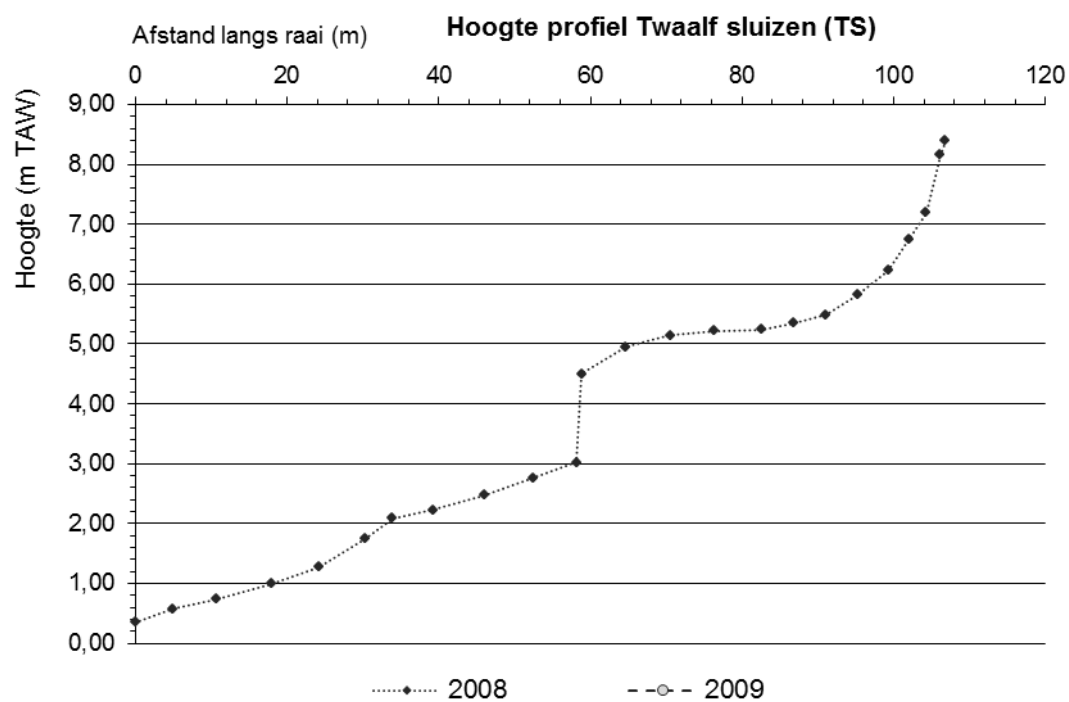
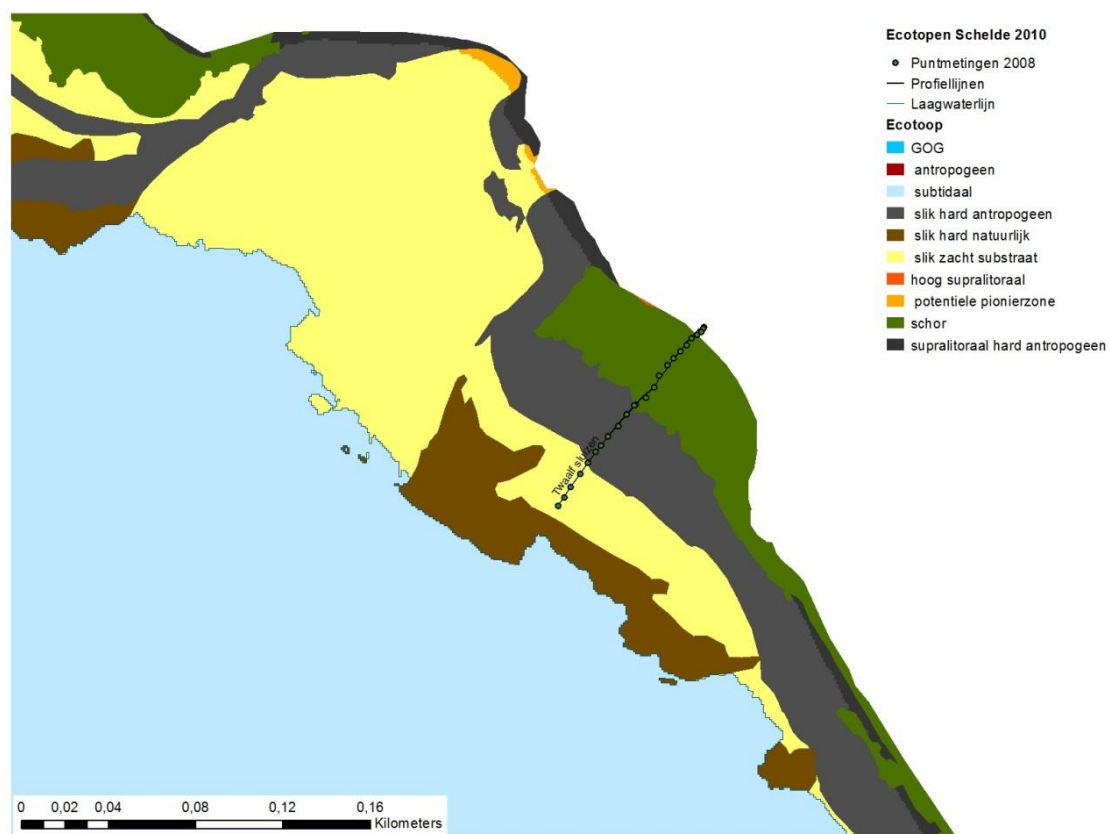
Ecotopen Schelde 2010

- Puntmetingen 2008
- Puntmetingen 2009
- Profiellijnen
- Laagwaterlijn
- Ecotoop**
- GOG
- antropogeen
- subtidaal
- slik hard antropogeen
- slik hard natuurlijk
- slik zacht substraat
- hoog supralitoraal
- potentiële pionierzone
- schor
- supralitoraal hard antropogeen



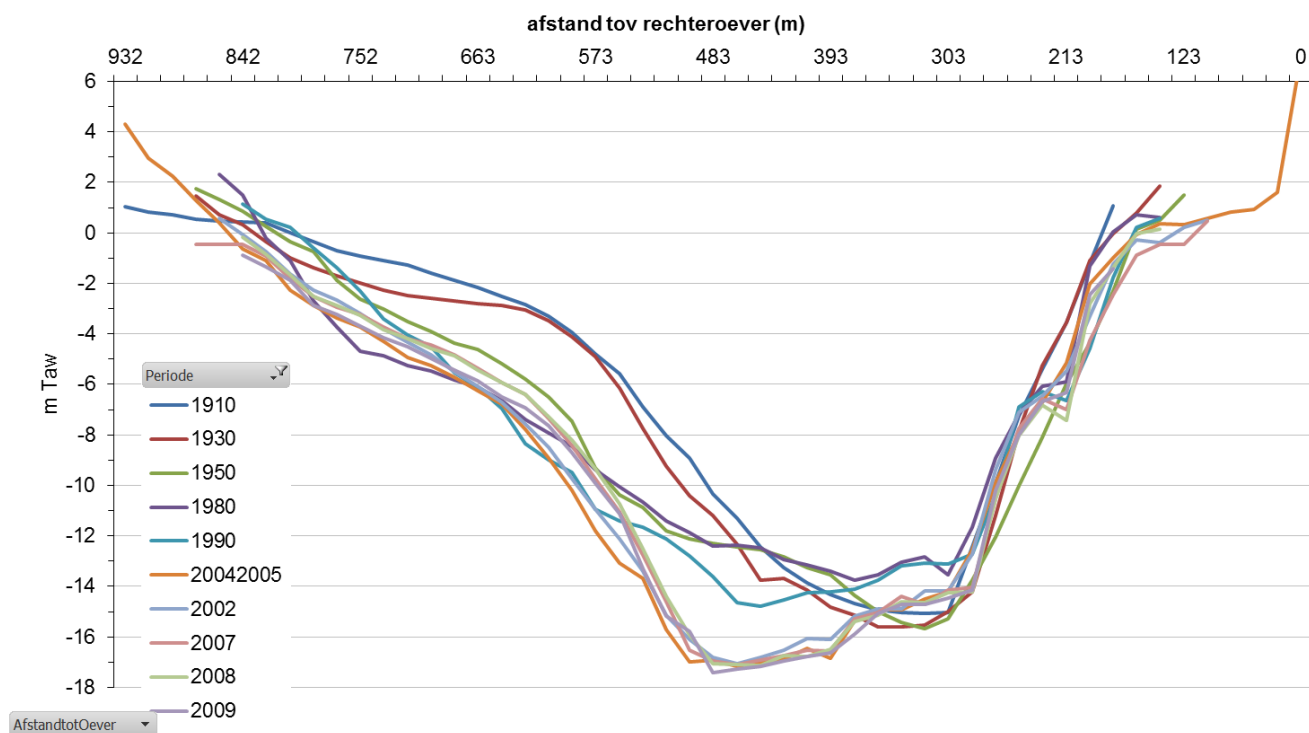


Profiel 47.75

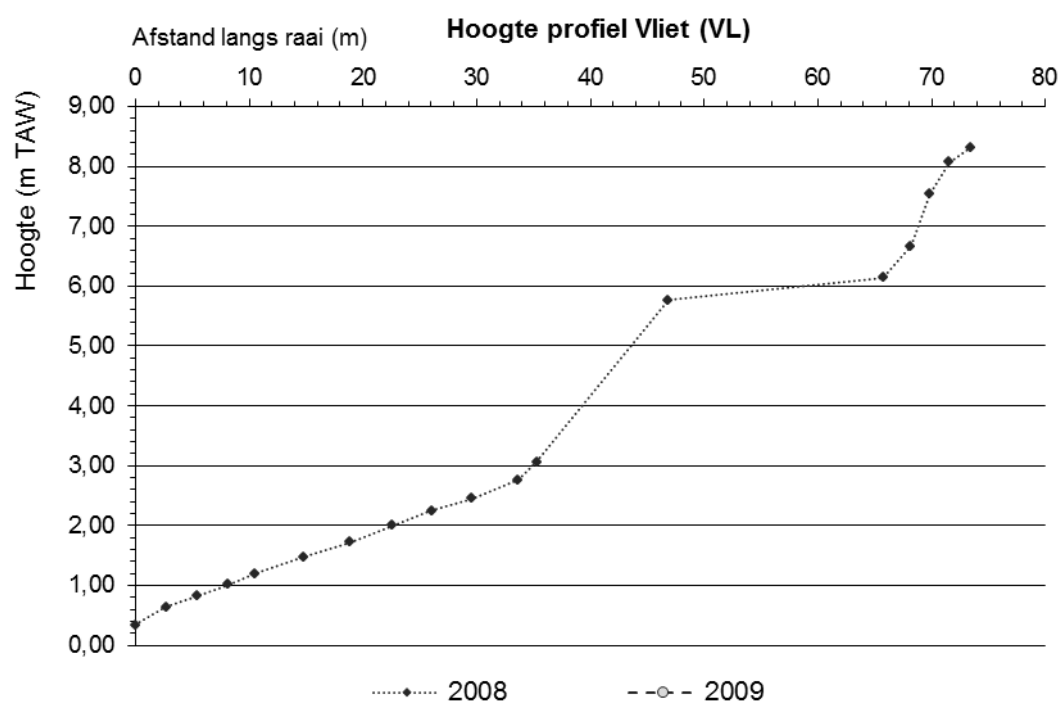
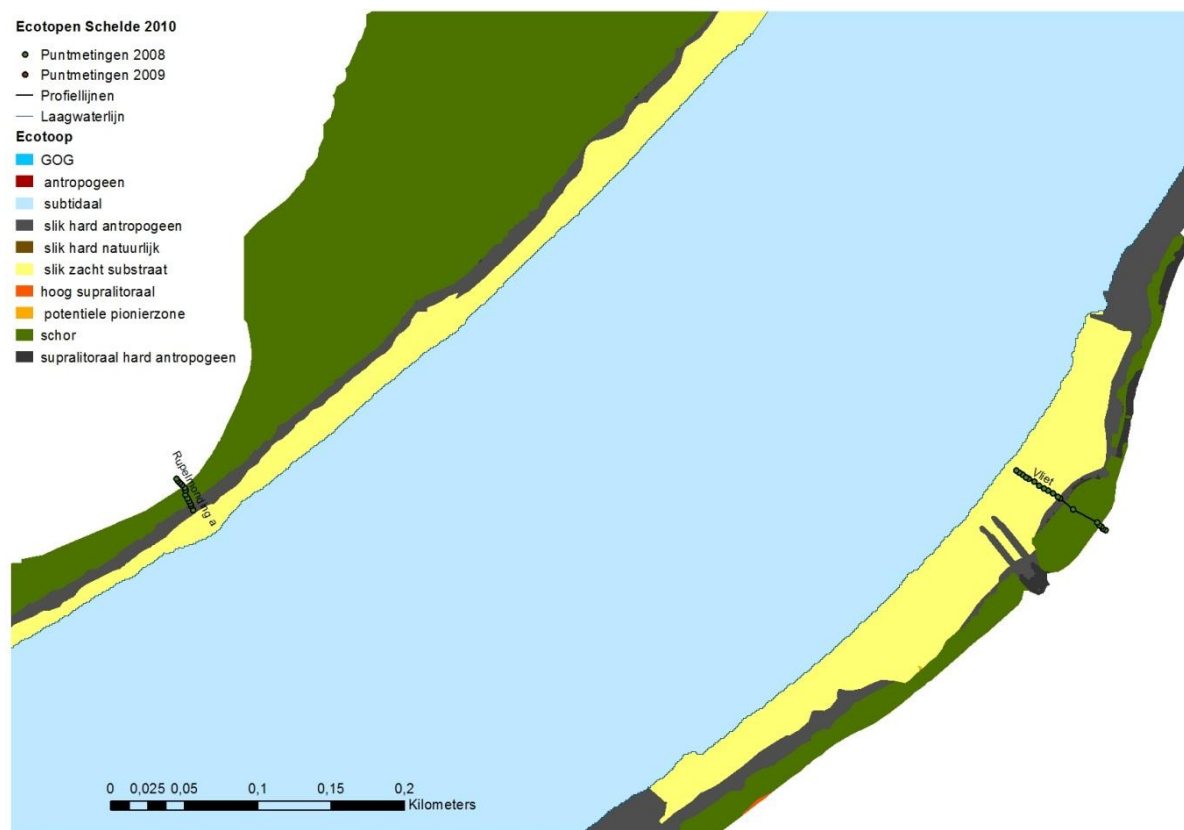


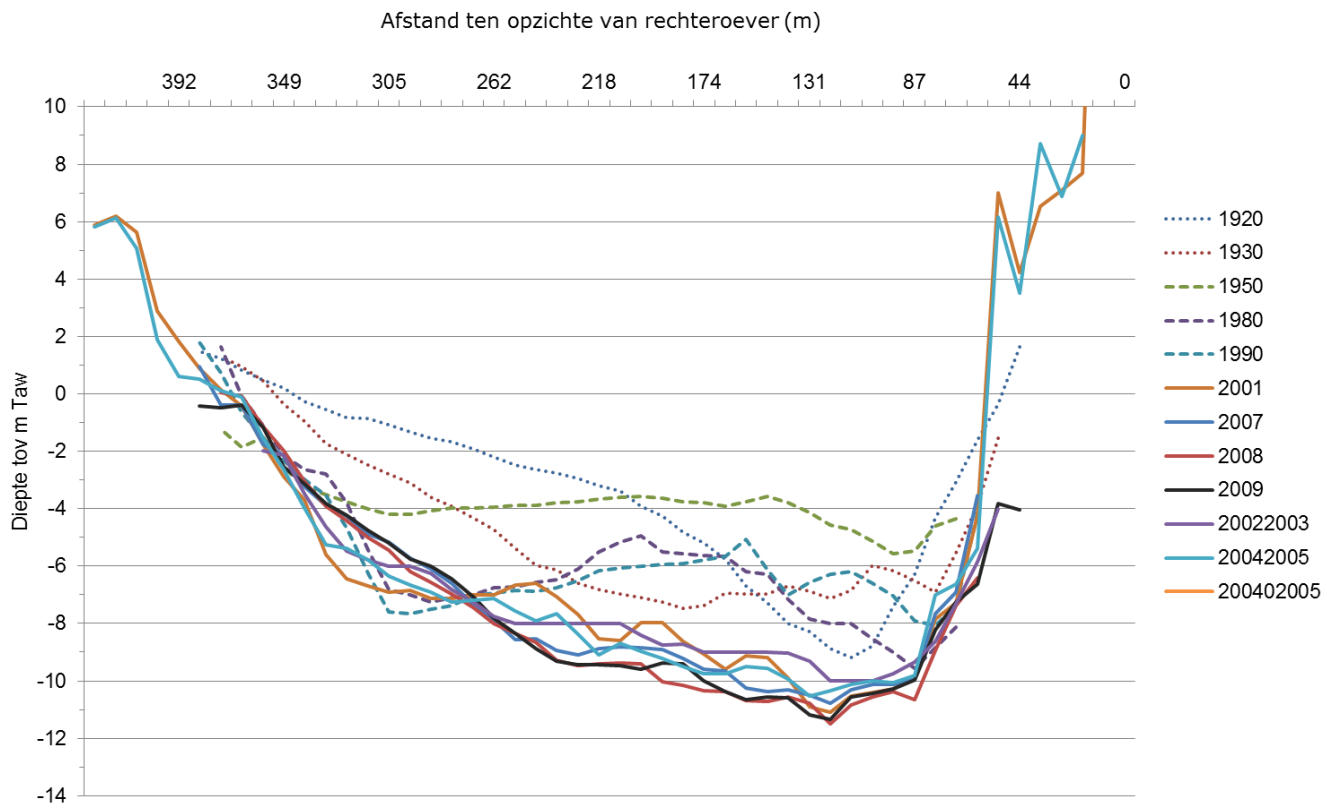
Afstand tot BNGren

Gemiddelde van mTAW

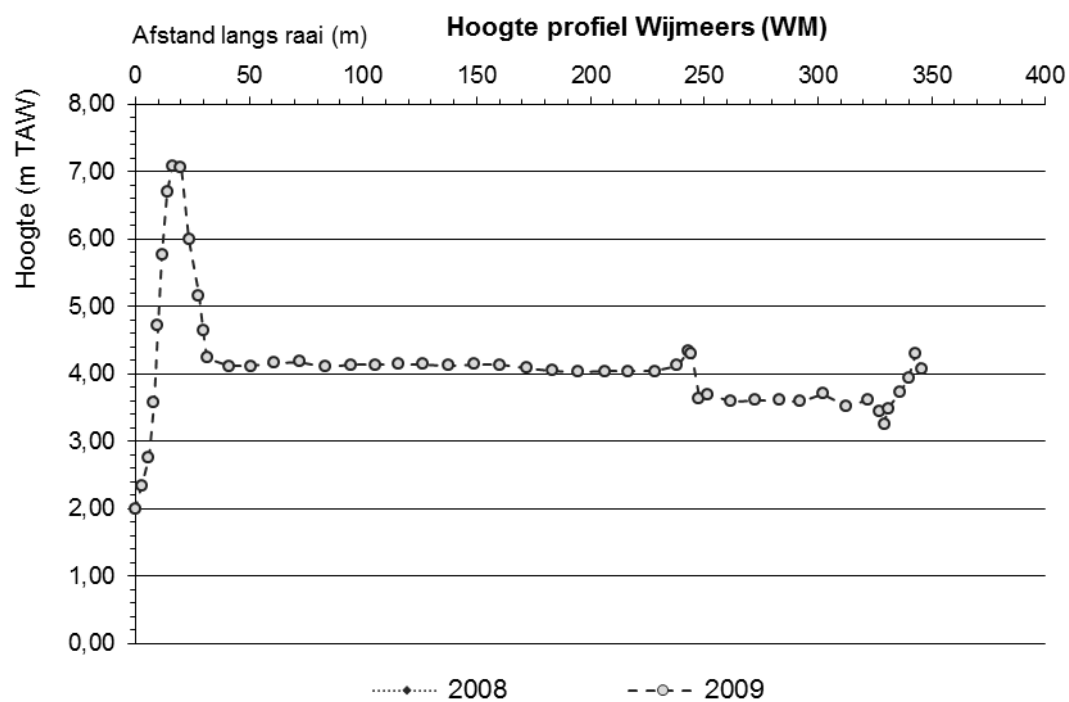
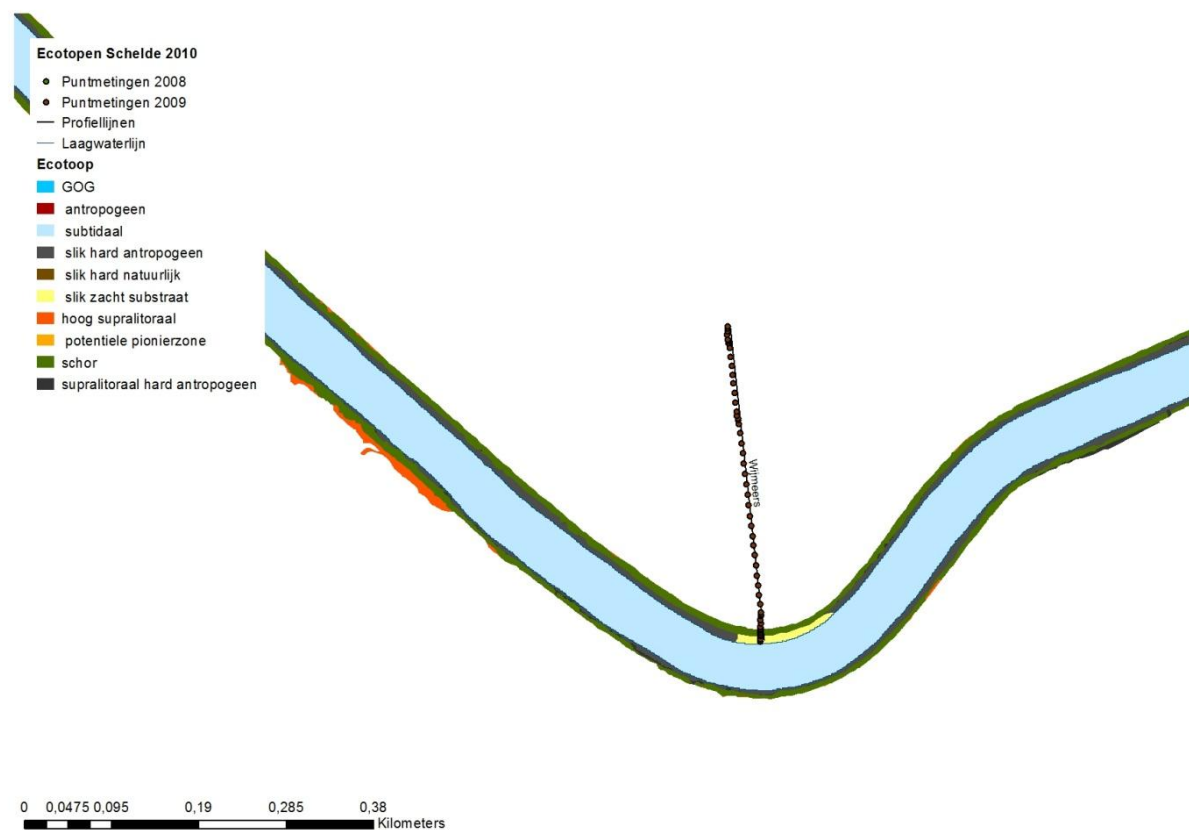


Profiel 13.00



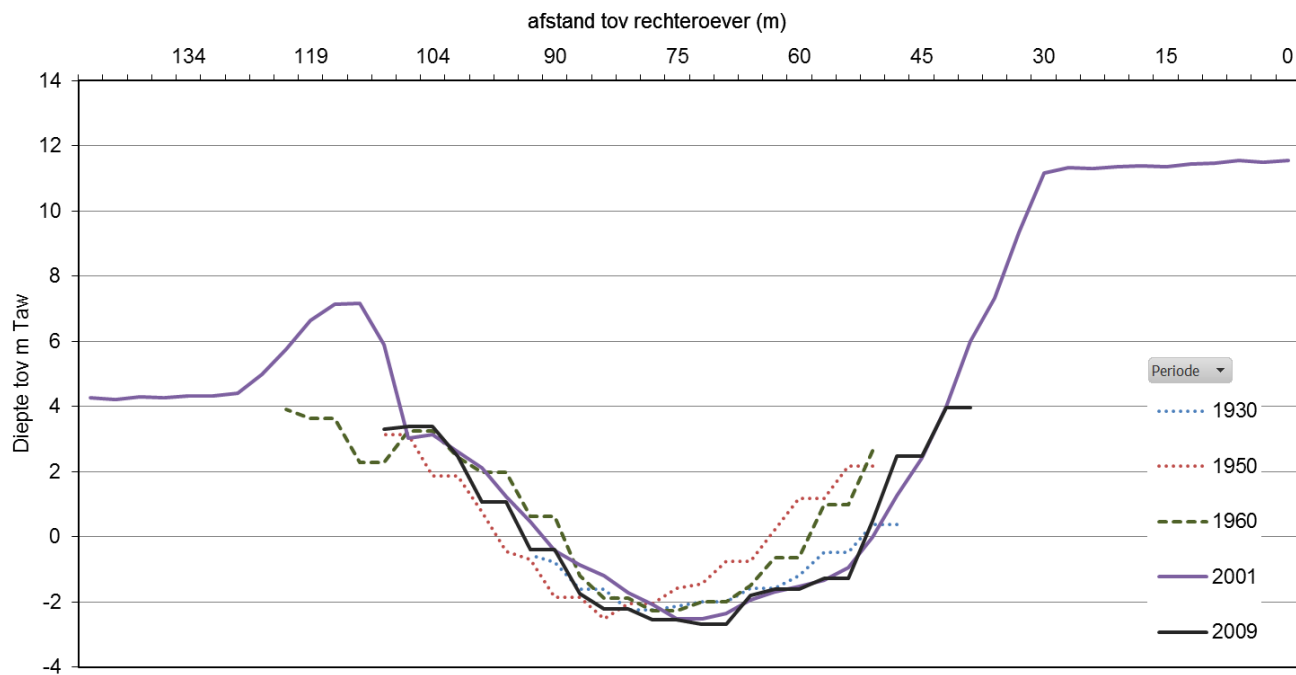


Profiel 39.75



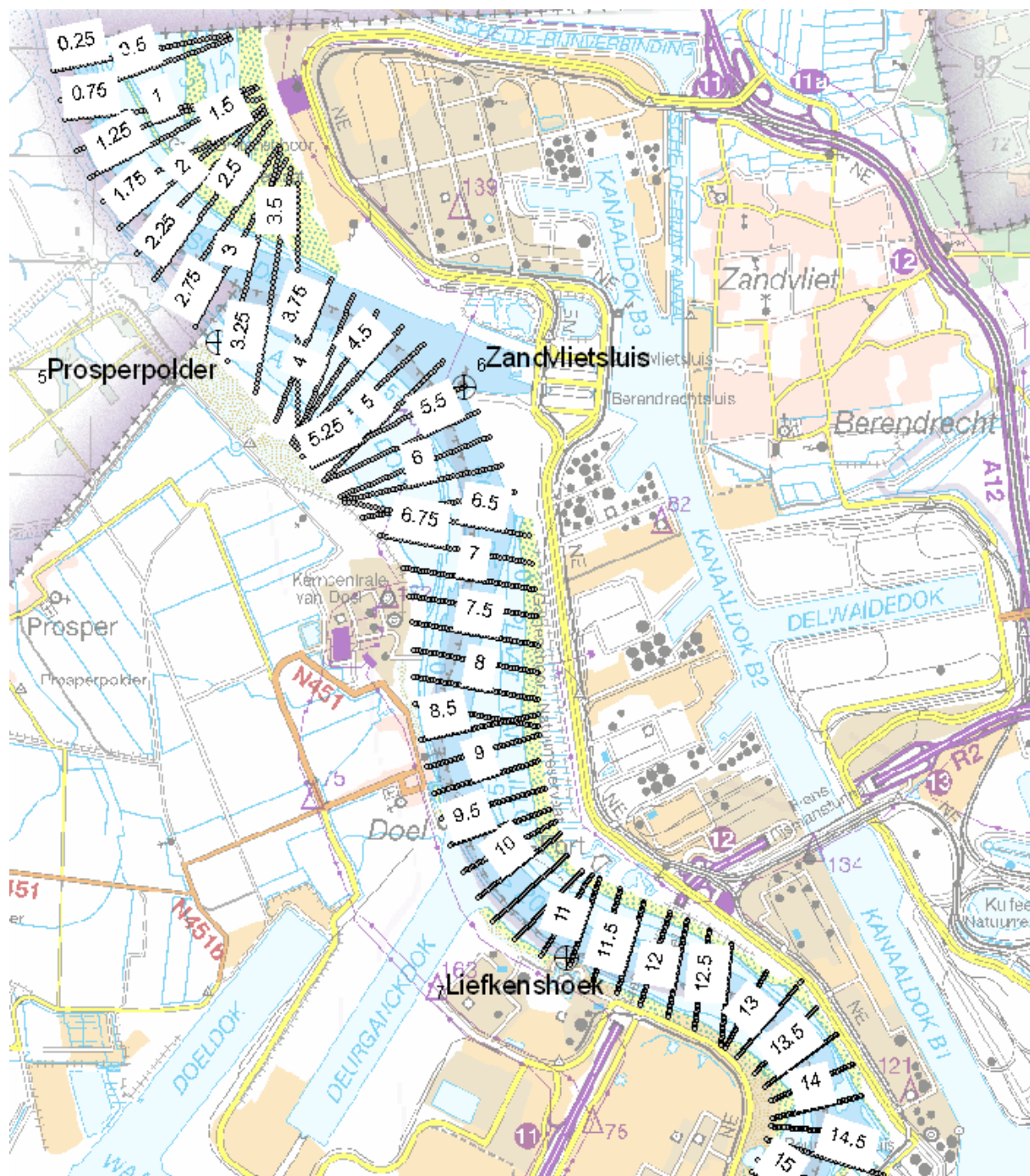
Afstand tot BNGren

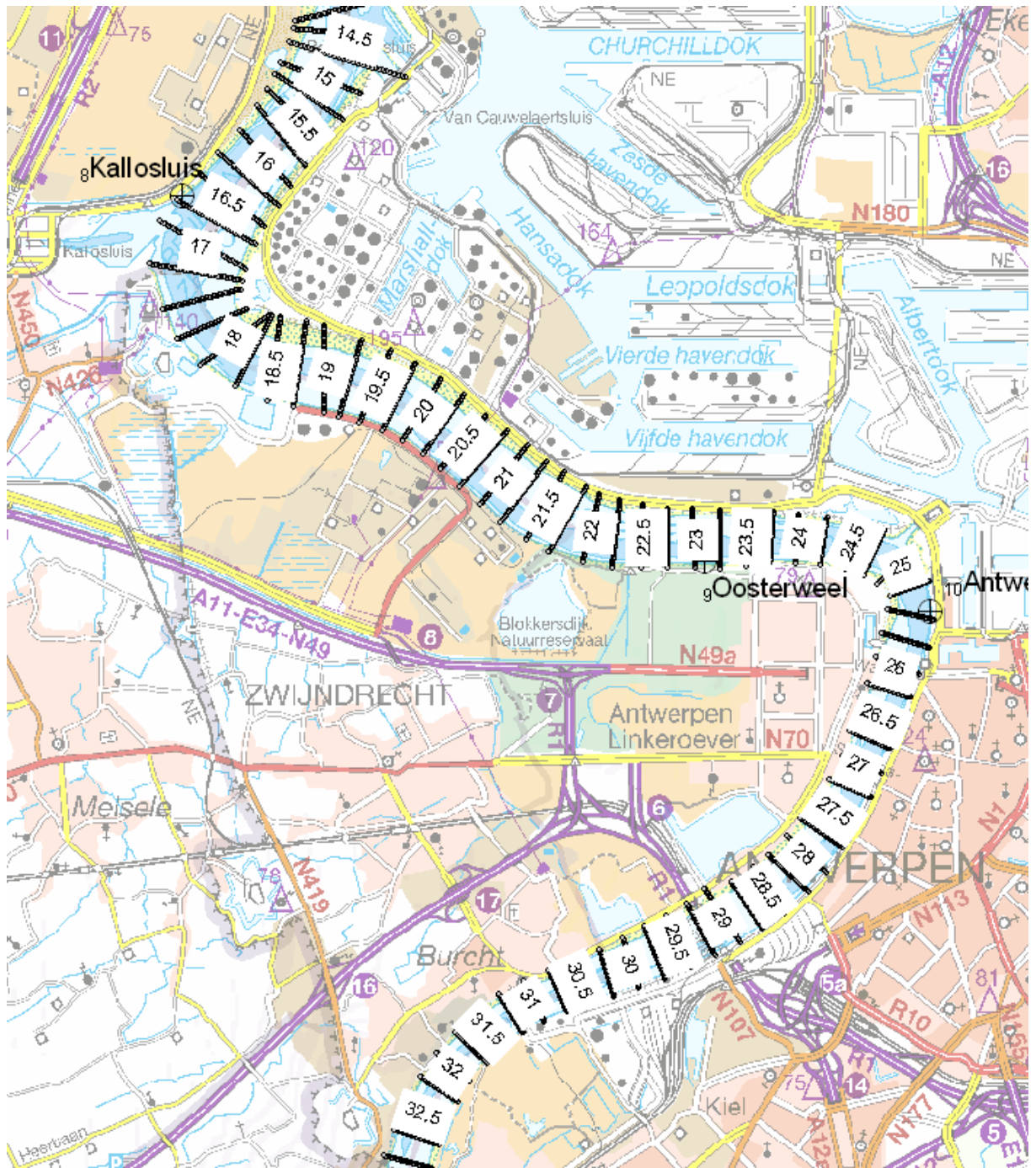
Gemiddelde van mTAW

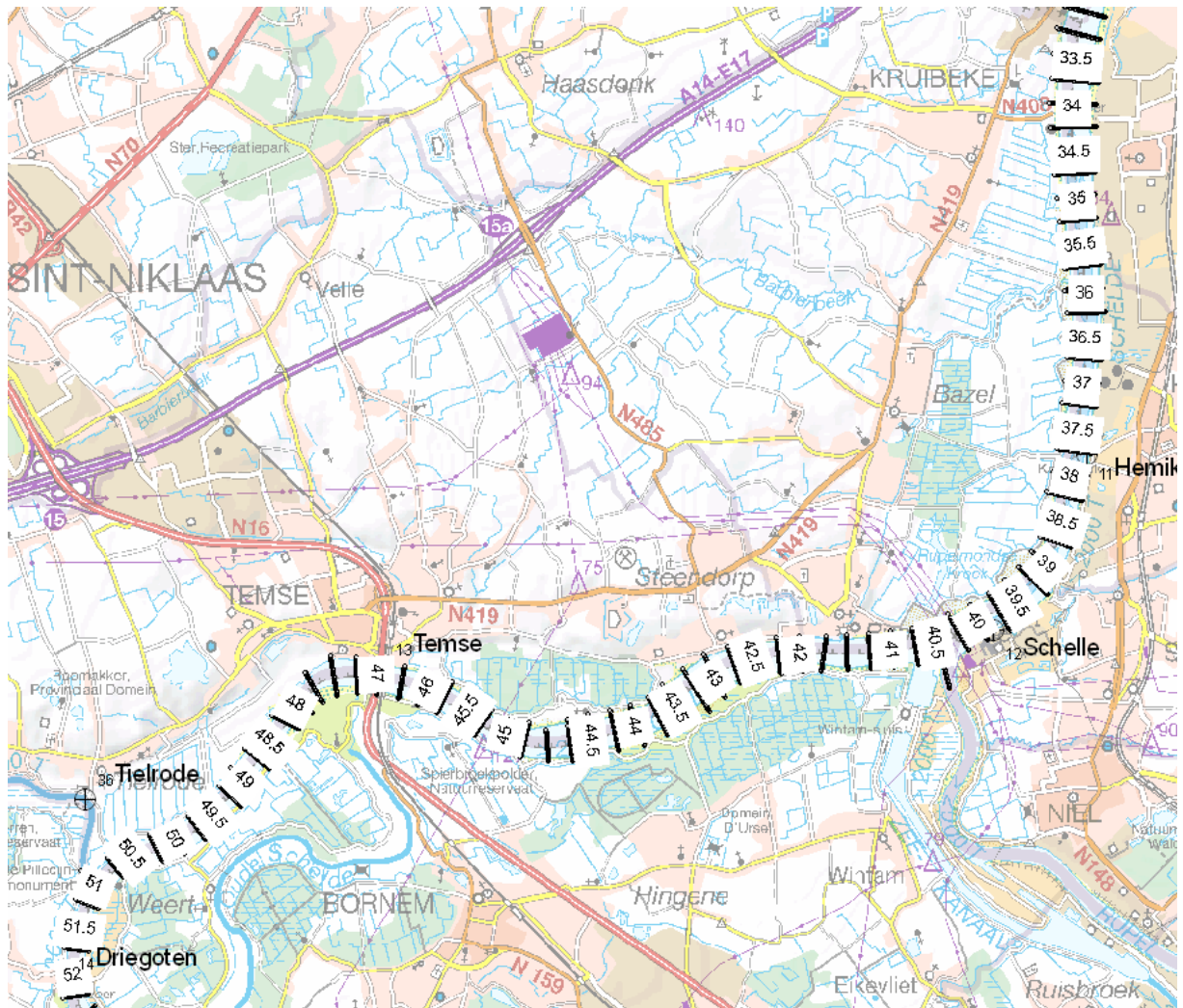


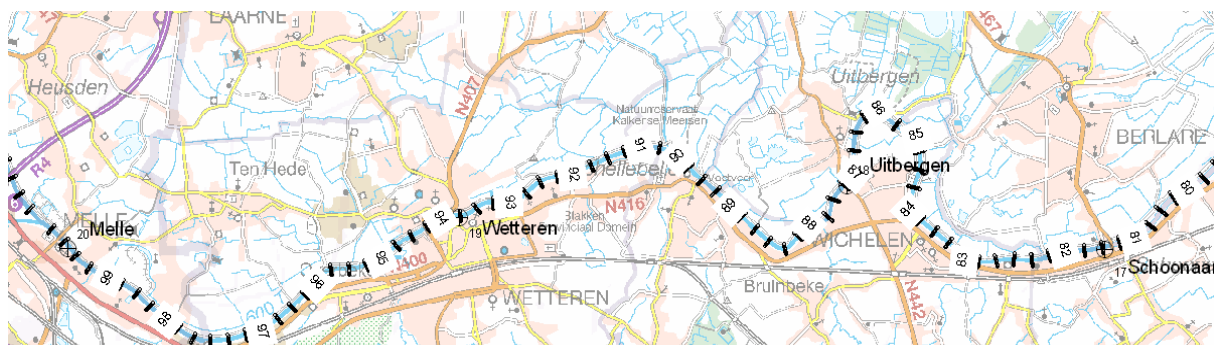
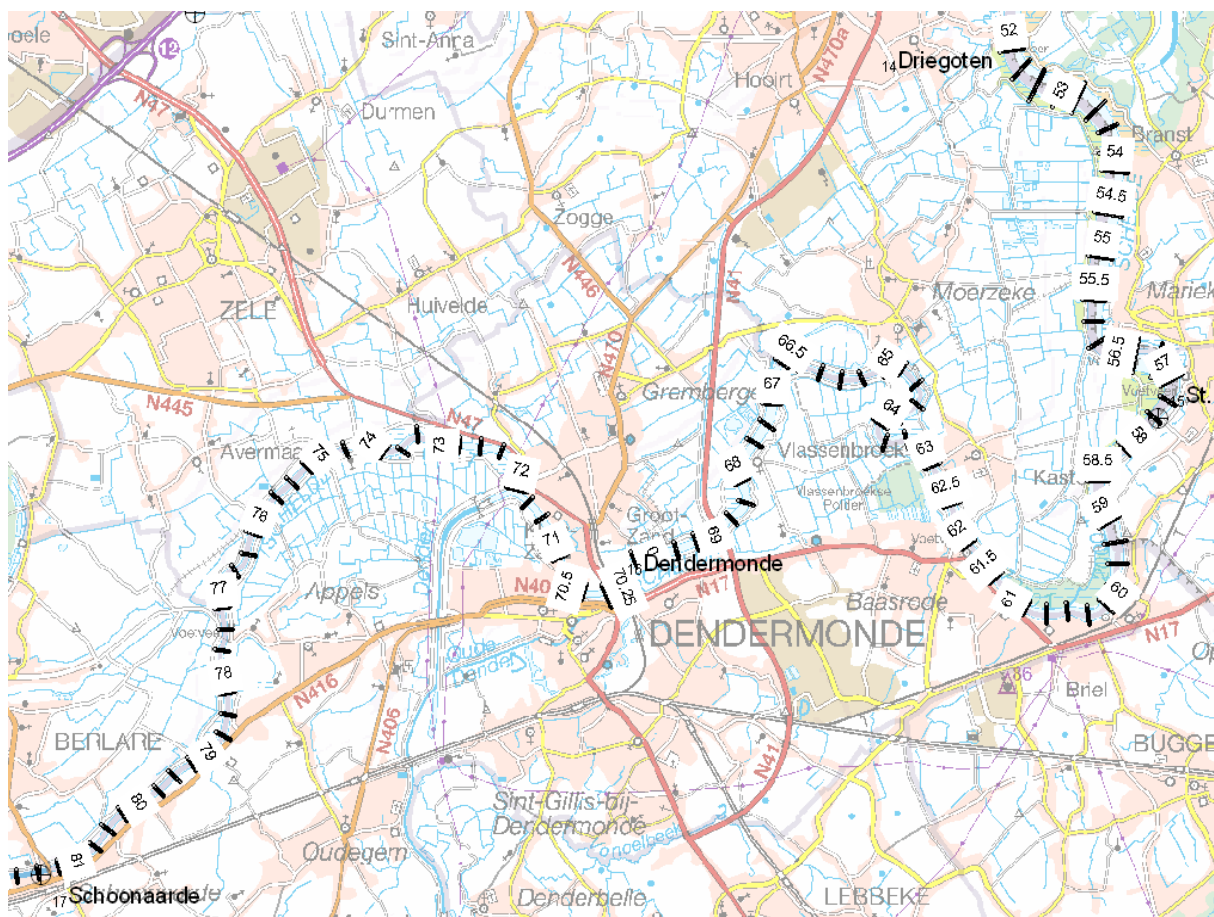
Afstand tot Oever

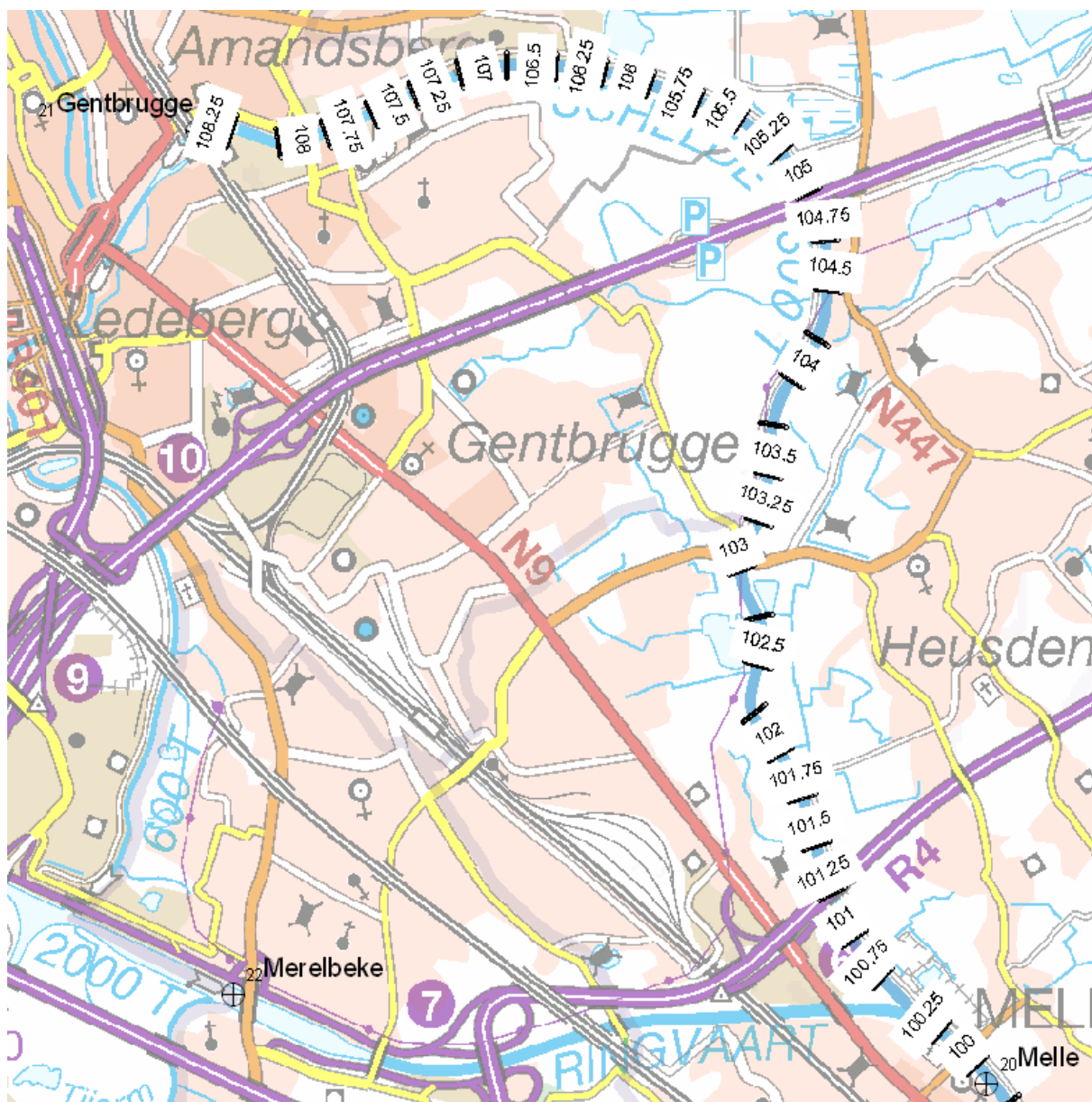
Profiel 88.25











Bijlage 3

Turnover kruistabellen

		Hard substraat & overig			Sublitoraal		Litoraal				Supralitoraal				Totaal
	2001 1996	Hard substraat steen	Hard substraat veen/klei	Overig	Hoogdynamisch sublitoraal	Laagdynamisch sublitoraal	Hoogdynamisch litoraal	Laagdynamisch hooglitoraal	Laagdynamisch middenlitoraal	Laagdynamisch laaglitoraal	Hoogdynamisch supralitoraal	Laagdynamisch supralitoraal	Pionierzone (potentieel schor)	Schor	1996
Hard substraat & overig	Hard substraat steen	99,5	0,5	0,3	4,1	2,0	5,9	0,1	12,6	3,0	0,2	0,2	0,4	2,8	131,6
	Hard substraat veen/klei	1,3	129,5		25,6	0,9	26,5		12,1	12,2					208,0
	Overig	0,3		48,4			0,4	0,0	0,1		2,2	0,2	0,2	9,5	61,2
Sublit oraal	Hoogdynamisch sublitoraal	12,0	3,4	0,1	18.700,4	115,6	381,5		21,3	31,2	0,1	0,3			19.266,1
	Laagdynamisch sublitoraal	1,6	0,5		40,8	316,5	25,0		6,2	20,7	0,0	0,0			411,4
Litoraal	Hoogdynamisch litoraal	5,1	20,0	3,4	556,2	32,0	2.677,3	36,6	451,8	91,9	1,6	0,7	3,3	1,5	3.881,4
	Laagdynamisch hooglitoraal	0,6		0,0	2,6	0,6	70,6	400,1	106,3	0,0	2,5	38,8	66,4	4,7	693,2
	Laagdynamisch middenlitoraal	15,7	17,1	1,1	9,4	2,8	479,0	59,5	1.984,0	57,3	0,2	2,9	38,0	2,4	2.669,5
	Laagdynamisch laaglitoraal	4,1	4,7	0,0	12,8	17,7	33,3		47,4	141,0		0,1			261,1
Supralitoraal	Hoogdynamisch supralitoraal	0,0	0,2	6,9	0,1		22,0	7,1	12,3	0,1	15,7	10,1	2,3	2,2	79,0
	Laagdynamisch supralitoraal	1,1		0,0	0,0	0,1	10,8	48,0	13,0	0,3	10,0	133,9	21,1	7,5	245,8
	Pionierzone (potentieel schor)	1,3		0,2	0,2		6,2	4,0	15,0		0,5	2,7	68,0	42,7	140,8
	Schor	0,4		6,9			4,2	5,1	13,0		1,0	5,4	12,4	2.622,6	2.670,9
Totaal	2001	143,1	176,0	67,4	19.352,2	488,2	3.742,6	560,4	2.695,2	357,8	34,0	195,3	211,9	2.695,8	30.719,9

Tabel 42 Kruistabel met de ecotopenarealen voor de Westerschelde in 1996 en 2001.

		Hard substraat & overig			Sublitoraal		Litoraal				Supralitoraal				Totaal
	2004 2001	Hard substraat steen	Hard substraat veen/klei	Overig	Hoogdynamisch sublitoraal	Laagdynamisch sublitoraal	Hoogdynamisch litoraal	Laagdynamisch hooglitoraal	Laagdynamisch middenlitoraal	Laagdynamisch laaglitoraal	Hoogdynamisch supralitoraal	Laagdynamisch supralitoraal	Pionierzone (potentieel schor)	Schor	2001
Hard substraat & overig	Hard substraat steen	113,6	1,6	0,2	9,7	2,1	2,1	0,2	9,5	2,5	0,2	0,3	0,8	0,4	143,1
	Hard substraat veen/klei	1,9	83,4		13,4	2,6	14,0		37,5	22,7	0,5				176,0
	Overig	0,1		57,2			2,9	0,1	1,7		2,2	0,7	0,0	2,4	67,4
Sublit oraal	Hoogdynamisch sublitoraal	3,8	4,6		19.032,8	88,0	206,9		2,5	13,6		0,0			19.352,2
	Laagdynamisch sublitoraal	1,0	0,2		60,4	410,9	7,6	0,0	0,9	7,0	0,1	0,2	0,0		488,2
Litoraal	Hoogdynamisch litoraal	3,9	12,1	0,3	337,4	26,2	2.718,4	41,5	517,4	70,6	10,4	1,0	2,4	0,9	3.742,6
	Laagdynamisch hooglitoraal	0,9		0,0			55,7	408,1	44,0		12,4	22,7	14,3	2,4	560,4
	Laagdynamisch middenlitoraal	15,7	0,6	1,3	3,3	1,8	374,5	44,1	2.184,2	48,6	0,2	2,0	15,7	3,3	2.695,2
	Laagdynamisch laaglitoraal	4,9	1,4		9,7	19,9	36,7	0,0	41,2	243,6		0,4	0,1		357,8
Supralitoraal	Hoogdynamisch supralitoraal	0,1		1,5	0,0	0,0	4,4	2,1	0,1	0,0	19,8	4,1	0,6	1,3	34,0
	Laagdynamisch supralitoraal	0,6		0,4	0,1	0,0	1,2	25,4	3,1	0,3	14,8	118,2	28,2	2,9	195,3
	Pionierzone (potentieel schor)	1,0		0,2			22,2	36,5	34,9		2,3	13,6	80,1	21,2	211,9
	Schor	3,4		1,6	0,0	0,1	3,9	3,8	4,2		0,5	7,7	49,3	2.621,4	2.695,8
Totaal	2004	150,7	103,9	62,7	19.466,8	551,4	3.450,6	561,8	2.881,2	408,9	63,3	170,8	191,6	2.656,2	30.719,9

Tabel 43 Kruistabel met de ecotopenarealen voor de Westerschelde in 2001 en 2004.

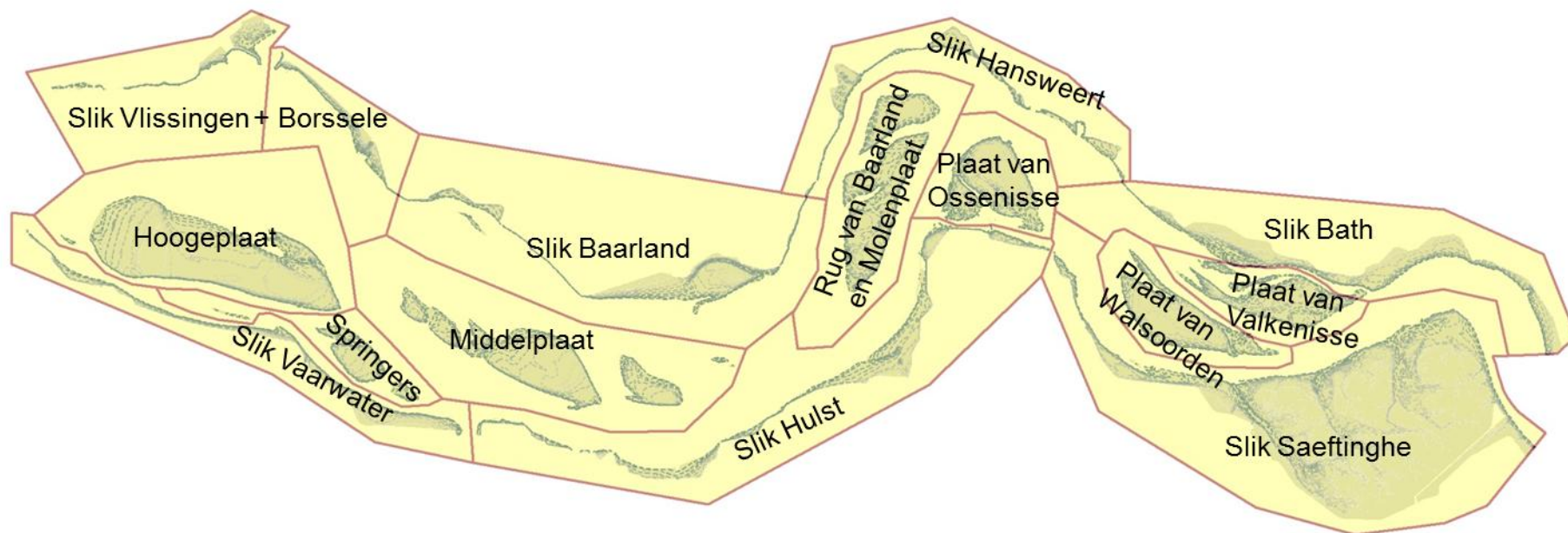
		Hard substraat & overig			Sublitoraal		Litoraal				Supralitoraal				Totaal
	2008 2004	Hard substraat steen	Hard substraat veen/klei	Overig	Hoogdynamisch sublitoraal	Laagdynamisch sublitoraal	Hoogdynamisch litoraal	Laagdynamisch hooglitoraal	Laagdynamisch middenlitoraal	Laagdynamisch laaglitoraal	Hoogdynamisch supralitoraal	Laagdynamisch supralitoraal	Pionierzone (potentieel schor)	Schor	2004
Hard substraat & overig	Hard substraat steen	126,2	0,3	0,1	5,4	2,1	4,0	0,3	5,7	1,9	0,5	0,5	0,2	3,5	150,7
	Hard substraat veen/klei	0,8	69,9		6,5	0,5	14,8		6,1	5,2	0,1				103,9
	Overig	1,5	0,2	56,5	0,0		0,5		0,4		1,0	0,4	0,1	2,2	62,7
Sublit oraal	Hoogdynamisch sublitoraal	5,0	6,2		18.963,8	130,3	339,7		5,4	16,2	0,1	0,0			19.466,8
	Laagdynamisch sublitoraal	2,2	1,8		47,3	459,2	23,6	0,0	2,1	15,0	0,1				551,4
Litoraal	Hoogdynamisch litoraal	1,8	11,7	0,5	304,6	19,1	2.593,6	43,2	380,0	41,0	19,2	10,8	19,5	5,5	3.450,6
	Laagdynamisch hooglitoraal	0,4	0,1	0,2		0,0	35,7	288,2	14,4	0,0	4,2	37,7	161,9	18,9	561,8
	Laagdynamisch middenlitoraal	16,4	7,9	0,0	4,4	0,7	481,2	113,6	2.181,2	26,9	0,4	1,6	40,1	6,7	2.881,2
	Laagdynamisch laaglitoraal	4,0	1,4		5,1	6,6	137,3		54,6	199,6	0,2	0,1			408,9
Supralitoraal	Hoogdynamisch supralitoraal	0,2	0,6	0,9	0,1	0,0	10,8	3,0	0,4		27,4	12,9	5,3	1,6	63,3
	Laagdynamisch supralitoraal	1,3		0,3	0,2	0,3	3,2	12,5	1,2	0,1	9,6	48,2	67,5	26,5	170,8
	Pionierzone (potentieel schor)	2,7	0,3	0,1	0,2		7,1	4,6	11,8		2,0	1,5	77,8	83,3	191,6
	Schor	5,7	0,6	1,6	0,3	0,4	3,8	2,2	4,6	0,0	0,0	1,9	35,5	2.599,5	2.656,2
Totaal	2008	168,3	101,0	60,2	19.337,9	619,3	3.655,5	467,6	2.668,0	305,9	64,8	115,7	407,9	2.747,7	30.719,9

Tabel 44 Kruistabel met de ecotopenarealen voor de Westerschelde in 2004 en 2008.

		Hard substraat & overig			Sublitoraal		Litoraal				Supralitoraal				Totaal
	2010 2008	Hard substraat steen	Hard substraat veen/klei	Overig	Hoogdynamisch sublitoraal	Laagdynamisch sublitoraal	Hoogdynamisch litoraal	Laagdynamisch hooglitoraal	Laagdynamisch middenlitoraal	Laagdynamisch laaglitoraal	Hoogdynamisch supralitoraal	Laagdynamisch supralitoraal	Pionierzone (potentieel schor)	Schor	2008
Hard substraat & overig	Hard substraat steen	149,6	0,4	0,2	2,4	1,1	2,7	0,1	8,0	2,3	0,3	0,8	0,5	0,1	168,3
	Hard substraat veen/klei	0,1	84,7	0,0	6,1	1,2	5,9	0,0	1,3	1,3	0,1			0,1	101,0
	Overig	0,1		56,8			0,7	0,0	0,1		1,1	0,5	0,0	0,9	60,2
Sublit oraal	Hoogdynamisch sublitoraal	6,0	2,4		19.042,6	98,5	174,2		0,7	13,3	0,3	0,0			19.337,9
	Laagdynamisch sublitoraal	2,9	0,5	0,2	26,2	557,6	11,4		0,5	19,8	0,2	0,0			619,3
Litoraal	Hoogdynamisch litoraal	1,3	11,7	0,0	206,1	19,6	2.754,6	39,0	521,8	82,8	13,6	3,0	1,5	0,4	3.655,5
	Laagdynamisch hooglitoraal	0,0	0,1				19,6	383,1	8,8		5,1	32,8	16,8	1,3	467,6
	Laagdynamisch middenlitoraal	2,7	11,5	0,1	0,7	1,2	289,3	109,9	2.238,6	7,5	0,3	2,0	3,6	0,6	2.668,0
	Laagdynamisch laaglitoraal	1,1	5,3	0,0	2,7	5,3	49,6		47,6	194,0		0,2		0,0	305,9
Supralitoraal	Hoogdynamisch supralitoraal	0,4	0,0	1,2	0,1	0,0	6,2	0,3	0,5	0,1	35,1	17,2	3,6	0,3	64,8
	Laagdynamisch supralitoraal	0,1	0,0	0,3		0,1	0,3	4,1	0,4	0,1	11,8	85,4	8,1	4,8	115,7
	Pionierzone (potentieel schor)	0,5	0,7	4,4	0,0		13,3	52,3	23,0		1,3	22,0	157,6	132,7	407,9
	Schor	1,0	1,1	11,2			2,2	3,0	5,2		1,0	3,5	19,4	2.700,1	2.747,7
Totaal	2010	165,8	118,6	74,5	19.286,9	684,6	3.330,1	591,8	2.856,6	321,3	70,0	167,4	211,2	2.841,3	30.719,9

Tabel 45 Kruistabel met de ecotopenarealen voor de Westerschelde in 2008en 2010.

Figuur 63 Kaart met de plaat en gebieden die zijn gebruikt voor de analyse van de droogvalpercentage contouren



Figuur 64 Op de volgende pagina's staan per plaatcomplex de grafieken met de lengte van de droogvalcontouren en de lengte van de laagdynamische contouren (bovenste grafiek) en de grafiek met de lengte van de laagdynamische droogvalcontour als percentage van de totale lengte van die droogvalcontour (onderste grafiek)

