



inbo

Instituut voor natuur- en bosonderzoek

Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek – Kliniekstraat 25 – 1070 Brussel – T.: +32(0)2558 18 05 – info@inbo.be – www.inbo.be

Schorecotopen van de Schelde

Aanzet tot de ontwikkeling van één schorecotopenstelsel voor Vlaanderen en Nederland

Alexander Van Braeckel, Bart Vandevoorde en Erika Van den Bergh

INBO.R.2008.29

Vlaamse overheid



Schorecotopen van de Schelde

Alexander Van Braeckel, Bart Vandevoorde & Erika Van den Bergh

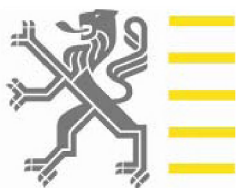
Aanzet tot de ontwikkeling van één schorecotopenstelsel voor Vlaanderen en Nederland

Instituut voor Natuur en BosOnderzoek

INBO.R.2008.29
D/2008/3241/258

Dit onderzoek gebeurde in opdracht van Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Departement Mobiliteit en Openbare Werken, Afdeling Maritieme Toegang in het kader van LTV O&M

Vlaamse overheid



Dit project was mede mogelijk door gebruik te maken van data die verzameld werden in opdracht van W&Z afdeling Zeeschelde en Rijkswaterstaat.

Samenvatting

De belangrijkste doelen uit het LTV streefbeeld voor natuurlijkheid zijn duurzaam behoud en herstel van estuariene processen en habitats. Daarbij is er behoefte aan ondersteunende tools die toelaten of helpen om een inschatting te maken van de impact van ingrepen en wijzigingen in het estuarium op de omvang en de kwaliteit van de habitats. Daarnaast is het van belang om te weten welke habitatkenmerken echt belangrijk zijn en waar er hoeveel van elk type habitat aanwezig en wenselijk is. Om op vergelijkbare wijze uitspraken te doen over de volledige estuariene gradiënt is een grensoverschrijdende habitat karakterisering nodig. Deze studie is een aanzet naar een grensoverschrijdend ecotopenstelsel voor de schorren langs de volledige zoet-zout gradiënt van het Schelde-estuarium.

In deze studie is het voorkomen en typeringen van schorecotopen voor het volledig estuarium (Nederlands ecotopenstelsel ZES en zoet schorrenstelsel) geanalyseerd. Hierbij gebeurt een koppeling van gebiedsdekkend digitaal hoogtemodel en geschatte getijparameters aan de recent gekarteerde vegetatietypes (2003/2004) van de Zeeschelde en Westerschelde.

Aangezien het bereik van vegetatietypen in het getijvenster verschuift langsheen de saliniteitsgradiënt is een grensoverschrijdende analyse noodzakelijk. Het doel van dit onderzoek is een eerste aanzet tot de opmaak van een grensoverschrijdende ecotoopkarakterisering binnen de schorhabitats van het volledige Schelde-estuarium.

Globaal genomen zijn binnen het Schelde-estuarium de zoutgradiënt en de overspoelingsdynamiek de twee belangrijkste en meest sturende ecologische factoren van schorvegetaties.

Aangezien dit sterk varieert van de locatie in het estuarium is geopteerd om geschatte getijparameters te baseren interpolatie van getijparameters tussen 2 tijposten. Deze getijparameters zijn gekoppeld aan het gebiedsdekkend dtm dat in hoogteklassen van 10cm verdeeld werd. Naast hoogte en overspoelingsfrequentie is per omescompartiment geanalyseerd.

Het voorkomen van een vegetatie werd afgeleid uit het aandeel van de vegetatietypen per hoogteklasse en omescompartiment.

Vegetatie in de polyhalie zone vertoont een duidelijk patroon van vegetatiebanden met een opeenvolging van Engels slijkgras en Zeekraal in de pionierzone. Zilte graslanden van het *Puccinellion* op de lage delen gaat geleidelijk over in het *Armerion*-type en Strandkweek op de hogere delen van de schorzone. Zeeaster vertoont over het algemeen 2 pieken in het voorkomen wat wijst op subtypes van de pionierzone en hogere kommen. In de mesohaliene zone zien we vooral Engels slijkgras en Zeekraal als lage pioniersoort en Zeeaster als hoge pioniersoort. Zilte graslanden van het *Puccinellion* en Strandkweek typeren de schorzone. In OMES 7 met vnl Saeftinge verschijnt Zeebies als typische pionier. Boven het springtijniveau komen al zoetere overstromingsgraslanden (*Lolio-Potentillion*) voor. In de oligohaliene zone met een sterke saliniteitsgradient vinden we bijna geen Engels slijkgras en Zeekraal meer terug en vorm Riet de dominerende vegetatie. Riet komt ook voor in de pionierzone naast Zeebies waardoor er verschillende Rietsubtypes kunnen onderscheiden worden die elk een apart ecotoop vormen. Vanaf omessegment 12 komt wilgenstruweel en wilgenvloedbos ook in de schorzone voor om in de oligohaliene zone grote oppervlaktes te beslaan. Reuzenbalsemien doet hier (OMES 13) nog beperkt zijn intrede om stroomopwaarts meer te gaan domineren. In de zoete zone met lange verblijftijd domineert wilgenstruweel en -bos en dwingt Ook omvat het Schietwilgenbos verschillende subtypes met meer en minder dynamische subtypes. In de zoete zone met korte verblijftijd treedt Rietgras naast Kattestaart op in de pionierzone.

De bovengrens van de schorzone is niet vastgelegd aangezien vloedmerkgemeenschappen zelfs hoger voorkomen dan de gemiddelde uiterste hoog waters

De bepaling van de ondergrens blijft moeilijk aangezien deze sterk varieert langs de saliniteitsgradient. Een hypothetische ondergrens van 98% droogvalfrequentie bij laagtij voor schorvorming wordt. In de zoete zone met korte verblijftijd ligt deze ondergrens lager en in de Durme hoger door respectievelijk toenemende invloed van zoetwateraanvoer en hoge overspoelingsduren.

Om van de vegetatiekartering tot een grensoverschrijdende ecotopenkartering te komen kan de SALT08 in combinatie met geomorfologische kenmerken toegepast worden op de brakke Zeeschelde en meer stroomopwaartse delen en zijrivieren de huidige zoete typologie in combinatie met bedekkingcategorieën, geomorfologische kenmerken en opsplitsen van climaxvegetaties.

Uit onze analyse blijkt dat wel onderscheid kan gemaakt worden tussen pionierzone met daarbinnen lage en hoge pionierzone en schorzone binnen schorgebieden. Daarnaast zijn ook de overgangen belangrijk naar ecotopen die niet enkel door de springtij-doodtij cyclus beïnvloed worden.

Dit rapport was een belangrijke aanzet naar de te verwachten relatie tussen vegetatiepatronen, hoogte en overspoelingsfrequentie. Meer gerichte analyse op ecosysteemniveau kan nu verricht worden om vegetatietypen met duidelijk distributiepatroon. Daarnaast kan gebiedspecifiek onderzoek beter het belang van andere factoren in kaart brengen alsook de te verwachten variatie tussen de gebruikte parameters o.a. de werkelijk tov de geschatte overspoelingsregimes. Dit om impact van ingrepen op schorecotopen beter te kunnen voorspellen alsook de onzekerheidsmarge van die voorspelling.

Inhoud

1	Inleiding	1
1.1	Aanleiding	1
1.2	Doelstelling	1
2	Materiaal & methoden.....	3
2.1	Studiegebied	3
2.2	Abiotische data	4
2.2.1	<i>Hoogte-informatie</i>	<i>4</i>
2.2.2	<i>Getijdata.....</i>	<i>5</i>
2.2.3	<i>Saliniteit</i>	<i>6</i>
2.3	Biotische data.....	7
2.3.1	<i>Vegetatiekarteringmethode.....</i>	<i>7</i>
2.3.1.1	Zeeschelde.....	7
2.3.1.2	Westerschelde	8
2.4	Werkwijze	9
2.4.1	<i>Het afleiden van klassengrenzen.....</i>	<i>9</i>
2.4.1.1	Huidige klassenindeling van de Westerschelde.....	9
2.4.1.2	Het afleiden van klassengrenzen voor de volledige Schelde	10
2.4.2	<i>Afstemming ecotopentypologie tussen Nederland en Vlaanderen</i>	<i>10</i>
3	Resultaten.....	11
3.1	Indelingskenmerken en -variabelen	11
3.1.1.1	Saliniteit	11
3.1.1.2	Hoogteverdeling per OMESsegment	12
3.1.1.3	Overspoelingregime.....	13
3.2	Voorkomen van vegetaties in tijvenster	15
3.3	Het afleiden van klassengrenzen voor de volledige Schelde	24
3.3.1	<i>De huidige klassenindeling van de Westerschelde (ZES 97)</i>	<i>24</i>
3.3.2	<i>Vegetatiesamenstelling langsheen de estuariene gradiënt</i>	<i>25</i>
3.3.2.1	Een halotolerante soort: Zeekraal (<i>Salicornia spec.</i>)	26
3.3.2.2	Soorten op de zout-zoetovergang.....	26
3.3.3	<i>Schorfysiotopgrenzen langs de Schelde.....</i>	<i>29</i>
3.3.4	<i>Voorkomen van vegetaties binnen de schorfysiotopen per saliniteitszone en per OMEScompartiment.....</i>	<i>33</i>
3.4	Afstemming van Nederlandse en Vlaamse methodologie	42
3.4.1.1	Vergelijking karteringsmethode	42
3.4.1.2	Methodes naar een betere afstemming van de schorecotopentypologie in de toekomst	43
4	Discussie en conclusie.....	45
5	Suggesties voor verder onderzoek.....	48
6	Referenties	49
7	Bijlagen.....	51
7.1	Bijlage 1 Samenstelling geanalyseerde ZES- fysiotopen	51
7.2	Bijlage 2 Lijst met figuren.....	53
7.3	Bijlage 3: Lijst met tabellen	54

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

De belangrijkste grensoverschrijdende ecologische doelen uit het streefbeeld natuurlijkheid voor de Lange Termijnvisie voor het Schelde-estuarium (LTVS) handelen over duurzaam herstel van estuariene processen en habitats. Hiervoor heeft de beheerder ondermeer behoefte aan betrouwbare inschattingen van de te verwachten gevolgen van al dan niet antropogene wijzigingen in het estuarium op habitatarealen. Daarnaast wil hij voor verschillende levensgemeenschappen in het estuarium weten welke habitatkenmerken echt belangrijk zijn en waar er hoeveel van elk type habitat wenselijk is.

De verschillende habitattypen in het Schelde-estuarium ondergaan voortdurend kwantitatieve en kwalitatieve veranderingen tengevolge van infrastructuurwerken, verruiming van de vaargeul, de algemene zeespiegelstijging, natuurontwikkelingsprojecten en hun impact op de estuariene dynamische processen. Deze wijzigingen beïnvloeden de draagkracht en potenties van het estuarium voor de verschillende levensgemeenschappen.

Het is dan ook nuttig en nodig om tools te ontwikkelen die kunnen helpen bij de inschatting van de te verwachten evolutie als respons op bepaalde ingrepen. Hiertoe is een ecotopenstelsel nodig dat habitats over de volledige estuariene gradiënt typeert zodat ingreep-effect relaties in het estuarium op dezelfde wijze kunnen weergegeven worden aan beide zijden van de grens. Deze studie is een aanzet tot de ontwikkeling van een grensoverschrijdende typering van de schorecotopen voor het Schelde-estuarium.

Zowel in Vlaanderen (Van Braeckel et al. 2006) als in Nederland (Bouma et al. 2005) werden eerder ecotopenstelsels ontwikkeld voor getijgebonden habitattypen. Van Braeckel et al. (2006) geven een eerste aanzet voor schorecotopen langs de Zeeschelde in Vlaanderen door, in navolging van Criel et al. (1999) en van de Rijdt et al. (1996), het voorkomen van vegetatietypes te relateren aan de relatieve overspoelingsfrequentie. Een eerste ecotoopafbakening voor de brakke zone van de Zeeschelde werd onderbouwd door koppeling van een digitaal hoogtemodel en hoogwaterstanden aan de meest recent gekarteerde vegetatietypes (anno 2003).

In het Nederlandse ecotopenstelsel ZES (Bouma et al., 2005) werden klassegrenzen voor schorecotopen afgeleid vanuit de vegetatiekarteringen. Voor zoute schorren uit Zeeland en de Eems Dollard werd het vegetatiebereik voor overspoelingsfrequentie afgeleid.

Langsheen de saliniteits gradiënt kan het bereik van vegetatietypen in het getijvenster echter verschuiven, waardoor beide stelsels niet zomaar aan elkaar kunnen 'geplakt' worden om het bereik langs de saliniteitsgradient te vervolledigen. Bovendien ontbrak een typering van de zoete schorren. Een analyse van het voorkomen en typeringen van schorecotopen voor het volledig estuarium drong zich dus op en is onderwerp van deze studie.

1.2 Doelstelling

Het doel van dit onderzoek is een eerste aanzet te geven tot de ontwikkeling van een grensoverschrijdende ecotoopkarakterisering voor de schorhabitats van het volledige Schelde-estuarium.

In eerste plaats worden schorecotopen gerelateerd aan gebiedsdekkende abiotische kenmerken om een inschatting te kunnen maken van de te verwachten evoluties van de vegetatie en/of functionele plantengroepen bij een veranderende abiotiek. Zowel door natuurlijke evoluties als door ingrepen in het riviersysteem treden voortdurend veranderingen op in de lokale abiotische omstandigheden (m.a.w. de conditionerende en operationele factoren voor de vegetatie) op een gegeven plaats in het estuarium, wat op zijn beurt kan resulteren in wijzigingen in de vegetatiesamenstelling.

Voorspelling van dergelijke effecten van antropogene ingrepen of natuurlijke evoluties op de vegetatie kan dan herleid worden tot twee stappen:

- Bepalen van de relatie tussen de standplaatsfactoren en de soortensamenstelling en het voorkomen van een vegetatie (deze studie);
- Herleiden van de ingrepen in het estuarium naar veranderingen in standplaatsfactoren dmv hydrodynamische modelleringen.

Monitoring van de schorren gebeurt vaak aan de hand van karteringen van vegetatietypes, de soortensamenstelling van planten op een bepaalde locatie. Nadien worden de vegetatietypes gegroepeerd tot ecotopen, veelal op basis van literatuurstudie en expertkennis van een groter gebied. Meestal beperkt zich dergelijke typologie van schorecotopen tot zilte schorren onder een vrijwel uniform getijregime. De ecotooptypologie van de schorren in het Schelde-estuarium vereist een specifieke aanpak omdat het studiegebied zich situeert langs de volledige zoet-zout gradiënt, waarlangs het getijregime varieert van meso tot macrotidaal.

Deze studie gaat in op deze gebiedspecificiteit en groepeerde schorvegetaties per deelgebied op basis van de verspreiding van vegetatietypen en soorten onder de heersende abiotische condities. Op die manier kan men per abiotische eenheid inschatten aan welke schorvegetaties men zich kan verwachten.

2 Materiaal & methoden

2.1 Studiegebied

De Schelde heeft een macrotidaal estuarium met een tijbereik van meer dan 160km van Vlissingen tot in Gent. De gemiddelde getij amplitude stijgt van 3,9m in Vlissingen tot 5 meter nabij de grens en 5,5m nabij Temse. Verder stroomopwaarts daalt het amplitudebereik tot 2,4m in Melle. De gemiddelde amplitude in de zijrivier de Rupel bedraagt 5,4m en in de Durme gaat het van 5,5m aan de monding tot 0,8m nabij de dam die het tij stopt.

De bovenafvoer van de rivier varieert van $53\text{m}^3\text{ s}^{-1}$ in de zomer tot $316\text{m}^3\text{ s}^{-1}$ in de winter, met een jaarlijks gemiddelde van $147\text{m}^3\text{ s}^{-1}$ (periode 99-04, data Waterbouwkundig Labo Borgerhout).

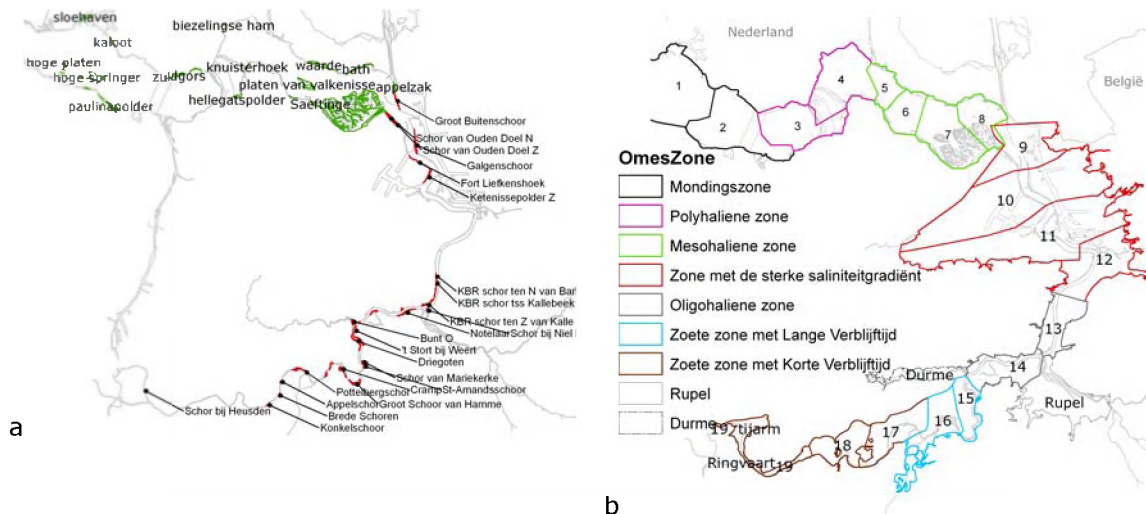
Het schoroppervlak van de Westerschelde (het Nederlandse deel van het estuarium) bedraagt 9% van de totale oppervlakte of 2790ha, in de Zeeschelde (het Vlaamse deel van het estuarium) beslaat het schor 10% van de totale oppervlakte of 595 ha. Langs de Rupel ligt 39ha schorgebied (16%) en langs de Durme 105ha .

Het studiegebied beslaat alle schorgebieden in het Schelde-estuarium zowel op het grondgebied van Nederland als Vlaanderen. Het omvat de Westerschelde, Zeeschelde en de zijrivieren Durme en Rupel. Naast de grote schorgebieden zijn ook alle tussenliggende smallere schorgebieden langsheen de Schelde, Durme en Rupel opgenomen. De getijbeïnvloede delen van de Netes, Dijle en Zenne zijn wegens gebrek aan data niet mee opgenomen in deze analyse.

Voor de abiotische karakterisering wordt het estuarium ingedeeld in deelgebieden of compartimenten. De gedefinieerde deelgebieden (OMES of MOSES compartimenten) werden eerder gebruikt voor modelleringstudies in het estuarium (Soetaert & Herman, 1995; Van Damme et al, 1999) en zijn zo gekozen dat saliniteit en getijregime binnen één compartiment als uniform kunnen beschouwd worden. Op basis van het saliniteitsregime worden deze OMES compartimenten samengevoegd tot ruwere saliniteitszones (Tabel 2.1; figuur 2.2; Van Damme et al, 1999).

Tabel 2.1 Grote schorgebieden per omescompartiment in het Schelde-estuarium. (SZ= saliniteitszone; MZ=mondingzone; PH=polyhalien; MH= mesohalien; GZ=Oligohaliene zone met sterke saliniteitsgradient; OH=oligohalien; ZLVT= zoete zone met lange verblijftijd; ZKVT= zoete zone met korte verblijftijd)

SZ	Omesnr.	Schorgebied	SZ	Omesnr.	Schorgebied
MZ	OMES 1	Kaloot, Hoofdplaat, Hoge platen, Hoge springer, Sloehaven	GZ	OMES 11	Royerssluis – Boudewijnsdijk
	OMES 2	Paulinapolder		OMES 12	Ketenissepolder (zuidelijk deel) Schor voor Galgenweel
PH	OMES 3	Zuidgors, Hellegatpolder, Baarland	OH	OMES 13	Schor van Kruikeke Bazel Rupelmonde
	OMES 4	Biezelingse Ham, Knuitershoek		OMES 14	Notelaar, Schor aan Durmemonding, Temsebrug, Kijkverdriet
MH	OMES 6	Platen van Valkenisse, Schor van Waarde (westelijk deel), Baalhoek	ZLVT	OMES 15	Groot Schoor van Hamme, Schor bij Branst, Driegoten, 't Stort bij Weert, Schor van Mariekerke, St-Amandsschoor, Schor bij Gespoelde put, De Fles
	OMES 7	Schor van Saeftinge, schor van waarde (Oostelijk deel)		OMES 16	Groot Schoor van Grembergen, Cramp, Schor van Vlassenbroek
	OMES 8	Sieperdaschor, Schor van Saeftinge (oostelijk deel), Appelzak, Bath		OMES 17	Schor van Zele, Pottelbergsschor, Brede Schoren, Konkelschoor, Nieuw schor van Appels, Appelschor, Scheldeschoor, Paddebeek
	OMES 9	Schor van Ouden Doel, Groot Buitenschoor	ZKVT		
GZ	OMES 10	Galgenschoor, Boudewijnsdijk – Fort Lillo, Fort Liefkenshoek, Ketenissepolder (noordelijk deel)	ZR	Rupel	Schor bij Niel, Schor Brezenweiden, Schor van Wintam
				Durme	Bunt, Rietsnijderij



Figuur 2.1 a Situering van de grote schorgebieden langs de Schelde **b. Saliniteitszones en Omescapartimenten**

In deze studie wordt binnen het Schelde-estuarium gekeken naar de supralitorale zone en meer specifiek naar de schorzone die begroeid is door hogere planten.

2.2 Abiotische data

Het belangrijkste criterium bij de selectie van abiotische variabelen voor een analyse over het volledige estuarium is de gebiedsdekkende beschikbaarheid van data met voldoende hoge resolutie.

Relevante variabelen die niet gebiedsdekkend beschreven zijn of waarvan(nog) geen voldoende betrouwbare data beschikbaar zijn kunnen niet rechtstreeks in rekening worden gebracht (bvb. sedimentvrucht, bodemstructuur, stroomsnelheden,...)

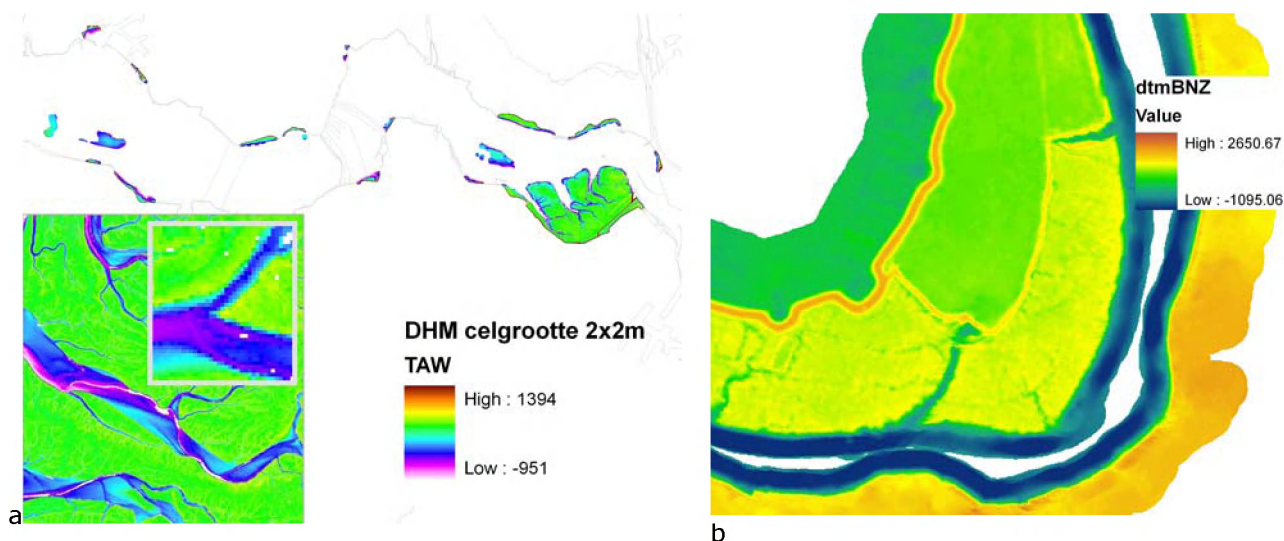
Voor het bepalen van de grenzen van de schorecotopen zijn de volgende abiotische data gebruikt:

- Digitaal terrein model van de schorren van de Westerschelde en Zeeschelde (2003 of 2004)
- Recente gemeten tijgegevens van de Westerschelde en Zeeschelde (1998-2000)

2.2.1 Hoogte-informatie

Westerschelde

Voor het bepalen van de hoogteligging van de schorvegetaties in de Westerschelde is voornamelijk gebruik gemaakt van het DTB-nat. Dit is de afkorting van "Digitaal Topografisch Bestand van de natte infrastructuur" en bevat digitale topografische informatie over de grote rivieren, kusten en oevers die in beheer zijn van Rijkswaterstaat. Het bestand heeft een schaal van 1:1000 (DTB-nat, zie **Figuur 2.2a**) en werd aangeleverd door RWS. De geleverde bestanden hebben een resolutie van 2x2meter. De standaardafwijking van deze bestanden bedraagt voor een willekeurig punt 25cm. Bij dichte vegetatiestructuren kan dit groter zijn (van de Rijt & Esselink. 2006). Om grote afwijkingen zoveel mogelijk te beperken werd de laseraltimetrie uitgevoerd in de winter (januari, februari 2003).



Figuur 2.2 Het gebruikte digitaal terreinmodel voor a Westerschelde en b Zeeschelde

Zeeschelde

In de Zeeschelde werd voor de slik en schorkartering 2003-2004 laseraltimetrie uitgevoerd in april 2004. De nauwkeurigheid van de basisdata in de z-as is gemiddeld 10 cm met een roosterpuntafstand van 5m. Bij hoog opgaande en dichte vegetatie kan de fout op de Z groter zijn.

Deze puntdata zijn in ARCGIS Spatial Analyst door middel van een kriging interpolatie met een exponentieel semivariogrammodel omgezet naar een gebiedsdekkend digitaal hoogte model (dtm) met een resolutie van 2x2m (**Figuur 2.2b**).

2.2.2 Getijdata

Gebruikte getijparameters

Het gemiddeld hoogwater (GHW) wordt als referentiehoogte genomen waaraan het voorkomen van een vegetatie in het tijvensters gerelateerd wordt. Naast GHW wordt bij verdere analyse ook rekening gehouden met gemiddeld hoog water bij springtij (GHWS) en gemiddeld hoog water bij doottij (GHWD). Voor deze getijparameters wordt het driejarige gemiddelde genomen van 1998, 1999 en 2000. Als mogelijke bovengrens van het tijvenster wordt het gemiddelde van de 3 uiterst hoge waterstanden van elk jaar meegenomen in de analyse.

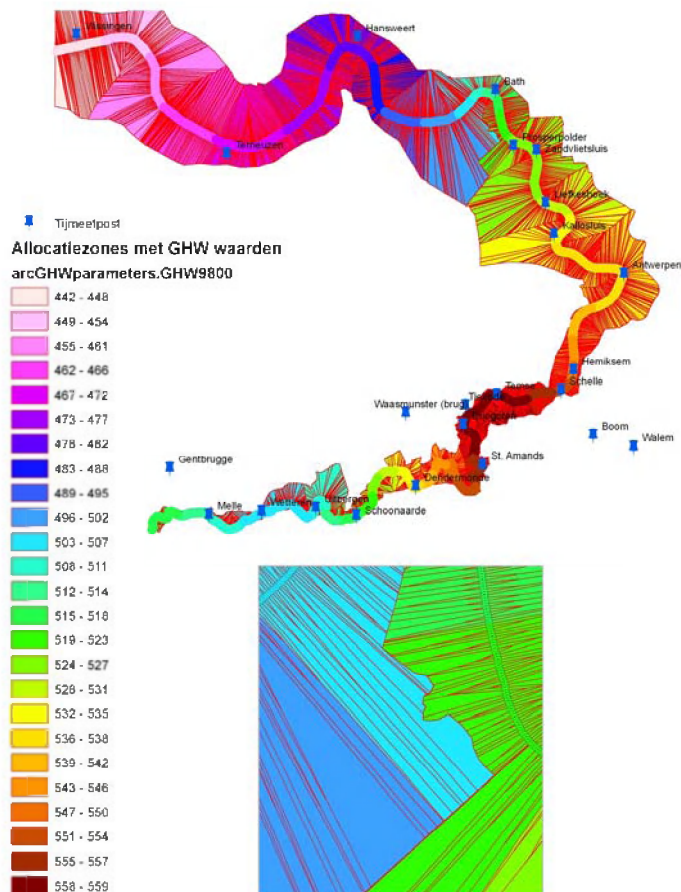
Ook de relatieve overspoelingsfrequentie voor de periode 1998- 2000 is gebruikt. Deze periode gaat maximum 5 jaar aan de vegetatiekartering vooraf en beslaat een homogene periode na de 2^e verruiming van de Westerschelde (rond 1997). Voor de periode 1998 tot 2000 is een gelijkvormige, gebiedsdekkende dataset beschikbaar voor het volledige studiegebied. De tijdata zijn aangeleverd door het Waterbouwkundig laboratorium Borgerhout (**Tabel 3.5**). Relatieve overspoelingsduurcurven zijn enkel gebruikt ter illustratie en bij de interpretatie aangezien ze gebaseerd zijn op gemodelleerde data van 1992 en 1993 (bron: Waterbouwkundig laboratorium Borgerhout).

Gebiedsdekkende getijparameters

Om gebiedsdekkende tijwaarden te genereren voor het volledige studiegebied is gekozen voor een semi-1 dimensionele aanpak. Voor de Westerschelde wordt de huidige vaargeul als rivieras beschouwd. In eerste instantie worden de gemeten getijparameters geïnterpoleerd per riviersegment tussen 2 tijposten d.m.v. een spline interpolatie langsheen de rivieras.

De waarde aan de monding van een zijrivier wordt afgeleid uit de hoofdriever en ook gebruikt in de interpolatie. Zo worden langs de rivieras waarden verkregen voor elke tijparameter met telkens een tussenafstand van 50m. Deze afgeleide waarden voor elk punt langs de as werden geëxtrapoleerd naar de bijhorende allocatiezone binnen het studiegebied (**Figuur 2.3**).

De zones werden afgebakend in ARCGIS Spatial Analyst op basis van de minimale euclidische afstand tot een rivieraspunt. In het zuidoostelijk deel van Saeftinghe werd op basis van de hoogte- en kreekligging manueel een aanpassing doorgevoerd en werd een grens genomen langsheen de waterscheiding. Deze waterscheiding gaat uit van een gemiddelde situatie en niet van omstandigheden bij een storm.



Figuur 2.3 De ligging van de tijposten en extrapoliatioerooster voor het Schelde-segment.

2.2.3 Saliniteit

Voor de analyse langsheen de saliniteitsgradiënt is in de eerste plaats gekozen voor een categorisering per OMES compartiment. Deze categorisering is gebaseerd op de verblijftijd van chloride ionen in de verschillende zones (Soetaert & Herman 1995).

Op basis van dagmetingen uit 2007 is een gemiddelde berekend voor de maanden maart, juni en oktober (data CEMO, VMM, OMES-UA). Voor de interpolatie langsheen de rivieras is gebruik gemaakt van Inverse Distance Weight interpolatie met een begrenzing. Voor de verschillende OMES compartimenten zijn gemiddelden afgeleid.

2.3 Biotische data

2.3.1 Vegetatiekarteringmethode

Er werden verschillende methoden gebruikt voor vegetatiekartering in het Schelde-estuarium. Ten eerste zijn er 2 manieren van luchtfoto-interpretatie (AGI 2006):

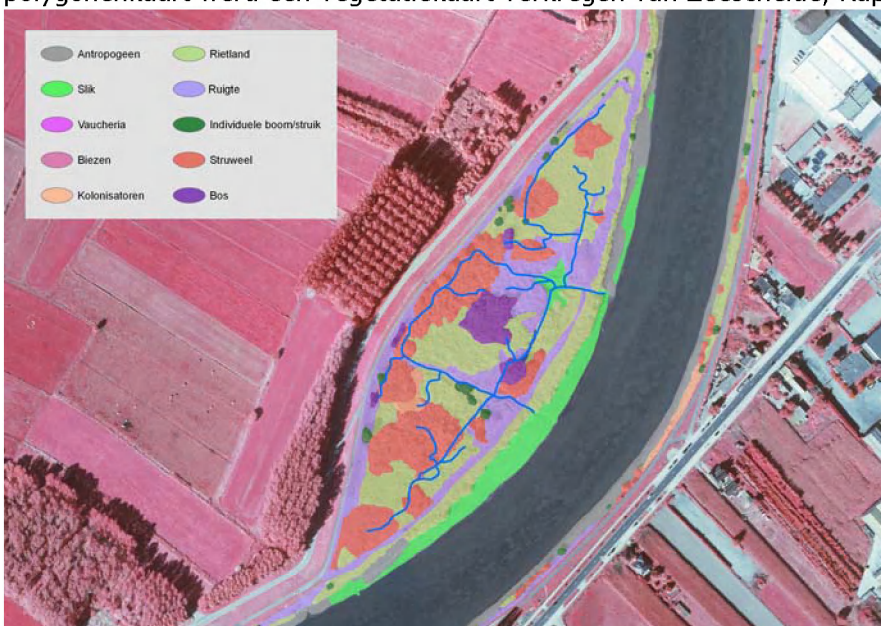
- ❑ Bij de *landschapsgeleide* methode wordt aan de hand van gelijkenis in luchtfotokenmerken representatieve informatie uit het veld doorvertaald naar vlakken die niet zijn bezocht.
- ❑ Bij de *fotogeleide* methode worden in principe alle vlakken in het veld bezocht en beschreven.

Ten tweede zijn er verschillende methoden gebruikt om de vegetatie binnen fotografische eenheden te karakteriseren:

- ❑ Zoute en brakke gebieden van de Westerschelde: Bij deze kartering werd tijdens het veldwerk binnen de onderscheiden fotografische eenheden de bedekking van de duidelijke afgebakende vegetatietypes (SALT97) bepaald. Gespreid over de verschillende vegetatietypes worden opnames gemaakt om deze verder te karakteriseren.
- ❑ Brakke en zoete delen van de Zeeschelde en zijrivieren: Bij deze kartering werd tijdens het veldwerk binnen de vooraf onderscheiden fotografische eenheden elke vegetatie afzonderlijk gekarteerd. Binnen dit vegetatievlak wordt het vegetatietype bepaald op basis van structuur, successiestadium en de dominante soort. Bij een mengvorm worden ook subdominante soorten genoteerd.

2.3.1.1 Zeeschelde

De vegetatie langs de Zeeschelde, Rupel en Durme werd gekarteerd in de zomer van 2004 en 2005. Daarbij is de fotogeleide methode toegepast, waarbij 95% van alle vlakken in het veld zijn bezocht of vanaf de dijk bekeken. Op basis van false-colour luchtfoto's van het gebied, genomen in september 2003, werden fotografische eenheden in een GIS omgeving afgebakend. In de volgende vegetatie seizoenen zijn deze op het terrein gecontroleerd en werd het vegetatietype bepaald. Indien nodig werden de polygonen ruimtelijk gecorrigeerd of opgesplitst, indien het duidelijk verschillende vegetatietypes betrof. Door koppeling van velddata en polygonenkaart werd een vegetatiekaart verkregen van Zeeschelde, Rupel en Durme.



Figuur 2.4 Voorbeeld van een gekarteerd schor langs de Zeeschelde).

2.3.1.2 Westerschelde

Voor de vegetatiekartering Westerschelde 2004 zijn beide interpretatiemethoden gebruikt

- De *landschapsgeleide methode*: voor het grootste deel van Saeftinghe (onbegrasde, verder van de dijk gelegen platen) is deze methode gevolgd. Daarbij werden in het veld steekproefsgewijs ca. 40% van de vlakken bezocht en de inhoud daarvan beschreven. Op grond van deze vlakopnamen en vegetatieopnamen vindt in de herinterpretatiefase een doorvertaling plaats van tijdens de foto-interpretatiefase onderscheiden foto-elementen naar vegetatietypen.
- De *fotogeleide methode*: Voor alle overige terreinen, evenals de veelal begrasde delen van Saeftinghe die dicht bij de dijk liggen, is deze gevolgd. Hierbij werd er naar gestreefd alle vlakinhoud tijdens het veldwerk te bepalen (en niet tijdens de foto-interpretatie); ongeveer 95% van de vlakken is in het veld bezocht. Extrapolatie vond veelal plaats bij duidelijk herkenbare en weinig variabele typen zoals riet- en slijmgrasvegetaties.

Bij de luchtfoto-interpretatie is gebruik gemaakt van falsecolour-diapositieven, schaal 1:5.000, uitgezonderd voor Saeftinghe 1:10.000, gevlogen op 2 augustus 2004. Voor de kartering zijn in totaal 65 foto's, waarvan 17 voor Saeftinghe, stereoscopisch geïnterpreteerd op basis van reliëf, kleur, structuur en textuur.

De detaillering van de interpretatie werd zo veel mogelijk afgestemd op de vorige kartering uit 1998 (Koppejan, 2000 in AGI 2006), een methode gebaseerd op de "Oude Grenzen Methode" (Janssen & van Gennip, 2000). Uitgangspunt is dat grenzen uit een eerdere kartering dienden als basis en dat veranderingen (binnen bepaalde marges) werden aangebracht ten opzichte van het bestand van de eerdere kartering.



Figuur 2.5 Voorbeeld van een gekarteerd schor langs de Westerschelde (AGI 2006).

2.4 Werkwijze

Een *FYSIOTOOP* wordt gedefinieerd als abiotische eenheid bepaald door de belangrijkste abiotische variabelen die voor het volledige gebied beschikbaar zijn.

Een *ECOTOOP* wordt gedefinieerd als een ruimtelijk eenheid die homogeen is qua (vegetatie-) structuur, successiestadium en de voornaamste abiotische factoren en antropogene invloeden die voor de biota van belang zijn.

De klassengrenzen van de fysiotopen worden, naargelang de beschikbare informatie, zodanig gekozen dat ze zoveel mogelijk een weerspiegeling zijn van de abiotische omstandigheden waarbinnen de verschillende vegetatie- of ecotooptypen voorkomen.

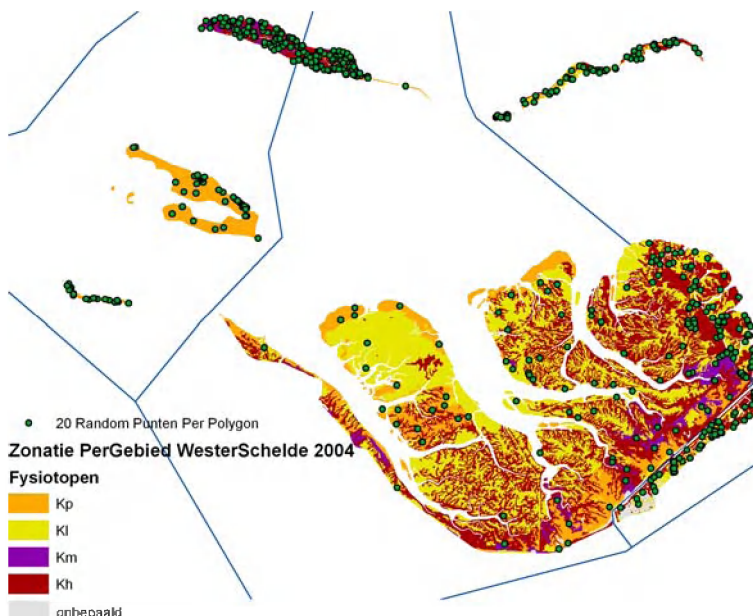
2.4.1 Het afleiden van klassengrenzen

2.4.1.1 Huidige klassenindeling van de Westerschelde

Om een beter inzicht te krijgen in de huidige gebruikte schorfysiotopen voor de Westerschelde wordt een eerste analyse of ecologische validatie van het huidige ecotopenstelsel ZES (1996) voor de Westerschelde uitgevoerd. Volgende zones worden onderscheiden als fysiotopen op basis van de zonaties in 2004 uit AGI 2006 (Bijlage 1):

- Kp: pionierzone (inclusief Kpb: brakke variant)
- Kl: laag schor/ lage kwelder
- Km: middelhoog schor/ middelhoge kwelder
- Kh: hoog schor/hoge kwelder
- Onbepaald: overige Grove StructuurTypes, water en kaal

Per fysiotop, gebied en omessegment (68 éénheden) wordt een randomsteekproef van 20 punten per eenheid genomen (**Figuur 2.6**).



Figuur 2.6 .Random steekproef per gebied per fysiotop

De validatie gebeurde door een analyse van de fysiotopen in functie van hun hoogte tov gemiddeld hoog water. Hiervoor werd een generalized linear mixed effect model (glme) gebruikt om de verschillen tussen de fysiotopen na te gaan.

De gebruikte variabelen waren:

- hoogte tov GHW
- fysiotoopzone als variabele
- positie tov monding als covariabele
- random factor: gebied

2.4.1.2 Het afleiden van klassengrenzen voor de volledige Schelde

Voor de analyse op het niveau van het volledige estuarium is een gebiedsdekkende vegetatiekartering beschikbaar. Per OMES compartiment werd een frequentieanalyse uitgevoerd naar het voorkomen van de verschillende vegetatietypen of -groepen in het tijvenster. Hiertoe werd de hoogteligging (in TAW) in hoogteklassen van 10cm verdeeld. Rekening houdend met de fout op de hoogtebepaling en de getijdata is dit de minimale klasse. Bovendien blijft de dataset op die manier beheersbaar. Voor elk omessegment is het aandeel van de aanwezige vegetatietypen of -groepen per hoogteklasse berekend.

Doordat enkel gerekend werd met de door hogere planten begroeide gedeelten zijn de curven aan de ondergrens van de schorvegetatie niet unimodaal, zoals kenmerkend is het voorkomen van een soort, maar begint de curve bij 1 (bvb. **Figuur 3.14**).

In de Westerschelde werden in de overgang van het schor naar de hoger gelegen zoete zone (o.a. duinbegroeiing, dijken,) niet altijd vegetatietypen gekarteerd maar enkel Grove StructuurTypen (of GST-codes, AGI 2006). Deze polygonen zijn dus niet aan specifieke soorten of vegetaties te koppelen. Deze Grove StructuurTypen zijn dan ook niet besproken in deze studie. Wel werd rekening gehouden met hun aandeel in een hoogteklasse.

In een eerste verkenning over het volledige schelde-estuarium is de verandering in plantensoortensamenstelling langsheen de saliniteitsgradiënt bekeken. Voor enkele specifieke plantensoorten is eveneens het verticale bereik beschreven langsheen de volledige zout-zoetgradiënt van het Schelde-estuarium.

Op basis van de 3 variabelen hoogteklasse, de relatieve overspoelingsfrequentie en het aandeel per hoogteklasse van elk van de vegetaties zijn per OMES compartiment door middel van een K-means cluster analyse 4 clusters afgebakend. Deze clusters vormen de basis van de fysiotopen of abiotische eenheden waarbinnen verschillende ecotopen kunnen voorkomen.

2.4.2 Afstemming ecotopentypologie tussen Nederland en Vlaanderen

De Vlaamse ecotopentypologie voor de brakke zone wordt afgestemd met SALT08 (Kers et al. 2008), de binnenkort gangbare opvolger van SALT97, een classificatieprogramma voor kweldervegetaties in Nederland (Jong et al.1998). Voor het zoete deel van de Zeeschelde, Rupel en Durme werd een eigen typologie opgemaakt, deels rekening houdend met de Nederlandse Zoete typologie Rijn- & Maasmonding (Kers et al. 2000)

3 Resultaten

3.1 Indelingskenmerken en -variabelen

Globaal genomen zijn binnen het Schelde-estuarium de zoutgradiënt en de overspoelingsdynamiek de twee belangrijkste en meest sturende ecologische factoren die de floristische samenstelling van de slik- en schorvegetaties bepalen.

3.1.1.1 Saliniteit

De saliniteit van het rivierwater beïnvloedt in sterke mate de ontwikkeling en dominantie van zouttolerante plantensoorten alsook de aan- of afwezigheid van zoutgevoelige soorten, zowel direct als indirect via het grondwater.

Zoutvariatie én gemiddeld zoutgehalte zijn sterk bepalend voor de vegetatie in de Schelde-schorren. In de Westerschelde werd vastgesteld (Bouma et al., 2005) dat de schommelingen in het zoutgehalte wellicht belangrijker zijn voor het al dan niet voorkomen van bepaalde soorten dan het gemiddelde zoutgehalte.

Op basis van dagmetingen uit 2007 is een gemiddeld zoutgehalte berekend voor de maanden maart, juni en oktober (data CEMO, VMM, OMES-UA). Na interpolatie langsheen de rivieras zijn volgende waarden afgeleid voor de saliniteitszones en Omeselementen (**Tabel 3.2**). Vervolgens zijn saliniteitsklassen toegekend volgens The Venice System (Caspers 1959¹).

Tabel 3.2 Afgeleide maximale, minimale en gemiddelde saliniteit in maart, juni en oktober van 2007 in de omeselementen en -zones

Saliniteit 2007			Max.			Min.			Gemiddelde		
Zone	OMES Seg.	Klasse	Maart	juni	okt	maart	juni	okt	maart	juni	okt
Mondings-zone	1	polyhalien (euhalien)	26.1	30.2	29.0	21.9	27.5	25.7	25.0	29.1	27.5
	2	Polyhalien	21.9	27.5	25.7	16.3	24.5	22.7	18.7	25.9	23.8
Poly-halien	3	polyhalien (α-meso)	16.3	24.5	22.9	13.7	22.6	22.8	15.0	23.6	22.9
	4	polyhalien(α-meso)	13.6	22.6	23.0	12.2	20.3	20.4	12.7	21.4	21.8
Meso-halien	6	α-mesohalien (polyhal.)	10.6	19.2	19.7	9.6	17.3	17.6	10.0	18.1	18.6
	7	α-mesohalien (β- m)	9.5	17.2	17.6	6.2	14.7	13.7	8.0	16.1	15.8
	8	α-mesohalien (β- m)	6.2	14.7	13.7	3.9	12.4	11.6	5.2	13.8	12.6
Sal-Gradient-zone	9	α-mesohalien (β-oligo)	3.9	12.4	11.6	1.4	9.0	9.7	2.3	10.4	10.4
	10	β-mesohalien (β-oligo)	1.4	9.0	9.7	0.6	6.4	8.4	1.0	8.0	9.2
	11	β-mesohalien (β-oligo)	0.6	6.4	8.4	0	1.5	3.9	0.1	3.7	6.4
	12	β-oligo (βo,limnetische)	0	1.5	3.9	0	0.7	1.5	0	1.0	2.6
Oligo-halien	13	β-oligo (βo,limnetische)	0	0.7	1.4	0	0	0.7	0	0.3	0.9
	14	β-oligo (βo,limnetische)	0	0.6	0.8	0	0	0.4	0	0.2	0.6
Rupel	Rupel	β-oligo (βo,limnetische)	0	0.6	0.8	0	0	0.6	0	0.3	0.7
Zoet	Lange verblijf-tijd	15	Limnetisch	0	0.1	0.6	0	0	0.2	0	0.3
		16	limnetisch	0	0	0.2	0	0	0	0.1	0
	korte verblijf-tijd	17	limnetisch	0	0	0	0	0	0	0	0
		18	limnetisch	0	0	0	0	0	0	0	0
		19	limnetisch	0	0	0	0	0	0	0	0
		19t	limnetisch	0	0	0	0	0	0	0	0
Durme	Durme	limnetisch	0	0.5	1.2	0	0	0	0	0	0

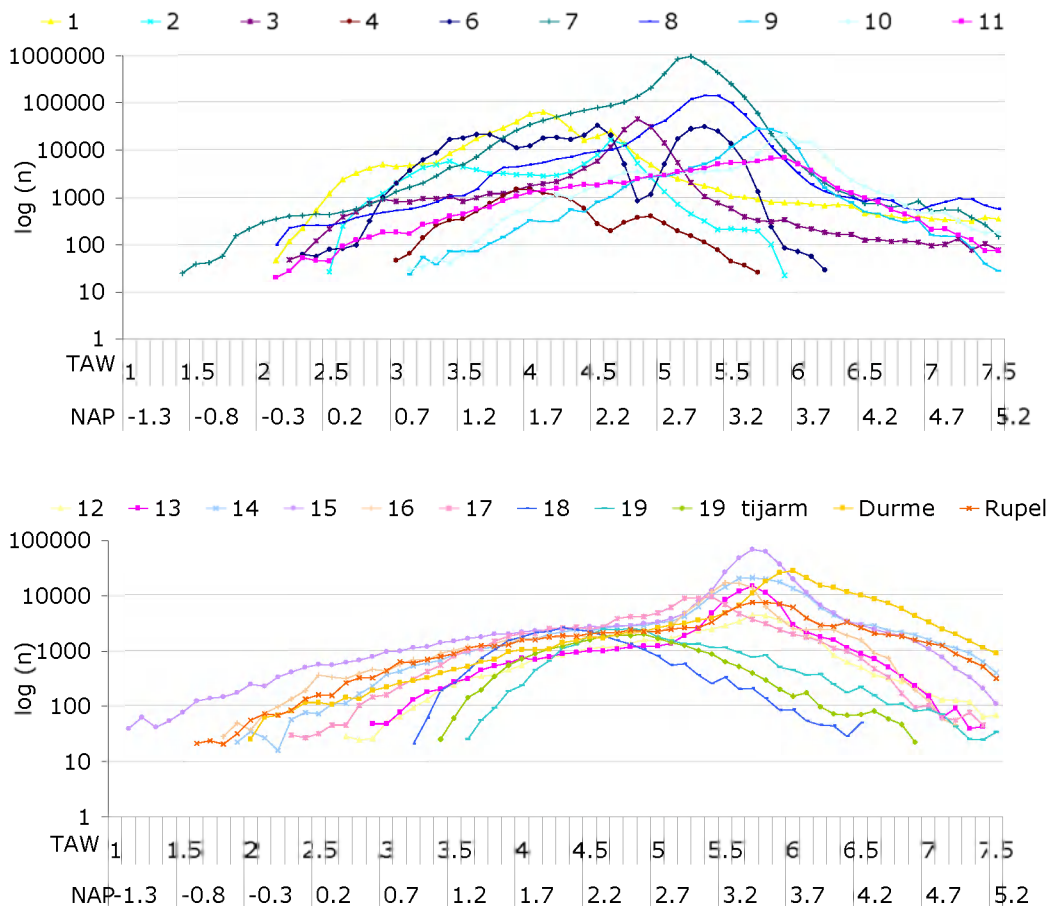
¹ euhaliene zone: 30-40 PSU of > 18.5 g Cl-/l, polyhaliene zone: 18-30 PSU, 11-18.5 g Cl-/l, mesohaliene zone: 5-18 PSU of 3-11 g Cl-/l met alfa: 10-18 psu, beta: 5-10 psu, oligohaliene zone: 0.5-5 PSU of 0.3-3 g Cl-/l met alfa α: 3-5 psu, beta β: 0,5-3 psu, limnetic zone (zoet): < 0.5 PSU of < 0.3 g Cl-/l

3.1.1.2 Hoogteverdeling per OMESsegment

De hoogteverdeling van de schorgebieden is een unimodale curve met een duidelijke piek (**Figuur 3.1; Tabel 3.3**). Rond deze piek situeert zich de grootste oppervlakte aan schorgebied. De logcurve van de hoogteverdeling in TAW toont de verdeling waarbij globaal een verschuiving te zien is van laag naar hoog in functie van het gemiddeld hoog water in dat omessegment. De ondergrens wordt vaak bepaald door de lokale potenties voor schorvorming in de pionierzone.

Tabel 3.3 Hoogtebereik per omessegment: minimum, hoogste piek, maximum bereik, oppervlakte van de piek

Omesnr.	1	2	3	4	6	7	8	9	10	11	12	13	14
TAW Min	2.1	2.5	2.2	3.0	2.2	1.5	2.1	3.1	3.1	2.1	2.7	2.9	1.9
NAP	-0.2	0.2	-0.1	0.7	-0.1	-0.8	-0.2						
Piek	4.1	4.6	4.8	4.0	4.5	5.2	5.3	5.7	5.9	5.9	5.7	5.7	5.7
Max	1.8	2.3	2.5	1.7	2.2	2.9	3.0						
	>7.5	5.9	>7.5	5.7	6.2	>7.5	>7.5	>7.5	>7.5	>7.5	>7.5	7.4	>7.5
	>5.2	3.6	>5.2	3.4	3.9	>5.2	>5.2						
Opp _{piek} (ha)	24.7	6.3	17.9	0.6	13.0	375.6	55.0	10.8	8.2	2.7	1.7	5.6	8.0
Omesnr	15	16	17	18	19	19t	Rupel	Durme					
TAW Min	1.5	1.8	2.3	3.2	3.6	3.4	1.6	2.0					
Piek	5.7	5.5	5.4	4.3	4.8	4.9	5.7	6.0					
Max	>7.5	7.2	>7.5	6.6	>7.5	6.9	>7.5	>7.5					
Opp _{piek} (ha)	25.4	6.5	3.6	1.0	1.0	0.8	2.9	10.8					



Figuur 3.1 .Hoogteverdeling van de schorren per Omessegment (Y-as n= aantal rastercellen, x-as hoogteklasse per 10cm)

3.1.1.3 Overspoelingregime

Het **overspoelingsregime** (dynamiek, duur en frequentie) is een sterk sturende factor die de vegetatiedifferentiatie in sterke mate kan beïnvloeden. Het overspoelingsregime oefent hierbij op een *directe* manier een sterke invloed uit op de vegetatie. Doordat de impact van dit oeverspoelingsregime varieert met schorhoogte, zorgt dit voor het ontstaan van verticale vegetatiezones. *Indirect* beïnvloedt de overspoelingsdynamiek de vegetatie door het ontstaan van verschillende geomorfologische eenheden binnen het schorgebied (o.a. oeverwallen en komgronden) met sterk variërende omstandigheden in bodemtextuur, verluchting, waterhuishouding, nutriënten enz.

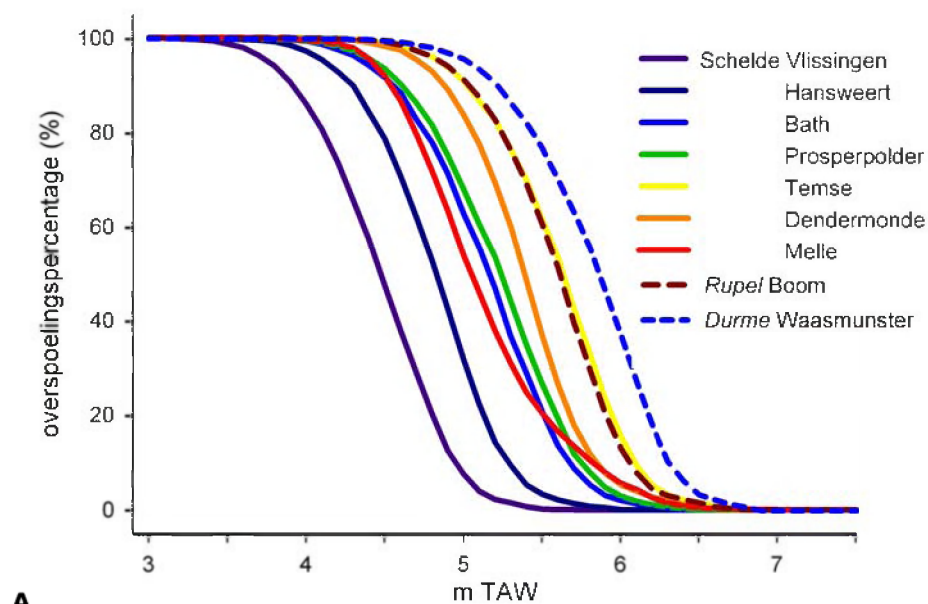
Wanneer we de relatieve overspoelingsfrequentie of het overspoelingspercentage (**Figuur 3.2 a**) van de verschillende rivierzones bekijken zien we de curve opschuiven in stroomopwaartse richting langs de Schelde beginnend bij de laagste curve in Vlissingen naar de hoogste in Temse, stroomopwaarts verschuift de curve weer naar lagere hoogtes. Bij Melle in de zoete zone met korte verblijftijd zien we ook een verandering van de curve ten gevolge van de toenemende invloed van de bovenafvoer. De zijrivieren vertonen weinig variatie in de vorm van de curve maar zijn vergelijkbaar met Temse voor de Rupel of nog hoger gelegen voor de Durme.

De procentuele overspoelingsduurcurves vertonen een steiler verloop in stroomopwaartse richting van Vlissingen naar Melle. De Durme vertoont de grootste afwijking met een zeer steile overspoelingsduurcurve ten gevolge van de extreme tijasymmetrie (**Figuur 3.2 a**).

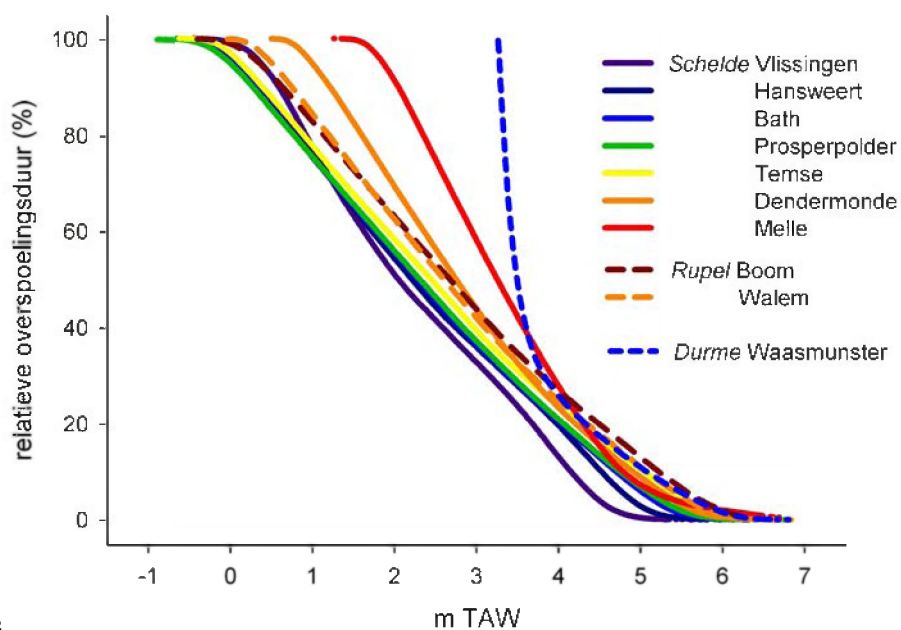


Foto Schorren langs de Durme (Yves Adams-Vildaphoto)

	Km	Naam
Schelde	0.0	Vlissingen
	21.5	Terneuzen
	39.6	Hansweert
	59.7	Bath
	65.3	Prosperpolder
	67.1	Zandvlietsluis
	73.3	Liefkenshoek
	78.7	Kallosluis
	87.5	Antwerpen
	99.8	Hemiksem
	101.9	Schelle
	109.4	Temse
	114.1	Driegoten
	119.8	St.Amands
	132.6	Dendermonde
	143.8	Schoonaarde
	149.3	Uitbergen
	155.9	Wetteren
	162.2	Melle
Tij-Arm	8.0	Gentbrugge
Ru-del	6.4	Boom
	11.9	Walem
Durme	1.0	Tielrode
	3.7	Hamme
	8.7	Waasmunster brug
	14.1	Zelee



A



B

Tabel 3.4 Gebruikte tijposten in het Schelde-estuarium

Figuur 3.2 Het verloop van (a) de relatieve overspoelingsfrequentie en (b) de relatieve overspoelingsduur voor de Schelde, Rupel en Durme.

3.2 Voorkomen van vegetaties in tijvenster

In deze paragraaf wordt een korte beschrijving gegeven van de vegetatietypen die gebruikt zijn in de frequentieanalyse. Beschrijvingen van de standplaats zijn vooral gebaseerd op AGI 2006, Schaminée et al. 1998 en Hoffmann 1993. Ook werden sommige typen afgestemd op de typologie gebruikt door Kers et al. (2000) in de Rijn en Maas-monding. De codes gebruikt in de Westerschelde (AGI 2006) en Zeeschelde worden steeds vermeld bij elk vegetatietype. Bijkomend wordt per vegetatietype specifiek het NATURA 2000 habitatype vermeld dat kenmerkend is voor dat type naast het belang van deze vegetaties als 1130 habitatype van estuarium.

Zoute tot brakke vegetaties:

Klein zeegras-type (3Aa01 *Zosteretum noltii*, WS-Codes: Qz, Natura2000 habitatype: 1160)
In dit type domineert Klein zeegras (*Zostera noltii*), maar met een zeer variabele bedekking. Engels slijkgras (*Spartina townsendii*) is meestal met lage bedekking aanwezig. Dit type is beperkt tot de mondingzone (OMES 1).

Engels Slijkgras-type (24Aa2 *Spartinetum townsendii*, WS-Codes: SS3,SS3B,SS5,SS5B,SSO, Natura2000 habitatype: 1320, 1330)
Engels slijkgras (*Spartina townsendii*) is de dominante soort. Het type is te vinden in de pionierzone van 2m onder GHW (3m in omes7-Saeftinghe) tot net boven GHW (~30cm). Ook in slecht gedraineerde lage kommen op het schor en langs kreken wordt het soms aangetroffen. Het type vertoont het grootste aandeel in de mondingzone en de polyhaliene zone (OMES 1 tot 5). Tot in de jaren 30 kwam in het Schelde-estuarium enkel het Klein slijkgras (*Spartina maritima*) voor (Langendonck 1931 in Beeftink 1965), dat een veel kleinere ecologische amplitude heeft.

Zeekraal-type het langarig zeekraal type (25Aa1 *Salicornietum dolichostachyae*, WS-Codes: QQ3P,QQOP, QQ3E, Natura2000 habitatype: 1310A)
Dit soortenarme, open, lage type wordt bepaald door Langarig zeekraal (*Salicornia procumbens*) en staat vooral op de lage delen van het schor, soms op hogere delen in zoute depressies en intensief begraasde delen met dichtgeslempde bodem. Het staat op vrij grote schaal langs de randen van platen (vooral westzijde Hoge Springer en Platen van Valkenisse) en op de hogere delen van het slik en binnen geulen (Saeftinghe).
Omdat het eenjarige soorten zijn, worden standplaatsen ieder jaar opnieuw gekoloniseerd, wat jaar tot jaar fluctuaties in dichtheid en ruimtelijke patronen kan veroorzaken.
Het kortarig zeekraal-subtype (*Salicornietum brachystachyae* 25Aa2) met Kortarig zeekraal (*Salicornia europaea*) komt vooral voor in de polders en slechts op enkele plaatsen in Saeftinghe op lage natte schordelen met stagnerend water (o.a. prieltjes).
Aan de onderzijde wordt het Zeekraal-type van nature begrensd door Zeegras of door kale bodem zoals te zien in OMES 1 en 8 (de zones zonder Engels Slijkgras). Dit type is echter in toenemende mate verdrongen door het geïntroduceerde Engels slijkgras (in OMES 1,3,4, 6 & 7), dat een grote ecologische amplitude heeft in vergelijking tot het oorspronkelijke Klein slijkgras (Langendonck 1931 in Beeftink 1965).

Schorrekruid-type (25Aa3 *Suaeda maritima*-type; WS-Codes: QU, ZS-Codes: K suedmar, Natura2000 habitatype: 1310)
De dominante soort is Schorrekruid (*Suaeda maritima*). Het is een soortenarme, vrij open tot gesloten, lage begroeiing. Dit éénjarig type komt relatief weinig voor in het gebied. Het staat op zandige delen van de pionierzone en/of op oude vloedmerkafzettingen.

Zilt grasland *Puccinellion*-type (26Aa1 *Puccinellietum maritimae*; WS-Codes:

BT,P,P_SM,PJ,PP,PP_B,PP_Z,PPA,PPAB,PPE,PPL, incl. pioniergrasland PPS, PPSB, ZS-Codes: G puccimar, triglmar, agrostol, Natura2000 habitatype: 1330)

De zilte graslanden van het *Puccinellion maritimae* verbond nl. de associatie *Puccinellietum maritimae* (subassoc. typicum), komen voor tussen een halve meter onder gemiddeld hoogwater en gemiddelde hoog water bij springtij (OMES 1, 2, 6-9).

Dit begraasd type is kenmerkend voor de lagere delen van het schor (OMES 6,9). In Saeftinghe en Bath kan dit nog lager voorkomen als ijlere pioniertypes o.a. in kommen en eroderende schorranden.

De subassociatie *agrostietosum* met *Agrostis stolonifera* en *Atriplex prostrata* komt tot ontwikkeling in brak milieu (Beeftink 1965) van Bath en het Verdrongen Land van Saeftinghe tot Lillo. Volgens Hoffmann (1993) kunnen de zilte graslanden van de Zeeschelde onder dit type gecategoriseerd worden met hier als bijkomende constante soort ook Zilte rus (*Juncus gerardii*) en de aanwezigheid van Zeebies (*Scirpus maritimus*).

Lamsoor-type (26Aa2 *Plantagini-Limonietum*, WS-Codes: PL3, Natura2000 habitatype: 1330)

Het type komt op vrij kleine schaal verspreid voor op diverse schorren van de polyhaliene en mesohaliene zone (OMES 1-6). Deze niet tot matig begraasde vegetatie staat op de overhang van pionierzone en het schor voornamelijk op slibrijke zandbodem op de overgang van kommen naar kreekoeverwallen en in het schor vaak op een sliblaag op zandbodem. Lamsoor (*Limonium vulgare*) gedijt goed bij een bescheiden maar regelmatige opslibbing en heeft behoefte aan open ruimte voor de vestiging (Schaminée et al. 1998).



Foto Lamsoor vegetaties in de polyhaliene zone (Yves Adams-Vildaphoto)

Zilt grasland *Armerion*-type (26Ac *Armerion maritimae*; WS-Codes: JF,JF_R,JFA,JFH,JFL, JJ,JJ_R,JJA, PE_B,PP_M,RGF, ZS-Codes: G juncger; Natura2000 habitatype: 1330)

De zilte graslanden van het *Armerion maritimae* of Engels gras-verbond komen voor tussen gemiddeld hoogwater en iets boven de gemiddelde uiterste hoog waters (OMES 1-8). De

bovenste bodemhorizont heeft een hoger humusgehalte en een lager chloridegehalte van het bodemvocht dan in het geval van het *Puccinellietum maritimae* (Schaminée et al. 1998). Het verbond is goed ontwikkeld in de euhaliene en polyhaliene zones.

Zoutmelde-type (26Aa3 *Halimionetum portulacoides*; WS-Codes:PH3, PH5 ; Natura2000 habitatype: 1330)

Het *Halimionetum portulacoides* komt voornamelijk voor op oeverwallen of hellingen van oeverwallen en kommen en vereist een goed doorluchte bodem (20-50 % slib; Beeftink 1965) met vrij hoge chloridegehaltenes). Dit type verdraagt snelle sedimentatie goed maar geen langdurige overspoeling of intensieve beweiding (tg.v. vertrapping, Schaminée et al. 1998).

Zeeaster -(Zulte) type (RG *Aster tripolium*-[*Puccinellion maritimae*]; WS-Codes:BA3,BA5, ZS-Codes: K & R astertri; Natura2000 habitatype: 1330)

Dit type is gedomineerd door een pioniersoort dat vooral terug te vinden onder gemiddeld hoog water (OMES 1-13). In lage kommen waar vers slib wordt afgezet, kan dit type soms hoger in het tijvenster voorkomen. Het is een dichte begroeiing van Zeeaster, die tot 2,5 m hoog kan reiken en die vooral in luchtarm substraat wortelt. In de Dollard verdwenen de 'Aster-bossen' waarbij het ontbreken van beschutting tegen golven als één van de oorzaken gezien werd (Esselink in Schaminée et al. 1998).

Melkkruid-type (26 RG *Agrostis stolonifera* – *Glaux maritima*-[*Asteretea tripolii*]; WS-Codes:Jex, ZS-Codes: GX glauxmar; Natura2000 habitatype: 1330)

In Saeftinghe en Sieperdaschor ligt het voornamelijk in het lager schorgedeelte, terwijl het in de Zeeschelde vooral een type is van de overgang van slik en schor. Deze rompgemeenschap is een open pioniervegetatie op min of meer zandig substraat. Het komt in Saeftinghe en Sieperdaschor voor in depressies in brakke, intensief beweidde graslanden (met zandige bodem) of droogvallende zandige delen langs krekken. In de Zeeschelde (Schor Ouden Doel, Galgenschoor,...) komt het vaak voor in een (smalle) band op door golfslag sterk dynamische delen achter/tussen de breuksteenbestorting.

Strandkweek-type (26Ac6 *Atriplici- Elytrigietum pungentis*; WS-Codes: XY3, XY5, XY3B, XY5B, XY5R, ZS-Codes: R elymuath; Natura2000 habitatype: 1330)

Dit type is vooral kenmerkend voor de oudere schorren (OMES 3-12). Het komt voornamelijk voor boven gemiddeld hoogwater maar kan in de mesohaliene zone in enkele gevallen ook lager staan, waar een overgangsvorm met zeebies optreedt. Het komt vooral voor op de oeverwallen en hogere, relatief oude delen van de schorren, soms op deels vergane vloedmerken (Schaminée et al. 1998). Het type is een soortenarme gesloten vegetatie van Strandkweek (*Elymus athericus*) en af en toe Spiesmelde *Atriplex prostrata*. Alleen Riet blijkt in staat te zijn *Elymus*-gedomineerde vegetaties te invaseren doordat Riet een diepere zone van de rhizosfeer aanspreekt dan de relatief oppervlakkig wortelende Strandkweek (Hoffmann 1993). Het slibgehalte van de bodem is gewoonlijk laag.

Er zijn ook overgangstypes met zilverschoonverbondsoorten (WScode: RRY) en met Zeebies (WScode: BI5Y) die hier niet verder behandeld worden.

Spiesmelde/Strandmelde-type (22Aa1a *Atriplicetum littoralis*; WS-Codes: XXK, XXK_C (Strandmelde-ruigte), XX5, XX5_B(Spiesmelde-pionier), ZS-Codes: K atripro; Natura2000 habitatype: 1330)

Dit type omvat twee types die eenzelfde ontwikkeling vertonen. Het subtype Spiesmelde is vooral als smalle gordels terug te vinden op oudere vloedmerken, terwijl Strandmelde naast oudere vloedmerken ook op vers aanspoelsel met een relatief hoog zoutgehalte is aan te treffen. Het subtype Spiesmelde (*Atriplex prostrata*) komt vooral voor in de hogere schordelen boven gemiddeld hoog water bij springtij (OMES 2-4,7,8). Het subtype Strandmelde (*Atriplex littoralis*) vertoont hogere aandelen in het polyhaliene deel van de Schelde (OMES 2-4) terwijl het Spiesmelde type meer terug te vinden is in het mesohaliene deel (OMES 6-12). In het

nieuwe ontwikkelde schor van Ketenisse staat dit type lager in het tijvenster rond gemiddeld hoog water.

Op de hoge oeverwallen (OMES 6-9) wordt ook het verwante subtype met als dominant Akkerdistel (*Cirsium arvense*, onderdeel van 22Aa1b *Atriplicetum littoralis cirsietosum*; WS-code: Rryc, ZS-code: R cirsarv) waargenomen waarbij Akkerdistel dominant is.

Zeebies-type (Heen) (WS-Codes: BI3, BI5, ZS-Codes: M scirpmar)

Zeebies komt voor binnen 2 plantengemeenschappen.

Brakke Zeebies-subtype (26RG Rompgemeenschap *Scirpus maritimus*- [*Asteretea tripoli*] ; Natura2000 habitatype: 1330)

Het type komt vooral voor in kommen en schorranden in het brakke deel van de Schelde en op plaatsen in het polyhaliene deel waar zoet water uittreedt of zich verzamelt. In OMES 1-3 komt het enkel voor boven gemiddeld hoog water bij springtij, in OMES 6 boven gemiddeld hoog water en in Saeftinghe (OMES 7). Volgens standplaats zouden varianten onderscheiden kunnen worden: een pioniersvariant en een hogere variant.

De **pioniersvariant** is soortenarmer en vertoont in de Westerschelde een onderlaag met Schorrezoutgras, Gewoon kweldergras en bijmenging van Zulte (AGI 2006). In de Zeeschelde is het verschil tussen Zeebies en pionierende biezenvegetatie de aanwezigheid van *Vaucheria sp.* (Hoffmann 1993).

In de **hogere variant**, vooral op Saeftinghe en Sieperdaschor, is Zeebies dominant. Daarbij komen Zulte en Spiesmelde constant voor. In overgangen naar zilt grasland kan Fioringras voorkomen (AGI 2006). In de Zeeschelde komen ook gemengde Zeebies-vegetaties voor en kan Zeebies vergezeld worden door ruwe bies (*Scirpus tabernaemontani*). Dit type staat op oevers en op lagere delen van oeverwallen in de mesohaliene en oligohaliene zone. In de begin 20^e eeuw vormde *Scirpus maritimus* aaneengesloten velden van vele hectaren in de Schelde net zoals in de Rijn en Maas (Zonneveld in Schaminée et al. 1998, Massart in Hoffmann 1993). Zeebies is ook begrazingsgevoelig. In de Dollard zijn grote delen van de hogere Zeebieszones grotendeels verdwenen door het massaal foerageren van Grauwe ganzen op de knollen van deze plant (Esselink et al. 1996). De standplaats is rijk aan stikstof, dat vrijkomt door de omzetting van aangespoeld organisch materiaal dat in de biezenvelden blijft hangen. De gemeenschap verdraagt slechts lichte beweiding en betreding.

Zoete Zeebies-subtype wordt besproken bij het zoete Bies-type.

Overstromingsgrasland (12Ba3a *Trifolio fragiferi-Agrostietum stoloniferae lolietosum* & RG *Potentilla* en *Lolium perenne* in *Lolio-Potentillion*; WS-Codes: RGV, RGP, RG, (BG))

Dit type omvat beweide graslanden van de hogere schordelen (7,8) waar zilte soorten slechts met lage bedekkingen voorkomen. Het komt voor op hoge zandige delen van het schor langs de Gasdam Saeftinghe en Sieperdaschor.

Het wordt gedomineerd door Fioringras (*Agrostis stolonifera*, RG zoete variant) met relatief lage bedekking aan Zilte rus, Strandkweek, Aardbeiklaver, Grote weegbree, Kweek en Akkerdistel. Het vrijwel ontbreken van echte zilte soorten geeft aan dat het een zoet type betreft.

De verarmde varianten met dominantie van Zilver schoon (*Potentilla anserina* RGP) of Engels raaigras type (*Lolium perenne*, RGV) zijn te vinden op respectievelijk (oudere) aanspoelselgordels en hoge antropogene delen en hoge kreekruigen (AGI 2006).

Riet (WS-Codes: BB3, BB5, ZS-Codes: P phragaut, Pr phragaut)

Dit type behoort tot meerdere plantengemeenschappen.

Brakke riet-subtype: 26RG Rompgemeenschap van *Phragmites australis*- [*Asteretea tripoli*]

Het komt vooral voor op brakke schorranden en in brakke kommen, waarna het zich uitbreidt over de oeverwallen. In de polyhaliene zone kan het zich enkel handhaven boven gemiddeld hoog water bij springtij en in de omgeving van de uitwateringssluis.

Hier kunnen 2 varianten in onderscheiden worden op basis van dynamiek: een **dynamische rietvariant** waar zouttolerante soorten ontbreken en een **drogere variant** die begeleid wordt met zouttolerante soorten (Hoffmann 1993).

Zoet riet-subtype wordt verder besproken.

Zoete vegetaties:



Foto Schorvegetaties met Riet en wilgenvloedbos in de oligohaliene zone (OMES 14) (Yves Adams-Vildaphoto)

Zoet Riet (ZS-Codes: P phragust, Pr phragust)

Zoet riet-subtype (8Bb4b *Typho-Phragmitetum calthetosum*)

In de huidige analyse werd riet in de zoete zone als één groep geanalyseerd. Het omvat 3 varianten: pionierend riet, rietmoeras en rietruigte:

Een **pioniersvariant van riet** in de lagere zones dat dieper in het tijvenster terug te vinden is. Deze plaats zijn te dynamisch voor ruigtekruiden en ook voor soorten zoals Spindotter.

Pionierssoorten zijn beperkt tot sporadische exemplaren door de hoge mate van beschaduwing die ontstaat door de dichte rietkraag (Criel 1999).

De **rietmoeras -variant** (*Phragmition*) komt vooral voor op dagelijks overstroomde plaatsen in kommen achter de oeverwallen. Het sluit sterk aan bij het *Typho-Phragmitetum calthetosum*, met als differentiërende soort Spindotterbloem (*Caltha palustris* ondersoort *araneosa* Schaminée et al. 1998). Het verschil tussen rietmoeras en rietruigte (*Convolvulo-Filipenduletea*) bestaat er in dat het vrijwel altijd onder (invloed van) water staat, zodat er nauwelijks strooiselophoping plaatsvindt. Enige absolute floristisch verschil met rietruigte is het volledig ontbreken van Grote brandnetel (*Urtica dioica*) (Hoffmann 1993).

De **rietruigte-variant** (*Convolvulo-Filipenduletea*) is hoger gelegen en vertoont ophoping van rietstrooisel. Door de strooiselophoping kunnen voedselrijkere soorten zoals Grote brandnetel en Haagwinde (*Calystegia sepium*) steeds meer op de voorgrond treden. Door wintermaaier kan een rietruigte vitaler worden waardoor het ondanks de hogere ligging sterk bij rietmoeras aanleunt (Hoffmann 1993).

Natte Pionier (ZS-code: K met rumexobt, rumexhyd, spargere, acorucal, polynhyd, polynper, carexrip, typhalat, glycemax, iris_pse, roripamp)

Dit type is een groepering van oeverplanten en éénjarige pioniersoorten van de pionierzone. Deze pioniersvegetaties komen op zowel komgronden voor als langs de geulen en lager gelegen schorranden. Het is gekenmerkt door een dominantie van Waterpeper (*Polygonum hydropiper*), Liesgras (*Glyceria maxima*) en Grote Lisdodde (*Typha latifolia*) naast, ook enkele andere minder frequent dominerende soorten zoals Grote egelskop (*Sparganium erectum*), Waterzuring (*Rumex hydrolapathum*), Gele waterkers (*Rorippa amphibia*), Perzikkruid (*Polygonum persicaria*), Oeverzegge (*Carex riparia*), Kalmoes (*Acorus calamus*), Gele lis (*Iris pseudacorus*) en Ridderzuring (*Rumex obtusifolius*).

Het *Waterpeper-subtype* vertoont een open karakter en een lage kruidlaag. Het sluit nauw aan bij het *Polygono-Bidentetum*, een pioniergemeenschap van natte, matig tot zeer voedselrijke, zure tot neutrale, niet-zilte grond. Waterpeper verdraagt vrij goed schaduw. Het staat vooral langs lager gelegen schorranden en -geulen.

Het *Grote lisdodde-subtype* is vooral te vinden in niet te laag gelegen, maar afvloeiende kommen. De gemeenschap is niet bestand tegen golfslag (Schaminée et al. 1998). Het zijn sterk wisselende milieus waar slib en/of organisch afbraakmateriaal worden afgezet.

Het *Liesgras-subtype* (RG *Glyceria maxima*-[*Phragmitetetea*]) kan op een storingssituatie wijzen (Criel 1999) of komgrondvegetatie. Het wordt aangetroffen op weke, sterk gereduceerde gronden.

ZoeteBies

Zoete zeebies (8B03 *Alismato-Scirpetum maritimi* en 8B02 *Scirpetum tabernaemontani*, ZS-code: M scirpmar, M scirpxsc, M scirptri, M scirpl-t)

Dit type van de zoete tot zwak brakke zone omvat de kruising tussen Ruwe bies x Driekantige bies (*Scirpus x kuekenthalianus*), Driekantige bies (*Scirpus triquetus*) en Ruwe bies (*Scirpus tabernaemontani*) naast de zoete variant van Zeebies (*Scirpus maritimus*) die wel als aparte soort wordt geanalyseerd. Het type bekleedt plaatsen die sterk aan de dynamiek van het water zijn blootgesteld, zoals laaggelegen platen en oevers alsmede de oeverwallen (Zonneveld 1960). Het type gedijt zowel op minerale bodem als op veen. Het verschil tussen *Alismato-Scirpetum* en *Scirpetum tabernaemontani* zou afhankelijk zijn van het chloridegehalte van respectievelijk zoet tot zwak brak water (< 0.4 mg Cl-/l) en zwak tot matig brakke wateren (chloridegehalte > 0.3 mg Cl-/l, Schaminée et al. 1998). Als slikkoloniserende pioniersgemeenschap heeft het een belangrijke rol in de schorontwikkeling.

Epilobiumruigte (RG *Epilobium hirsutum*-[*Convolvulo-Filipenduletea*]; ZS-code: R epilohir, ; Natura2000 habitatype: 6430)

Dit type omvat een natte estuariene variant met tal van helofyten en freatofyten en een droge variant boven GHWS met o.a. Akkerdistel, Gestreepte witbol,... Deze droge variant wordt aangetroffen op relatief hooggelegen, weinig overspoelde schorgedeelten, op hoogopgeslibde gronden met snelle afwatering (Hoffmann 1993). Het gedijt het best daar waar rijkelijk aanwezig organisch materiaal onder invloed van afwisselend lucht en carbonaatrijk water snel wordt afgebroken (Weeda et al, 1987 in Criel 1999).

Rietgras – Kattestaart-type (RG *Phalaris arundinacea*-[*Phragmitetalia*]; ZS-code: R lythrsal, R phalaaru)

Pioniergemeenschap op vrij dynamische stukken langs de Schelde en zijrivieren met als kenmerkende soorten Grote kattestaart (*Lythrum salicaria*), Rietgras (*Phalaris arundinacea*) en Ridderzuring (*Rumex obtusifolius*). Het vormt een smalle zone op de oevers.

Het *subtype Rietgras* komt algemener voor in nitraat- en fosfaatrijk milieu op plaatsen met een sterk fluctuerende waterstand. De gemeenschap leunt aan bij rietvegetaties maar vertoont een grote aantal ruigtekruiden en dominantie van Rietgras (Criel 1999). Dit vegetatietype

domineerde sterk in de vroegere vloeimeersenvvegetatie zonder dat veel begeleidende soorten optraden (Govaert, 1935 in Criel 1999).

Brandnetel-type (RG *Urtica dioica*-[*Convolvulo-Filipenduletea*], ZS-code: R urticdio)

Optimaal komt dit type voor op vochtige, stikstof- en fosfaatrijke plaatsen met veel strooisel, onder fluctuerende (verstorende) omstandigheden (Schaminée et al. 1998). De gemeenschap komt voor op hooggelegen, weinig overstroomde gronden. Dit type heeft een dominantie van Grote brandnetel (*Urtica dioica*) met Kleefkruid (*Galium aparine*), Haagwinde (*Calystegia sepium*), Gewone smeewortel (*Symphytum officinale*) en andere ruigtekruiden (Hoffmann 1999).

Akkerdistelruigte (RG *Cirsium arvense*-[*Artemisietea vulgaris*]; ZS-code: R cirsiarv)

In dit type is Akkerdistel dominant aanwezig. Het type is verwant aan de rompgemeenschap van Akkerdistel binnen de klasse der ruderaal gemeenschappen. Dit type komt meestal buiten de estuariene invloed voor.



Foto Wilgenvloedbos in de zoete zone van Schelde (Yves Adams-Vildaphoto)

Wilgenvloed bossen en –struwelen (38Aa03 *Cardamino amarae-Salicetum albae*; Natura2000 habitatype: 91^{E0})

Grote delen van de wilgenstruwelen en –bossen zijn in het verleden aangeplant, hetzij als wijmen, hetzij als dijkbegroeiing (Van Allemeersch et al, 1998). Daarnaast zijn tal van wijmenbossen al decennia verlaten zodat er moeilijk onderscheid kan gemaakt worden met natuurlijk ontwikkelde bossen. Bovendien vormen wilgen gemakkelijk hybriden waardoor vaak een complex van soorten ontstaat. We onderscheiden bijgevolg types op basis van hun best herkenbare dominerende soort al dan niet gegroepeerd op basis van standplaats. Soorten zoals Gewone vlier (*Sambucus nigra*) en Zwarte els (*Alnus glutinosa*) komen meestal als solitaire struiken verspreid voor binnen dit type en worden niet als apart type besproken.

I) Wilgenvloedstruwelen

Amandelwilggroepstruweel-type (ZS-code: *S salixxmo*, *S salixtri*)

Dit type wordt gedomineerd door de kruising van Amandelwilg x Katwilg (*Salix x mollissima*) en door Amandelwilg (*Salix triandra*). Op basis van de houtige gewassen vertoont deze gemeenschap affiniteiten met het *Salicetum triandro-viminalis* (Hoffmann 1993). Westhoff & Den Held (1975) omschreef dit type als een pioniergemeenschap dat het *Salicetum albo-fragilis* voorafgaat. Binnen dit type ontbreken vaak struikvormende wilgen zoals Duitse dot (*Salix x dasyclados*) en Gewone vlier (*Sambucus nigra*), en vertonen de struwelen vaak een natuurlijk karakter door het zeer laag vertakken en vrijwel horizontaal uitstaan van de takken (Hoffmann 1993).

DuitseDotstruweel-type (ZS-code: *S salixdas*)

Dit type met een dominantie van *Salix x dasyclados* (kruising tussen *Salix viminalis*, *S. caprea* en *S. cinerea*), kent een schaarse ondergroei te wijten aan de sterke schaduwvorming van de kruinlaag. Vaak omvat dit type de huidige of recentelijk verlaten wijmenstruwelen. De wijmen/grienden werden niet in functie van de overspoelingsfrequentie aangeplant. Dit blijkt ondermeer uit de brede range.

Katwilgenstruweel (ZS-code: *S salixdas*)

Dit type wordt vooral gedomineerd door Katwilg dat minder in contact staat met het getij, maar wel periodiek bij hoge bovenafvoeren kan worden overstroomd, wat vergelijkbaar is met de bevinding langs de Rijn/Maas-monding (Kers et al 2000).

II) Wilgenvloedbossen

Binnen deze bossen zijn 2 types te onderscheiden:

Schietwilg-type

Dit type wordt in sterke mate gedomineerd door Schietwilg (*Salix alba*). Binnen dit type kunnen zoals bij de indeling van riet 2 varianten onderscheiden worden. Deze zijn vergelijkbaar met de indeling langs de Nederlandse Maas/Rijnmond (Kers et al. 2000).

Eerzijds een typisch **estuariene variant** (*Schietwilg/Bittere veldkers/Spindotter-type* of *Salix alba/Cardamine amara/Caltha palustris* ssp. *araneosa*-type).

In dit type is Schietwilg dominant in de boomlaag en kent de ondergroei een groot aantal soorten die specifiek zijn voor een getijdesysteem.

Anderzijds een **drogere variant** Schietwilg/Grote brandnetel -type (*Salix alba/Urtica dioica* -type)

In dit zachthoutoobos is Schietwilg dominant in de boomlaag, terwijl vrijwel overal Grote brandnetel dominant is in de kruidlaag. In de struiklaag is Gewone vlier vrij constant aanwezig, terwijl in de kruidlaag een veel groter aantal soorten als begeleider optreden zoals Gewone smeewortel, Haagwinde, Hondsdraf en Brede wespenorchis, deze laatste als karakteristiek voor dit relatief drogere oobostype (Kers et al. 2000).

Kraakwilg-*S. rubens*-groep-type (ZS-code: *B salixfra*, *S*)

Binnen dit type zijn zowel door Kraakwilg (*Salix fragilis*) als door de kruising met Schietwilg *S. x rubens* gedomineerde bossen gegroepeerd. Dit is vooral omdat ze op het schor een vergelijkbare verspreiding vertonen in het tijvenster en niet zozeer om hun nauwe verwantschap. De *Salix x rubens* is een kruising van *S. alba* x *S. fragilis* en sluit dus nauwer aan bij de *alba*. Deze kruising zou ook een hogere groeikracht en overlevingspercentage vertonen (De Cock 2003). Schietwilgenbossen vertonen tevens een grote piek in de hogere delen van het terrein wat vooral te verklaren is doordat Schietwilgen vaak aangeplant zijn op oeverwallen en hogere zones (Hoffmann 1993)

Canadese populierenbos-type (Zs-code: *B populxca*)

Dit type is sterk gedomineerd door Canadese populier (*Populus x canadensis*) maar sluit sterk aan bij het Schietwilgenbos. Op basis van de ondergroei kunnen hier ook 2 varianten onderscheiden worden.

Rivierbegeleidende struwelen

Dit type struwelen staat niet in contact met het getij maar kan wel periodiek overstromen bij hoge bovenafvoer. Katwilgenstruweel vormt hierbij een overgangstype tussen wilgenvloedstruweel en dit type van struweel. Grote delen van dit type zijn te vinden op de dijken waar het op de rand van de rivierinvloed staat. Soms kan het ook hoger buiten de rivierinvloed voorkomen.

Grauwe wilg & Boswilgstruweel-type (ZS-code: S salixcin, S salixcap)

Dit type wordt gedomineerd door Grauwe wilg (*Salix cinerea*) en Boswilg (*Salix caprea*) en komt voornamelijk voor aan de landzijde van de dijk maar kan als een lintvormig struweel ook in de hoogste zone aan de rivierzijde voorkomen. Bij dit type kennen grondwaterstandveranderingen een seizoensgebonden patroon, wat het belangrijkste verschil is met de wilgenvloedstruwelen die onder getijdeninvloed staan en dagelijks overstromd worden

Hardhoutstruweel-type (37Ab1a *Pruno-Crataegetum*; ZS-code: S viburopu, S cornusan, S cratamon, S prunuavi, S sambuebu, S rosa_-sp)

Dit type is een groepering van verschillende struikvormende soorten. Het toont een verwantschap met de associatie van Sleedoorn en Eenstijlige meidoorn (37Ab1a *Pruno-Crataegetum*). De standplaats van dit type is een 's zomers droge, vrij voedselrijke plek, met een bodem die kan variëren van zand tot kleigrond. Dit type is normaal gezien goed bestand tegen overstromingen.

Braamstruweel (ZS-code: S *rubuscae*, S *rubus-sp*)

In dit type zijn Gewone braam (*Rubus fruticosus agg.*) en in mindere mate Dauwbraam (*Rubus caesius*) aspectbepalende soorten. Het zijn lichtminnende soorten die vaak op hogere delen of dijkovertoppingen staan die weinig of niet overstromen.

Rivierbegeleidende bos (hardhouttype)

Het type kent verwantschap met 43Aa2 Essen-Iepenbos *Fraxino- Ulmetum* onder verarmde vorm. Dit type is een groepering van tal van hardhoutsoorten zoals Gewone es (*Fraxinus excelsior*), Gewone esdoorn (*Acer pseudoplatanus*), Zomereik (*Quercus robur*) en Hazelaar (*Corylus avellana*). Het type kan het best beschreven worden als een verarmde variant van een hardhoutoebos op zandige tot kleiige, vrij voedselrijke bodem.

Vegetaties met dominantie van exotische soorten

Japanse duizendknoop-type

De Japanse duizendknoop (*Fallopia japonica*) werd al aan het einde van de negentiende eeuw in Vlaanderen aangetroffen op natuurlijke standplaatsen. In Vlaanderen is de soort waarschijnlijk aangewezen op vegetatieve vermeerdering waarmee ze op korte termijn grote oppervlakten kan innemen. De soort heeft een voorkeur voor vochtige en vaak zeer voedselrijke grond. Daar waar deze soort opslaat is ze door haar sterke wortels nagenoeg onverwoestbaar. Inheemse vegetaties worden nagenoeg volledig weggeconcentreerd (vooral door lichtgebrek) en er is verhoogde kans op erosie door de naakte bodem in de winter (Verloove 2002)

Reuzenbalsemien-type

Dit type met haar dominerende exoot Reuzenbalsemien (*Impatiens glandulifera*) is vanaf 1960 in het Scheldebekken teruggevonden en gedijt nu zeer goed in het zoetwatergetijdengebied. Dit type wijst op het voorkomen van open plaatsen zonder strooisel in de vegetatie in het voorjaar. In 1993 komt dit vegetatietype vooral voor als overgang van homogene rietvelden naar wilgenstruwelen waardoor de gemeenschap vaak als een band- tot lijnvormig element optreedt (Hoffmann 1999). In 2003 neemt dit type al grote oppervlakten in.

3.3 Het afleiden van klassengrenzen voor de volledige Schelde

3.3.1 De huidige klassenindeling van de Westerschelde (ZES 97)

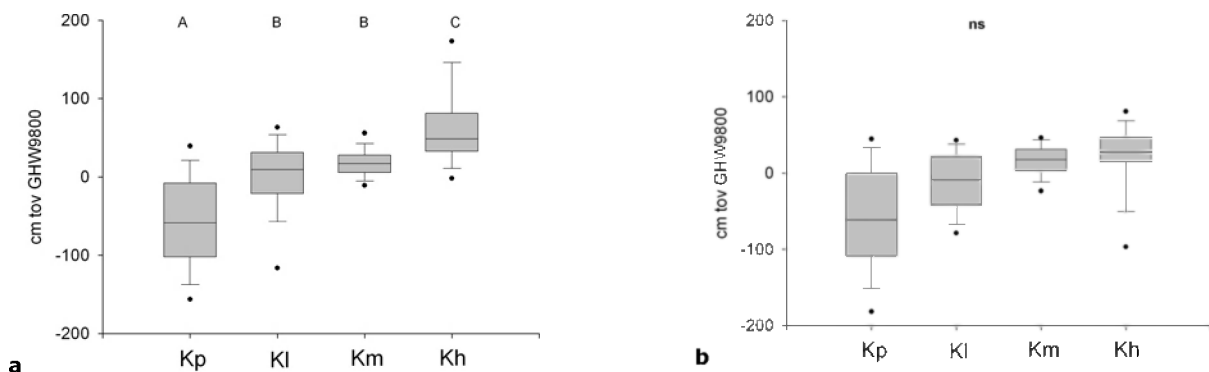
Om inzicht te krijgen in het huidig gebruikte ZES-ecotopenstelsel voor de Westerschelde worden de afgebakende fysiotopen (**Tabel 3.5**) voor 2004 geëvalueerd op basis van hun hoogtespreiding volgens het aangeleverde DTM (2003) per saliniteitszone. In onderstaande tabel zijn de klassengrenzen terug te vinden van het ZES-ecotopenstelsel (Bouma et al. 2005).

Tabel 3.5 Fysiotopen onderscheiden in ZES 97

Fysiotoop	overspoelingsfrequentie per jaar	Relatieve overspoelingsfrequentie*
Pionierzone (Kp)	GHWD -300	90%-42,5%
Laag schor (KI)	300-150	42,5% - 21%
Middelhoog schor (Km)	150 - 50	21% 7 %
Hoog schor (Kh)	50 - 5	7% - 0,7%

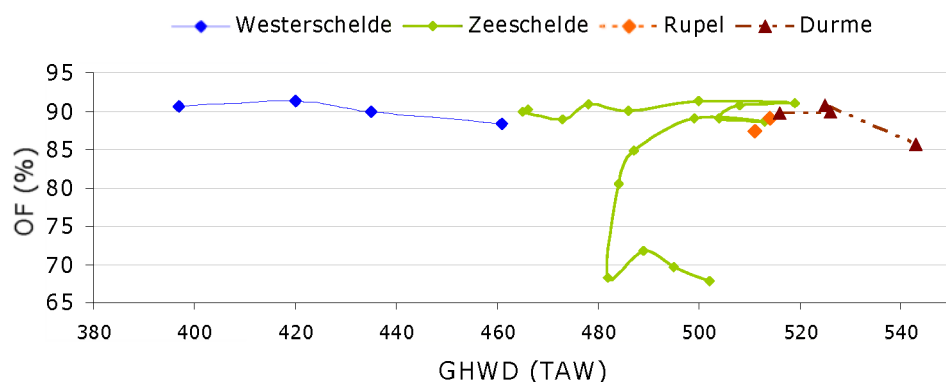
*Omzetting op basis van een gemiddelde van 706 hoogwaters per jaar

De ZES schorecotopenindeling scoort relatief goed voor de zoute of polyhaliene zone; de hoogteligging van de afgebakende pionierzone is significant verschillend van die van de lage, middelhoge en hoge schorzones; laag en middelhoog schor zijn verschillend van hoog schor. In de polyhaliene zone blijken de verticale verspreidingsranges van laag en middelhoog schor niet onderling verschillend. Omdat ZES echter vooral bedoeld was als Ecotopenstelsel voor de Zoute ecotopen van Nederland is het te weinig differentiërend in de mesohaliene zone (**Figuur 3.3**). Algemeen uit de verticale spreiding van de ecotopen lijkt het pionierschor de grootste spreiding te vertonen, terwijl in de schorzones vooral laag en middelhoog schor overlappen.



Figuur 3.3 .ZES-klassen: verspreiding tov GHW in de polyhaliene zone (a) en de mesohaliene zone (b):

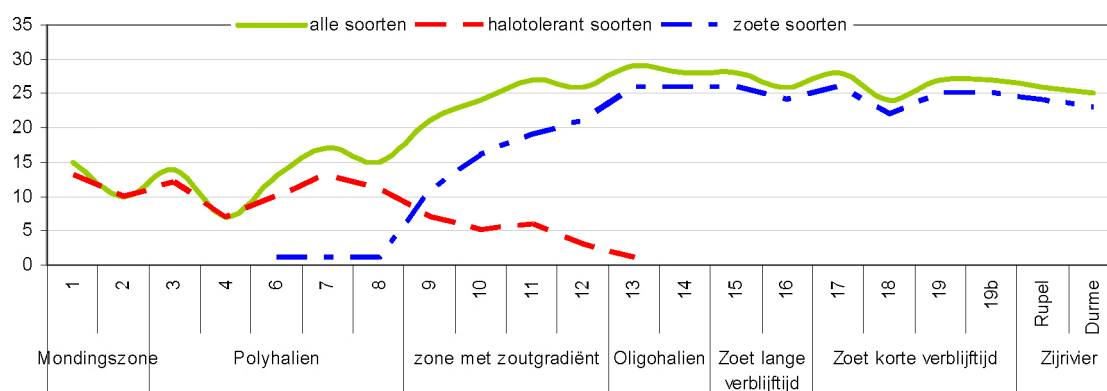
Als ondergrens van de pionierzone wordt in ZES het gemiddeld hoog water bij doortij (GHWD) gebruikt. Wanneer we de relatie tussen GHWD en de relatieve overspoelingsfrequentie langs het volledige schelde-estuarium bekijken (**Figuur 3.4**) zien we dat het relatief eenduidige verband voor de Westerschelde niet opgaat voor het volledige estuarium. De relatie tussen GHWD en de relatieve overspoelingsfrequentie vertoont sterke verschuivingen in het bovenstroomse deel van het estuarium (binnen Zeeschelde, Rupel en Durme) naarmate het relatief belang van de bovenafvoer in het hydraulisch regime toeneemt (gaande van 90% OF tot 67% OF). Daarom wordt best niet gekozen voor de GHWD als onderste klassengrens voor een schor fysiotopenstelsel over de volledige estuariene gradiënt.



Figuur 3.4 .Relatie tussen gemiddeld hoogwater bij doortij en relatieve overspoelingsfrequentie langs het Schelde-estuarium

3.3.2 Vegetatiesamenstelling langsheen de estuariene gradiënt

Een schorecopenstelsel voor de Schelde moet in de eerste plaats rekening gehouden worden met de veranderingen in de soortensamenstelling van de hogere planten in de verschillende fysiotopten langsheen de saliniteitsgradiënt. Deze verandering in de Schelde gaat van een samenstelling met een dominantie van uitsluitend halotolerante soorten tot een dominantie van enkel zoete soorten. In de zone met een sterke saliniteitsgradiënt tussen OMES 9 tot en met 12 zien we langs een relatief kort traject van 32km een kanteling in de soortensamenstelling van dominantie van overwegend halotolerante naar zoete soorten (**Figuur 3-16**).

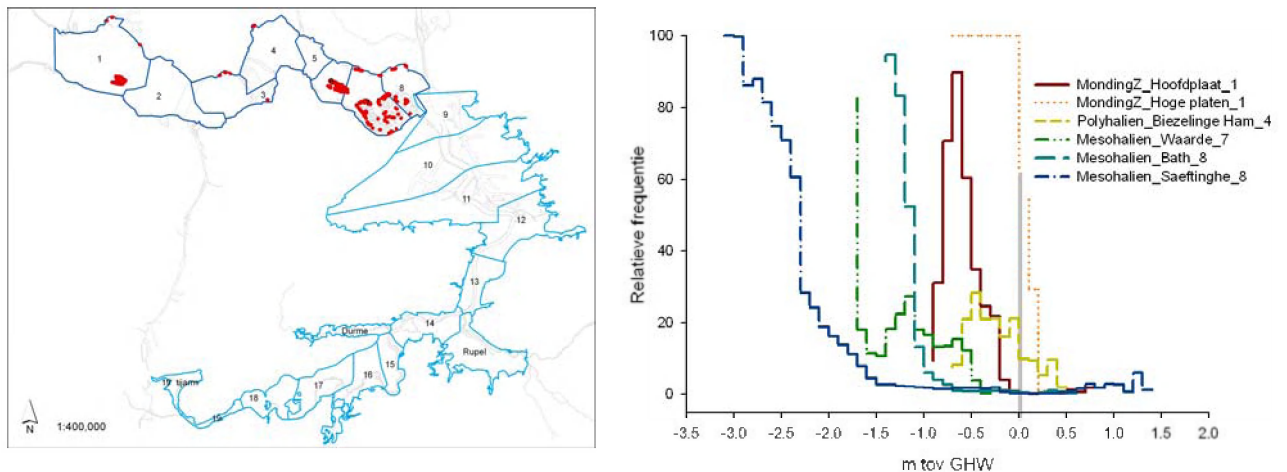


Figuur 3.5 .Evolutie van het aantal vegetatiegroepen in het Schelde estuarium met halotolerante of zoetwatersoorten als dominant

Niet alleen de soortensamenstelling verandert langsheen de saliniteitsgradiënt maar ook het bereik van vegetatietypen in het getijdenvenster verschuift. Dit wordt geïllustreerd aan de hand van een verticale spreiding van enkele halotolerante soorten en soorten van de zout zoete overgang in figuur 3.6-3.10.

3.3.2.1 Een halotolerante soort: Zeekraal (*Salicornia spec.*)

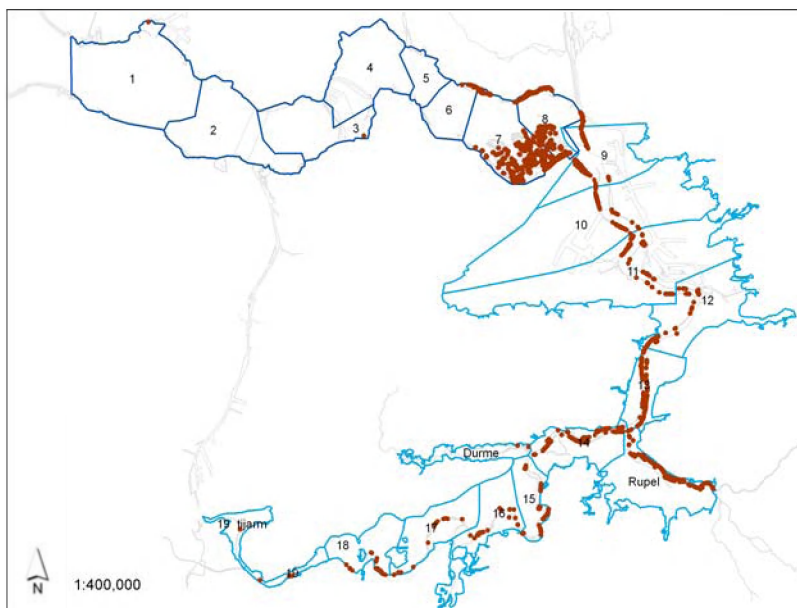
Zeekraal komt typisch voor in de pionierzone van de monding tot en met de mesohaliene zone. In stroomopwaartse richting zien we het optimum van het voorkomen steeds lager in het tijvenster optreden. Voor de mesohaliene OMES 8 met vnl. Saeftinghe treedt een uitzonderlijke verschuiving op van het optimum tot 3 m onder het geschatte GHW ter hoogte van de rivieras. Dit kan te wijten zijn aan een grotere afwijking van het geschatte overspoelingsregime tov het werkelijke in dit uitgestrekte schorgebied ofwel een lagere overspoelingsdynamiek waardoor vegetaties lager zouden kunnen voorkomen (**Figuur 3-17**).



Figuur 3.6 a. Voorkomen van Zeekraal (*Salicornia spec.*) en verticale verspreiding tov GHW in de verschillende schorgebieden

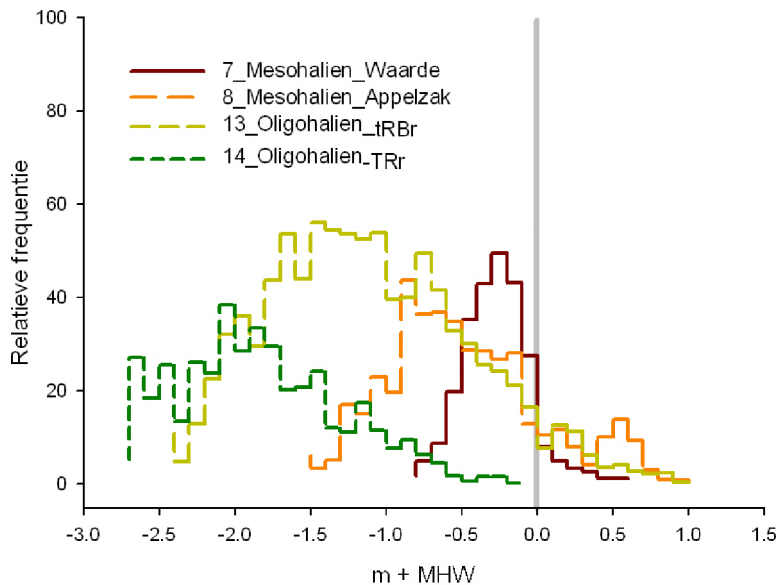
3.3.2.2 Soorten op de zout-zoetovergang

Zeebies/ Heen (*Scirpus maritimus*)



Figuur 3.7 Voorkomen van Zeebies (*Scirpus maritimus*)

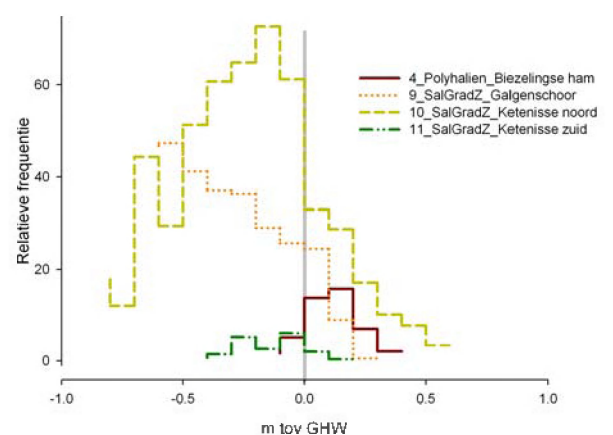
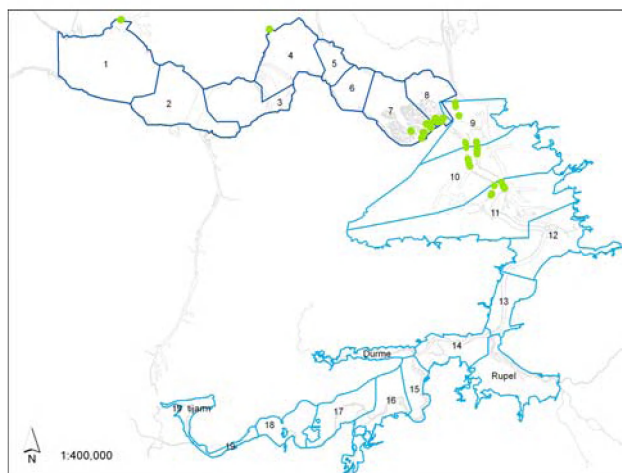
Zeebiesvegetaties groeien stroomopwaarts het schor van Waarde, in de Westerschelde, langs de volledige longitudinale estuariene gradiënt tot zelfs in de tijarm nabij Gent en in de Rupel. In de Durme zijn ze echter afwezig stroomopwaarts de monding.



Figuur 3.8 Verticale amplitude tov GHW van Zeebies (*Scirpus maritimus*) in de meso- en oligohaliene zone

Wanneer we de verticale amplitude van Zeebies bekijken langsheen de saliniteitsgradiënt zien we dat het optimum in de mesohaliene zone (Schor van Waarde, Schor van Appelzak) meer dan een halve tot een meter hoger ligt dan het optimum in het oligohaliene deel. Dit illustreert de invloed van saliniteit op de spreiding van soorten in het tijvenster.

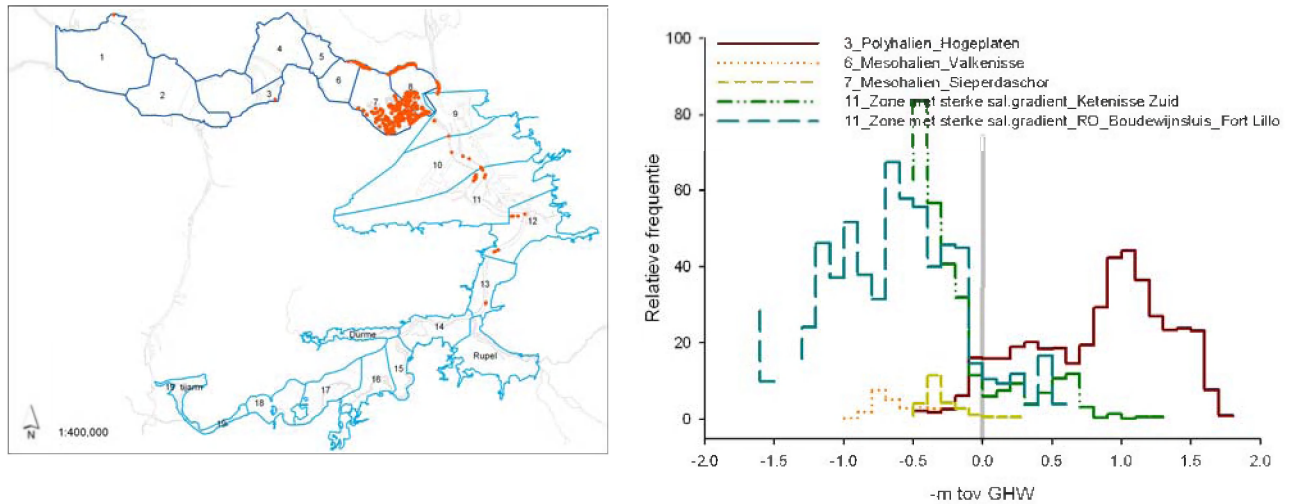
Melkkruid (*Glaux maritima*)



Figuur 3.9 Voorkomen en verticale verspreiding van Melkkruid (*Glaux maritima*)

In de polyhaliene zone komt Melkkruid bijna niet voor. In de Sloehaven en Biezelingse ham wordt de aanwezigheid verklaard door de zoetwatertoevoer. Melkkruid groeit in de polyhaliene zone enkel op het schor boven GHW. In de mesohaliene zone daarentegen ligt het zwaartepunt van de verticale verspreiding lager in het tijvenster, in de pionierzone.

Zeeaster (*Aster tripolium*)

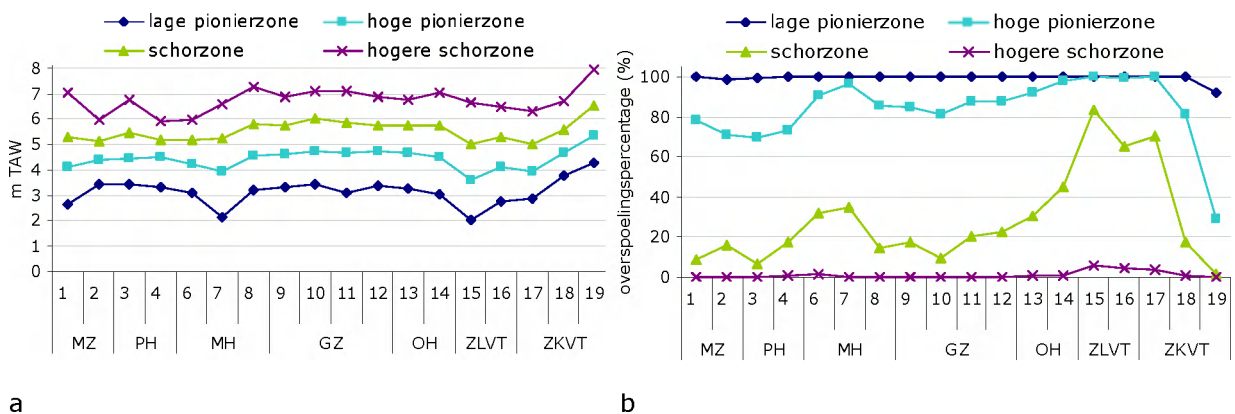


Figuur 3.10 Voorkomen en verticale verspreiding van Zeeaster (*Aster tripolium*) langs de estuariene gradient.

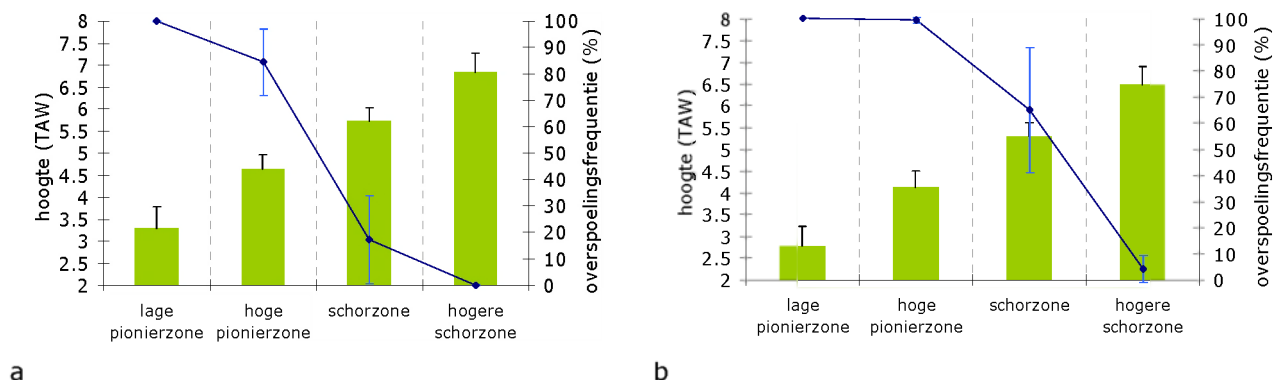
Net als Melkkruid groeit Zeeaster in de polyhaliene zone enkel in de schorzone terwijl we ze in de mesohaliene zone zowel in de pionier- als schorzone aantreffen. De verticale amplitude voor ijle zeeastervegetatie met lage bedekking (SALT97code: BA3) blijkt in de mesohaliene zone lager als pioniervegetatie voor te komen terwijl de dichtere Zeeastervegetaties met hoge bedekking eerder in de hogere kommen (SALT97code: BA5) voorkomen.

3.3.3 Schorfysiotoopgrenzen langs de Schelde

Op basis van het aandeel van de vegetaties per hoogteklasse, de hoogte en overspoelingsfrequentie zijn per OMESsegment op een eenduidige manier 4 groepen afgebakend. Er is voor minimum 4 groepen gekozen naar analogie met het ZES-ecotopenstelsel. Het objectief onderverdelen in 4 zones gebeurde door middel van een K-means cluster analyse. Bij deze analyse worden 4 clusters afgebakend gebaseerd op de gemiddelde waarde van hoogteklasse, overspoelingsfrequentie en het aandeel van de vegetatietypes. Deze clusters vormen de basis van de fysiotopen of abiotische eenheden waarbinnen verschillende ecotopen kunnen voorkomen. Omwille van de verschillende hoogteligging en overspoelingsfrequentie voor de resulterende clusters, is geopteerd om af te stappen van de in ZES gebruikte termen voor de schorecotopen/fysiotopen (**Figuur 3.11**). In deze studie worden volgende fysiotopen onderscheiden en voorgesteld: de lage pionierzone, de hoge pionierzone, de schorzone en de hogere schorzone met een overgangszone naar zoete, getijonafhankelijke types. Ter illustratie is het bereik van de verschillende fysiotopen voor OMES 9 en OMES 16 uitgezet in **Figuur 3.12**.



Figuur 3.11 .Verloop van het gemiddelde van de hoogte (a) en overspoelingsfrequentiepercentage (b) per fysiotoop langsheen de saliniteitsgradiënt (x-as OMESsegmenten, Saliniteitszones: MZ=mondingzone; PH=polyhalien; MH= mesohalien; GZ=Oligohaliene zone met sterke saliniteitsgradient; OH=oligohalien; ZLVT= zoete zone met lange verblijftijd; ZKVT= zoete zone met korte verblijftijd)



Figuur 3.12 .Weergave van de variatie binnen elk fysiotoop voor 2 OMEScompartimenten a) OMES 9 en b) OMES 16, met de gemiddelde en standaarddeviatie van de hoogte (als staafdiagram) en het gemiddelde en de standaarddeviatie van de overspoelingsfrequentie (als lijn) weergegeven

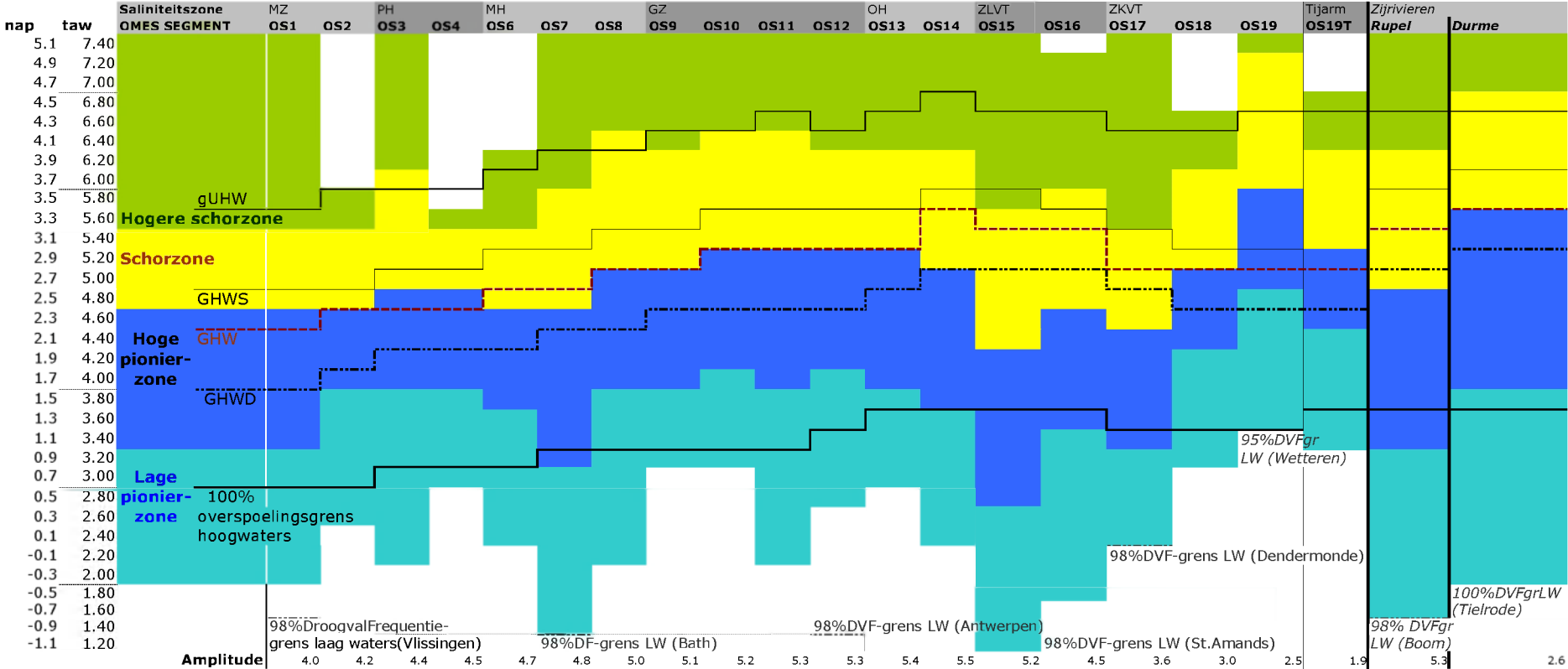
Aangezien een clusteranalyse zich baseert op de gemiddelden van de variabelen per OMESsegment is één duidelijke algemeen geldende afbakening van de verschillende fysiotopten langsheen de saliniteitsgradiënt nog niet mogelijk (**Figuur 3.13**).

Wel worden bepaalde gekende kenmerkende getijparameters al of niet bevestigd zoals de grens tussen de pionierzone en de schorzone rond gemiddeld hoogwater van OMES 1 tot 13 (en in OMES 15) ligt. Stroomopwaarts OMES 13 wijkt deze grens verder af door de toenemende invloed van bovenafvoer en moeten bijkomende analyses gebeuren.

De bepaling van de *bovengrens* van het schorgebied blijkt moeilijk. Het in deze analyse geïnterpoleerde gemiddeld Uitzonderlijk Hoogwater (gUHW) op basis van het gemiddelde van de 3 uiterste hoog waters van elk jaar voor de periode 1998 – 2000 (gUHW) blijkt in sommige gevallen in de Westerschelde ontoereikend. Zo komt het ecotoop Spiesmelde, kenmerkend voor vloedmerken, hoger voor in omessegment 3 (met o.a. de Zuidgors) dan de gUHW. Naast een beperkt aandeel van een eventuele systematische fout in het DTM lijkt de verklaring dat de bovengrens zeker langs de Westerschelde ook sterk bepaald wordt door de wind- en golfwerking.

De *ondergrens* varieert sterk langsheen de estuariene gradiënt. In het algemeen wordt de ondergrens in stroomopwaartse richting lager door verminderde zoutstress; lokale verschillen kunnen dan weer te wijten zijn aan verschillen in dynamiek en/of bioturbatie (Morris et al. 2004). De hypothetische ondergrens voor schorvorming kan best afgeleid worden op basis van het laagste bereik van grote schorren, die relatief minder onder hydromorfologische druk staan. Op basis van OMES segmenten 7, 15 en 17 wordt 98% droogvalfrequentie bij laagtij als voorlopige ondergrens voorgesteld maar verdere analyses zijn nodig. Deze ondergrens blijkt lager te liggen in de zoete zone met korte verblijftijd (95% in OMES 19) en hoger in de zijrivier de Durme. In deze laatste twee gebieden wijkt de relatie tussen overspoelingsfrequentie en – duur sterk af ten gevolge van de asymmetrie van het getij en het al of niet aanwezig zijn van bovenafvoer.

In onderstaande figuur zijn de 4 fysiotopen in het volledige Schelde-estuarium schematisch weergegeven langsheen de saliniteitsgradiënt. Aan de linkerkant de mondingszone met OMES1 (OS1) tot OMES 19Tijarm. De fysiotopen zijn als volgt weergegeven: de lage pionierzone (licht blauw), de hoge pionierzone (donker blauw), de schorzone (geel) en de hogere schorzone met een overgangszone naar rivier- of regenwaterafhankelijke types. De gestippelde zone is de zone waar enkel grove structuurtypes voorhanden zijn, voor de blanco zone was geen schordata beschikbaar.



Figuur 3.13.Fysiotooptafbakening in het Schelde estuarium

3.3.4 Voorkomen van vegetaties binnen de schorfysiotopen per saliniteitszone en per OMEScompartment

In **Figuur 3.14** t/m **Figuur 3.22** is de vegetatieverdeling in relatie tot de hoogteligging grafisch weergegeven. De hoogteligging (in TAW en NAP) is in hoogteklassen van 10cm verdeeld. Daarnaast wordt ook de overspoelingsfrequentie in functie van de hoogte weergegeven per OMEScompartment.

Per OMEScompartment wordt per hoogteklasse het aandeel van de aanwezige vegetatietypen of -groepen berekend. Op deze wijze kan ook het gedrag van een aantal vegetatiegroepen langsheen de saliniteitsgradiënt gevolgd worden.

Vegetatie in de **mondingzone (OMES 1- 2, Figuur 3.14)** vertoont een duidelijk patroon van vegetatiebanden. In OMES 1 zien we een opeenvolging van Klein zeegras, Engels slijkgras, Zeekraal in de pionierzone. In de schorzone zijn er zilte graslanden van het *Puccinellion* en Zoutmelde en een geleidelijke overgang naar de hogere zones met zilte graslanden van het *Armerion*-type en vooral Strandkweek. Door de grote hoogtevariatie in OMES 1 (Kaloot, Hoofdplaat, Hoge platen, Hoge springer, Sloehaven) wordt de potentiële vegetatiegradiënt goed weerspiegeld. In OMES 2 (vnl. Paulinapolder) vermindert het aantal sterk overheersende typen. In de pionierzone vinden we Engels slijkgras en Zeeaster terug, in de schorzone voornamelijk Zoutmelde en Strandkweek met in de hogere schorzone Spiesmelde.

In de **polyhaliene zone (OMES 3- 4, Figuur 3.15)** vormt Engels slijkgras de soort bij uitstek van de pionierzone. In de hoge pionierzone zijn hier naast Zeekraal ook soorten terug te vinden die hoger gesitueerd zijn in de mondingzone, zoals Zoutmelde en zilte grasland van het *Armerion*-type. Zeeaster vertoont een bimodale curve, o.a. in OMES 3, wat mogelijks wijst op de aanwezigheid van een subtype van de pionierzone (OMES 2,3,4) naast een subtype van hogere kommen (omes3).

In de **mesohaliene zone (OMES 5- 8, Figuur 3.16)** zien we in OMES 6 een patroon dat nog vergelijkbaar is met dat in de polyhaliene zone, met Engels slijkgras en nu ook Zeekraal als lage pioniersoort. Zeeaster vormt een hoge pioniersoort. Zilte graslanden van het *Puccinellion* en Strandkweek typeren de schorzone. Strandkweek komt ook samen met Spiesmelde in een groot aandeel voor in de hogere schorzone. In OMES 7 waarvan Saeftinge het grootste deel uitmaakt, zien we in de pionierzone voor het eerst Zeebies als typische pionier verschijnen naast Zeeaster en Zeekraal. Zilte graslanden van het *Puccinellion* vinden we met hun hoogste aandeel terug in de schorzone. In de hogere schorzone vinden we naast Strandkweek ook zilt grasland van het *Armerion*-type en hun overgangen naar zoetere overstromingsgraslanden van het *Lolio-Potentillion* verbond. Een duidelijke opeenvolging van vegetaties in de hoogte is in dit gebied niet meer zichtbaar door het effect van lage kommen en luwere zones. Verder van de hoofdgeul van de Schelde kunnen vegetaties zoals Zilte graslanden van het *Puccinellion*, Strankweek maar ook Zeebies lager in het tijvenster voorkomen. In OMES 8 zien we dat Zeekraal als belangrijkste soort voor de lage pionierzone optreedt terwijl Zeeaster en vooral Zeebies kenmerkend zijn voor de hoge pionierzone. De schorzone wordt vooral gedomineerd door Strandkweek.

In de **oligohaliene zone met een sterke saliniteitsgradiënt (OMES 9-12, Figuur 3.17)** zien we Riet als meest dominante vegetatie naar voor komen. Het vormt hier ook de climaxvegetatie. Enerzijds is Riet de belangrijkste pioniersoort samen met Zeebies in (OMES 9, 10 en 12), anderzijds vormt het ook de dominerende soort in de overige zones. Er kunnen hier dan ook verschillende subtypes van riet onderscheiden worden in van laag naar hoog: dynamische riet of 'waterriet', zuiver riet en rietruigte. In de pionierzone zijn naast Riet ook Engels slijkgras en Zeebies de meest kenmerkende soorten. Andere typen zoals Melkkruid en Zeeaster komen voor in de pionierzone. In de schorzone vinden we, naast Riet zilt grasland van

het *Puccinellion* en Strandkweek. Vanaf OMES 11 komt ook ruwe bies voor als kenmerkende soort voor de pionierzone. Het patroon is echter niet zo duidelijk aangezien deze soort deels is aangeplant. De hogere schorzone en de overgang naar de dijk zijn vooral gekarakteriseerd door het voorkomen van Brandnetel (OMES 9, 10) en wilgenstruwelen met Grauwe wilg (OMES 11). Vanaf OMES 12 met o.a. Galgenweel zien we dat wilgenstruwelen ook lager in het tijvenster kunnen voorkomen. Vegetatie gedomineerd met harig wilgenroosje, typerend voor de zoete zone nemen al in OMES 12 grote aandelen in. Spiesmelde is hier kenmerkend voor de hogere schorzone.

In de **oligohaliene zone (OMES 13-14, *Figuur 3.18*)** is Riet nog een sterk dominante soort in de pionierzone én in de schorzone. In de hoge schorzone van OMES 13 (met o.a. het schor voor KBR) treden wilgenstruwelen en wilgenvloedbossen meer op de voorgrond. In OMES 14 beslaat het wilgenvloedbos al grote oppervlakten, waarbij struwelen van de Amandelwilggroep als pioniersoort kunnen optreden door vegetatieve vermenigvuldiging en laterale groei (Hoffmann 1993). Duitse dot is voornamelijk een aangeplante wilg die gebruikt werd in de wissenteeft. De aanplant is in OMES 14 nog beperkt gebeurd. In deze oligohaliene zone vertoont Zeebies nog grote aandelen als pioniersoort en doet de exoot Reuzenbalsemien beperkt zijn intrede (OMES 13). Vegetaties met Harig wilgenroosje en Brandnetel zijn kenmerkend voor de schorzone in deze zone. Boswilg typeert de hogere schorzone en de overgang naar de dijk.

In de **zoete zone met lange verblijftijd (OMES 15-16, *Figuur 3.19*)** domineren wilgenstruweel en -bos, die in deze zoete zone de climaxvegetatie vormen. Riet bereikt de grootste aandelen in de pionierzone. Samen met Zeebies, Kattestaart en de Amandelwilggroep vormen ze de typische soorten die voorkomen in de pionierzone. Brandnetel, Reuzenbalsemien en Katwilg bereiken de grootste aandelen in de schorzone en de hogere schorzone. Schietwilgenbossen komen net zoals de Kraakwilg-Salix rubens- groep in omes16 voor over de volledige gradiënt. Deels omdat er aanplantingen zijn gebeurd, deels ook omdat ze als climaxvegetatie over deze volledige gradiënt voorkomen, zoals Riet in het brakke deel. In principe omvat het Schietwilgenbos verschillende subtypes met enerzijds een dynamisch subtype gekenmerkt door typische estuariene soorten en anderzijds een minder dynamisch subtype met meer nitrofiële ondergroei zoals brandnetel. De Schietwilg vertoont echter ook een grote piek op de hoogste schordelen wat te verklaren is door het feit dat deze soort veelvuldig werd geplant op de voormalige zomerdijken (Hoffmann 1993).

In de **zoete zone met korte verblijftijd (OMES 17-19, *Figuur 3.20*)** is er een duidelijk verschil te zien tussen OMES 17 met nog tal van relatief grote schorren en OMES 18 en 19 waar schor vaak beperkt blijft tot de dijkoever. In OMES 17 is schorontwikkeling mogelijk tot ver onder de grens van de 100% overspoelingsfrequentie (rond 3,6mTAW) terwijl dit in 18 en 19 (incl. tijarm) beperkt is tot die 100% OF grens.

In OMES 17 vertoont de vegetatieverdeling grote gelijkenissen met de stroomafwaartse zones. Binnen de pionierzone vertonen de Amandelwilggroep en vooral Riet het grootste aandeel. Naast Kattestaart treedt nu ook wel Rietgras op als een typische soort voor de pionierzone. Brandnetel vertoont samen met Schietwilg het grootste aandeel in de schorzone en de hogere schorzone. Reuzenbalsemien is niet meer beperkt tot één zone maar komt zowel in de pionierzone als de schorzone voor.

In de smalle schorgebieden langs OMES 18 en 19 is Riet de belangrijkste soort. Ze kenmerkt de pionierzone samen met Rietgras en Kattestaart. Brandnetel komt in deze zoete zone zowel in de hoge pionierzone als in de schorzone voor. Hardhoutsoorten zoals Gewone es en bramen komen in OMES 18 en 19 voor in de hoge schorzone. In de tijarm van OMES 19, die minder dynamisch is wegens de beperkte bovenafvoer en de afwezigheid van scheepvaart, zien we naast een rietdominantie in de pionierzone en schorzone, grote aandelen van de Amandelwilggroep. Reuzenbalsemien komt over de hele verticale range voor. Gewone es kenmerkt de hoge schorzone samen met Brandnetel.

Langs de **Rupel** (**Figuur 3.21**) vertoont de vegetatie minder duidelijke patronen. Riet domineert net zoals in OMES 13 de grootste delen van het schor. Zeebies en Rietgras kenmerken de pionierzone. Brandnetel en Reuzenbalsemien vertonen de grootste aandelen in de schorzone. De wilgenstruwelen en -bossen zijn verspreid over de volledige overspoelingsgradiënt.

Net als de Rupel vertoont de vegetatieverdeling langs de **Durme** (**Figuur 3.22**) weinig patroonvorming. Wilgenstruwelen en -bossen vertonen een hoog aandeel over de volledige hoogterange. Reuzenbalsemien beslaat ook reeds de volledige range. Riet is vooral kenmerkend voor de hoge pionierzone. Brandnetel domineert sterk de schorzone.

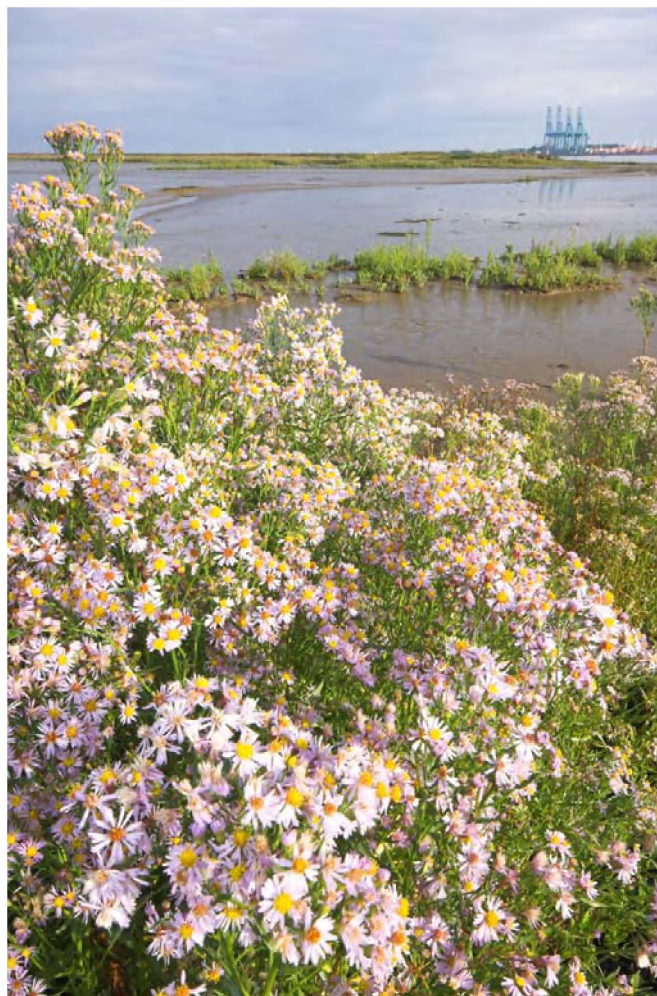
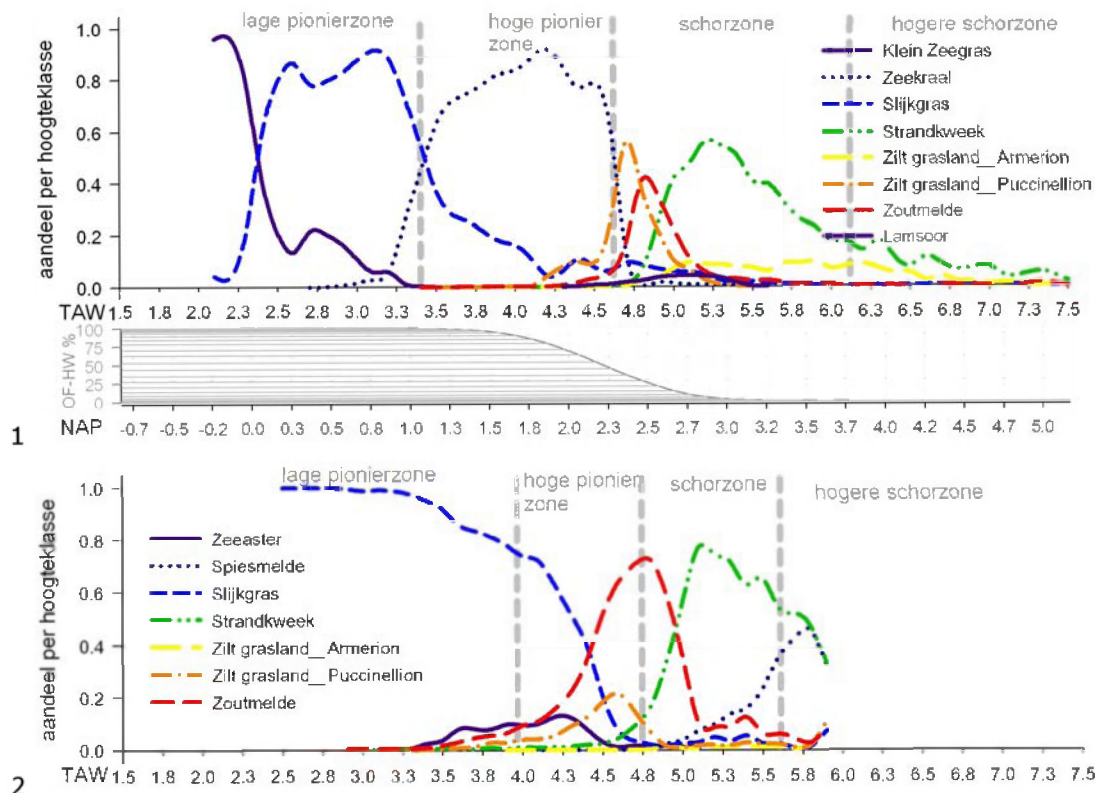
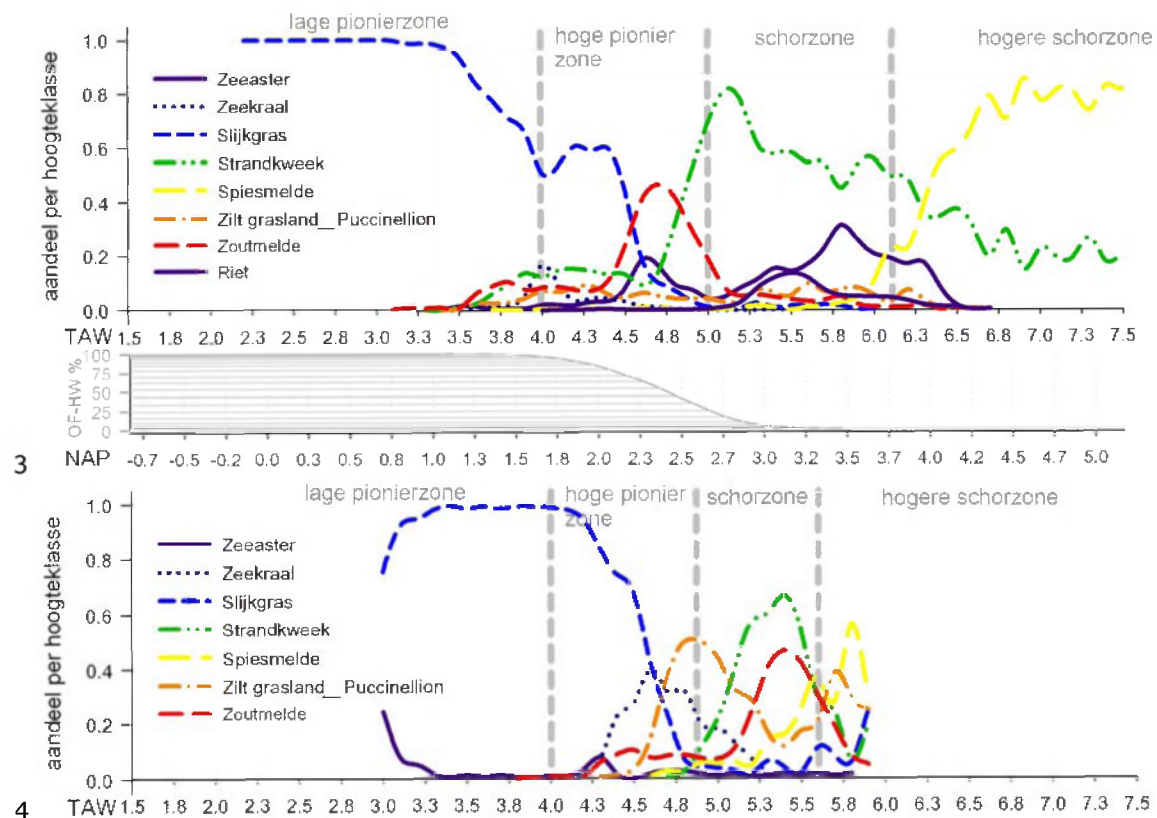


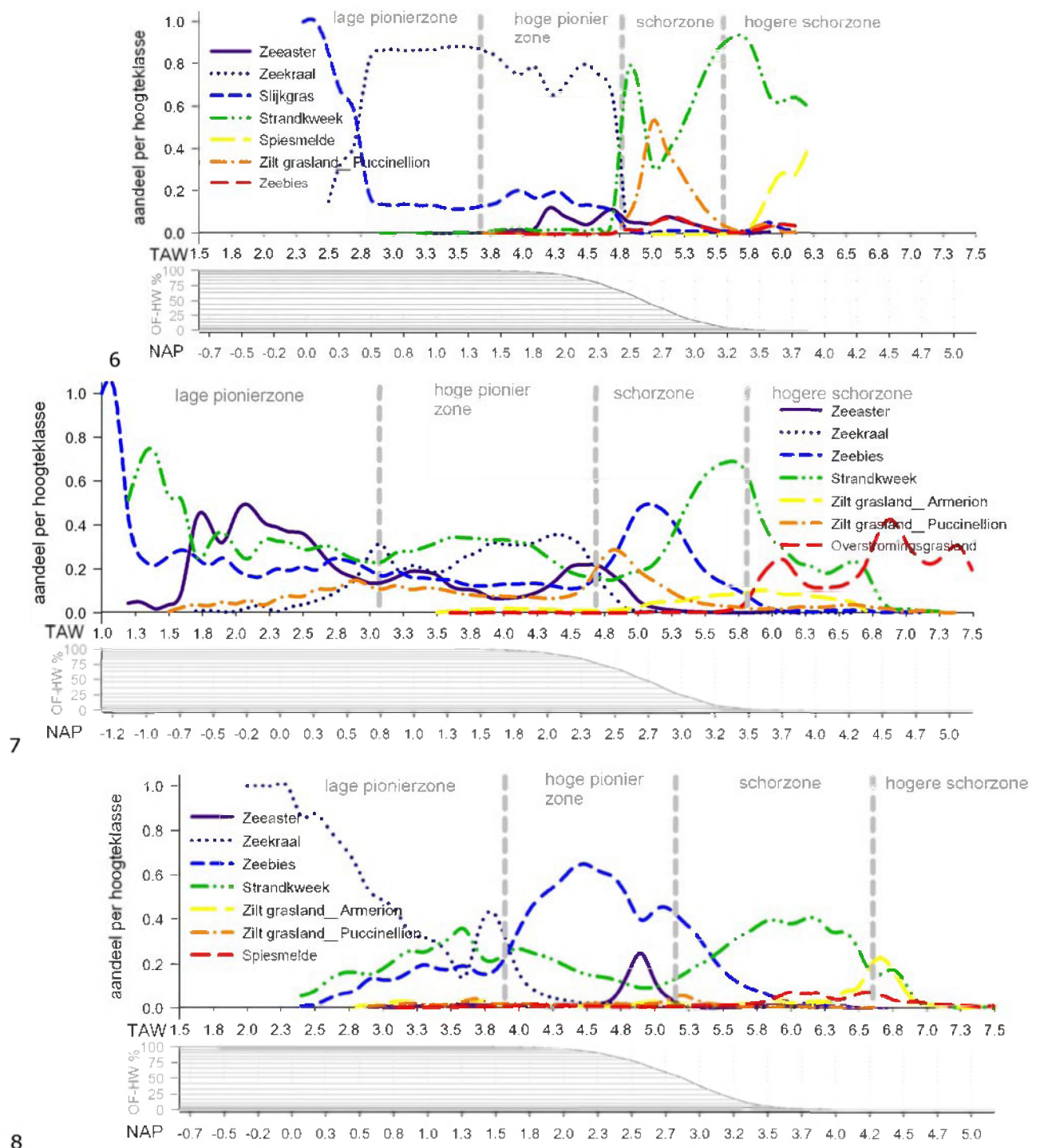
Foto Zulte/Zeeaster vegetaties in de oligohaliene zone met een sterke saliniteitsgradiënt (OMES 9, Yves Adams-Vildaphoto)



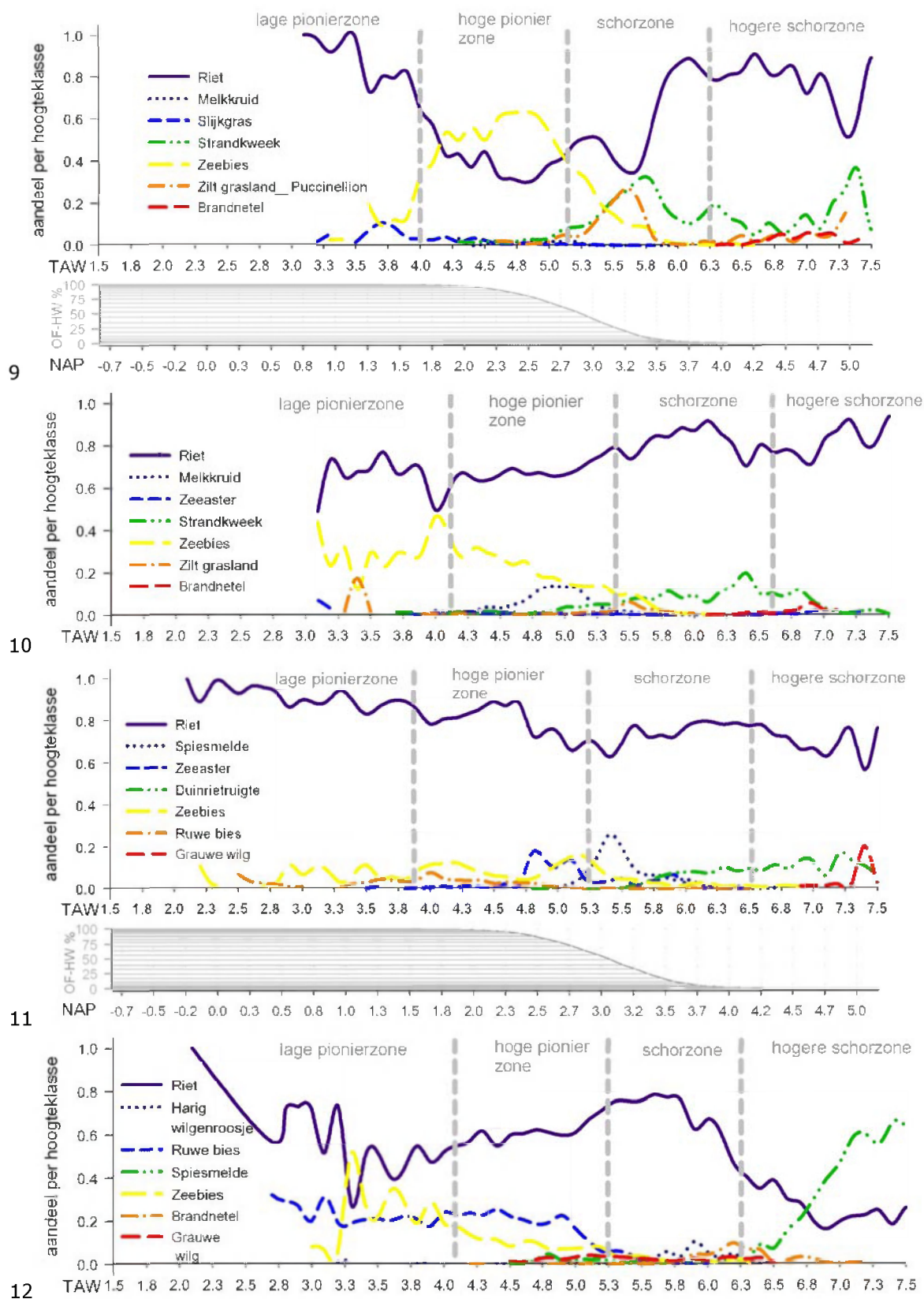
Figuur 3.14 .Vegetatieontwikkeling in relatie tot de hoogteligging en OF in de mondings zone (OMES 1-2)



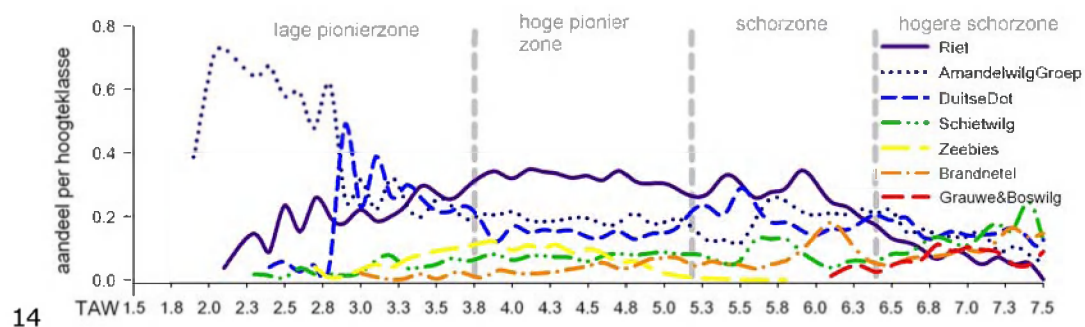
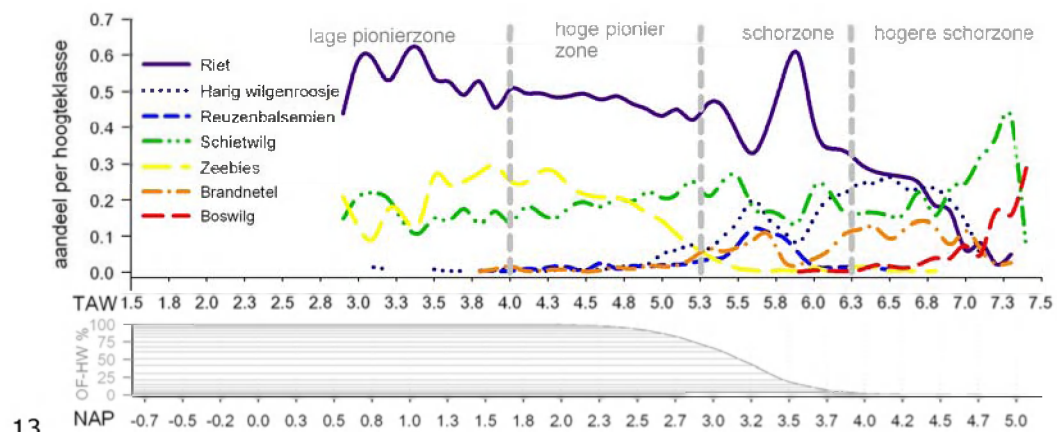
Figuur 3.15 .Vegetatieontwikkeling in relatie tot de hoogteligging en OF in de polyhaliene zone (OMES 3-4)



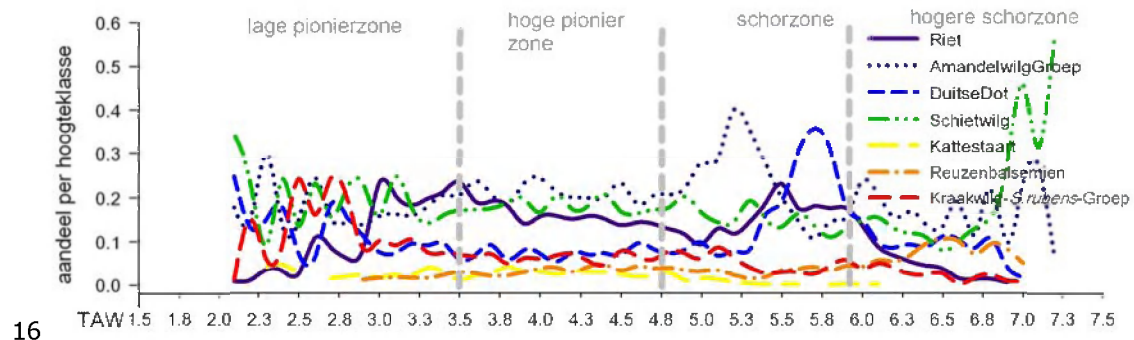
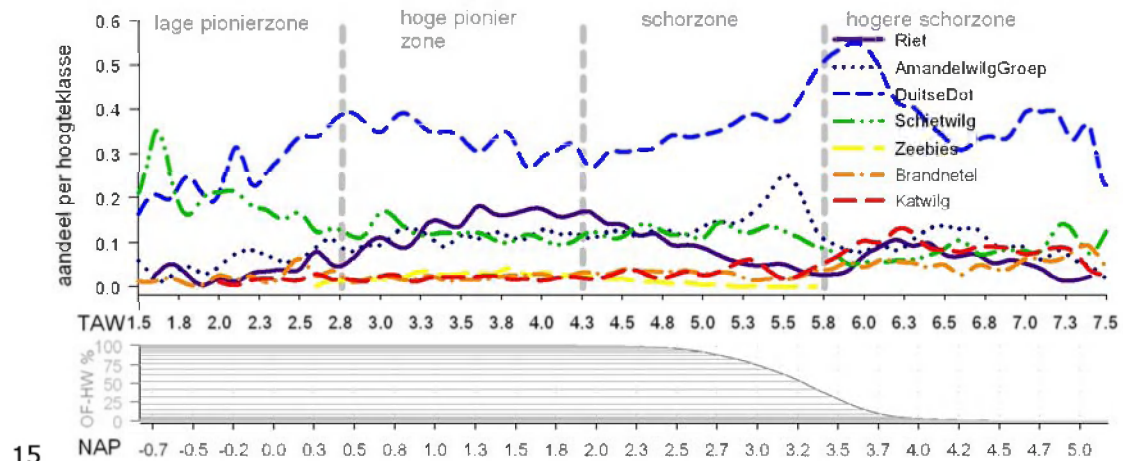
Figuur 3.16 .Vegetatieontwikkeling in relatie tot de hoogteligging en overspoelingsfrequentie in de mesohaliene zone (OMES 6-8)



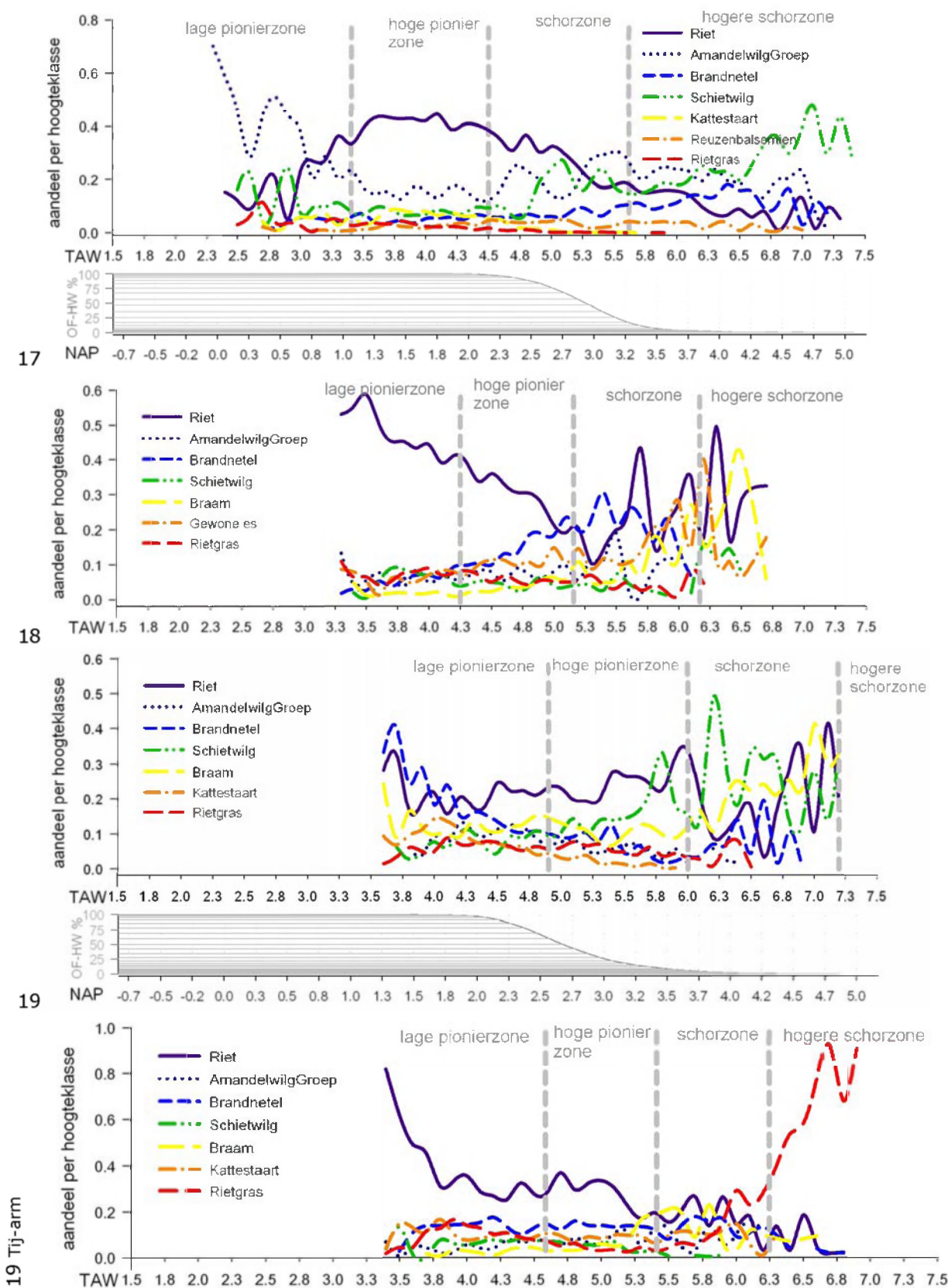
Figuur 3.17 .Vegetatieontwikkeling in relatie tot de hoogteligging en overspoelingsfrequentie in de zone met een sterke saliniteitsgradiënt (OMES 9-12)



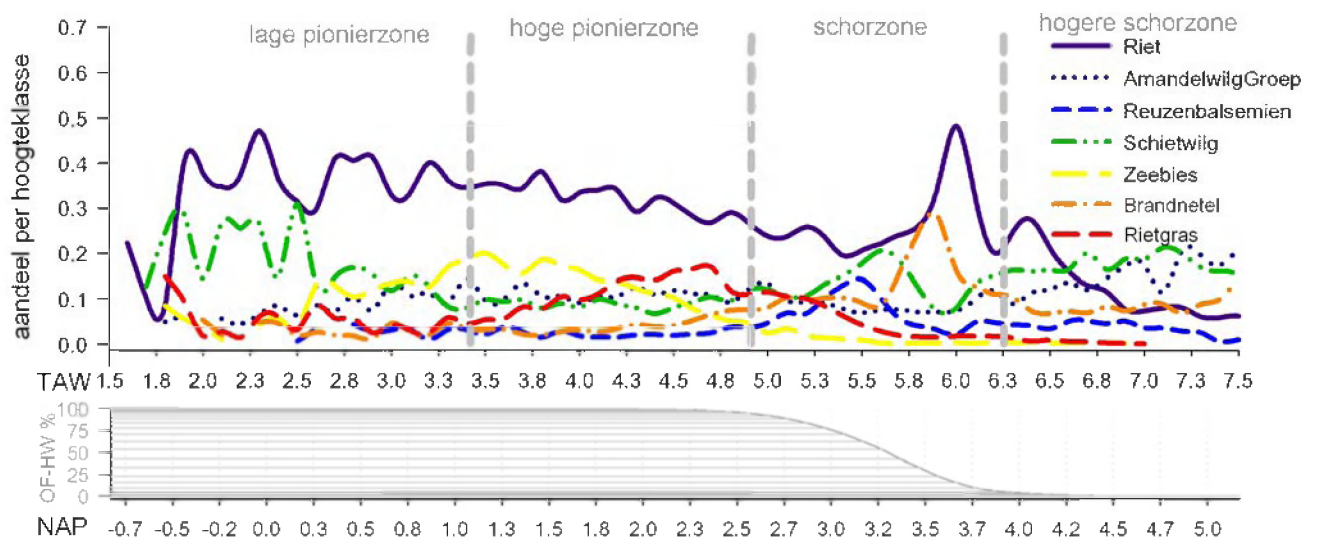
Figuur 3.18 .Vegetatieontwikkeling in relatie tot de hoogteligging en OF in oligohaliene zone (OMES 13-14)



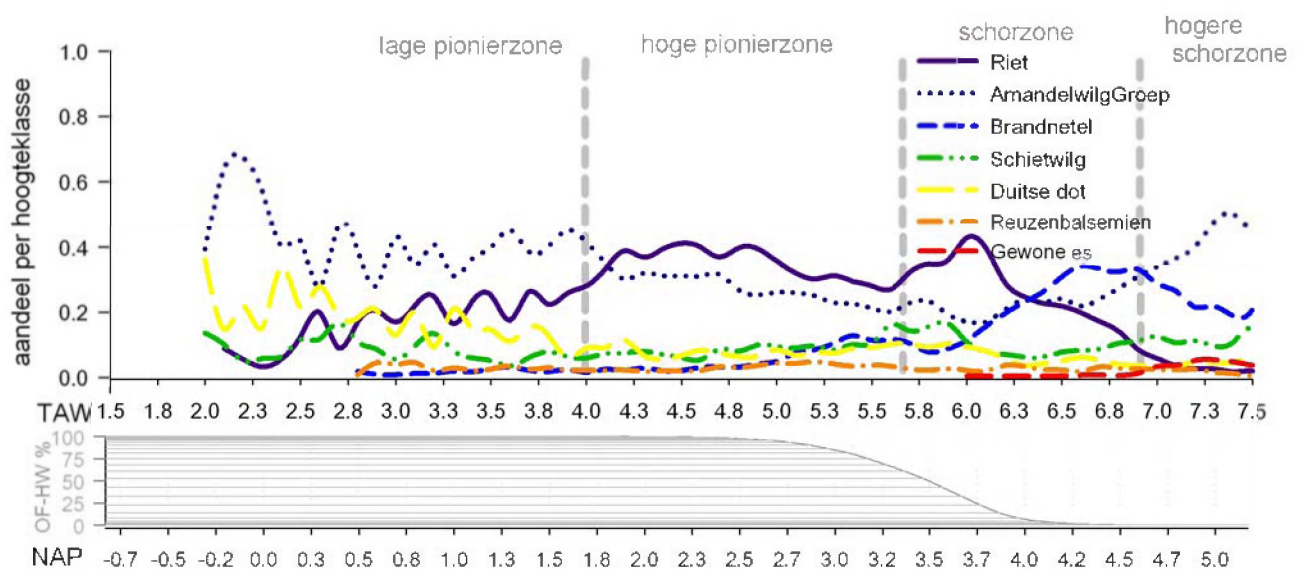
Figuur 3.19 .Vegetatieontwikkeling in relatie tot de hoogteligging en OF in de Zoete zone met lange verblijftijd (OMES 15-16)



Figuur 3.20 .Vegetatieontwikkeling in relatie tot de hoogteligging en overspoelingsfrequentie in de Zoete zone met korte verblijftijd (OMES 17-19 & 19tjarm)



Figuur 3.21 .Vegetatieontwikkeling in relatie tot de hoogteligging en overspoelingsfrequentie in de Rupel



Figuur 3.22 .Vegetatieontwikkeling in relatie tot de hoogteligging en overspoelingsfrequentie in de Durme

3.4 Afstemming van Nederlandse en Vlaamse methodologie

3.4.1.1 Vergelijking karteringsmethode

Bij de vegetatiekartering worden in Nederland en Vlaanderen verschillende methoden gebruikt. In Nederland gebruikt men voor de niet begraasde delen van Saeftinghe de landschapsgeleidende methode. Steekproefsgewijs worden een aantal vlakken bezocht en beschreven en de resultaten daarvan worden doorvertaald naar de niet bezochte vlakken. In de overige delen van de Westerschelde wordt, zoals in Vlaanderen de fotogeleide methode gebruikt, waarbij haast alle vlakken in het veld bezocht en beschreven worden. Er is echter een verschil in de manier waarop onderscheiden worden (**Figuur 3.23**):

Westerschelde-methode:

In de Westerschelde worden op voorhand foto-eenheden onderscheiden. In het veld wordt elke foto-eenheid als een complex van vegetatietypen beschouwd en het percentage van elke vegetatie wordt geschat. Het resultaat is een vegetatiekaart waarvan de eenheden veelal een complex van vegetaties vormen. Voor een gedeelte van de polygonen wordt bij elke kartering een vegetatieopname gemaakt om latere vegetatiekarakterisering en vegetatietypologie te ondersteunen.

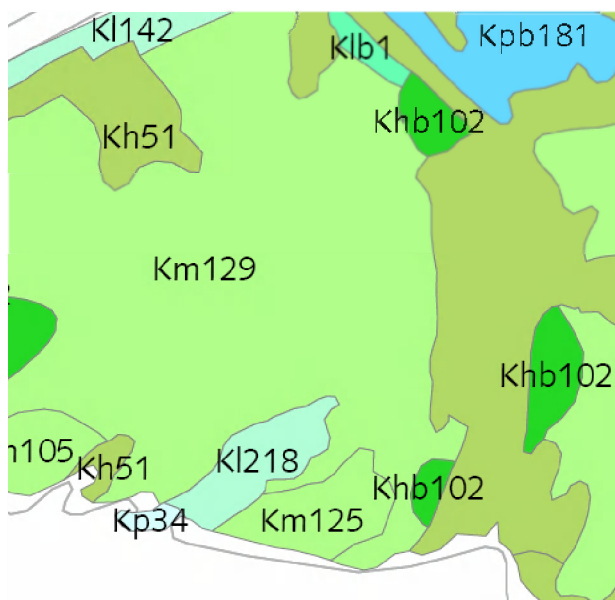
- *Voordeel:*
 - De vooraf gedigitaliseerde foto-eenheden moeten na het veldwerk niet aangepast of opgesplitst worden, er is dus geen extra digitaliseerwerk;
 - Er kan relatief meer tijd geïnvesteerd worden in vegetatieopnames per vegetatietype;
 - Door deze opnames wordt meer gedetailleerdere informatie bekomen voor vegetatieclassificatie, kwaliteit van de Natura2000 Habitats, Rode lijstsoorten,...
- *Nadeel*
 - De luchtfoto-eenheden zijn niet uniform waardoor geen eenduidige interpretatie van de vegetatiekaart kan gemaakt worden;
 - Door de aanwezigheid van verschillende vegetaties per polygoon/foto-eenheid geen eenduidige koppeling gebeuren van fysiotopen aan de vegetatiekaart.

Zeeschelde-methode:

Bij de vegetatiekartering van de Zeeschelde en zijrivieren worden op voorhand foto-eenheden onderscheiden. Deze foto-eenheden worden na controle in het veld opgesplitst indien nodig zodat de vegetatiekaart één vegetatietype per polygoon bevat met ca. 100% bedekking.

- *Voordeel:*
 - Een eenduidige vegetatiekaart met verspreiding van vegetaties is mogelijk;
 - Eenduidige koppeling van een fysiotop en een vegetatie-eenheid is mogelijk.
 - Grotere zekerheid over het ruimtelijk voorkomen van een vegetatietype bij grote variatie aan types.
- *Nadeel*
 - De gedigitaliseerde foto-eenheden moeten achteraf nog aangepast worden;
 - Vegetatieopnames vereisen bijkomende intensieve inspanning in een apart monitoringprogramma en zijn niet altijd evenredig verdeeld over de vegetatietypen.

Westerschelde methode



VEGCOD	BA5_	BI3_	BT_	PL3_	SS5_	XY5	XY5B
Kenmerkende soorten	Aster	Zeebies	Schorre-zoutgras	Lamsoor-Zeewegbree	Engels slijkgras	Strandkweek	
Khb102							100
Kl218	50					50	
Km125			70	30			
Km129		30	70				
Kp34					100		

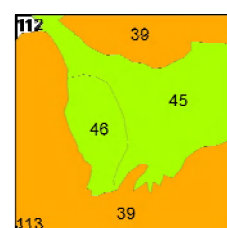
a

Zeeschelde methode



Vegetatiegroep

- Kolonkatoeren
- Blezen
- Riet
- Zilt grasland
- Ruigte



b

Figuur 3.23 Vegetatiekarteringsmethodes van de schorren van a) de Westerschelde en b) de Zeeschelde

3.4.1.2 Methodes naar een betere afstemming van de schorecotopentypologie in de toekomst

Om in de toekomst gemakkelijker tot één ecotopenkaart te komen worden een aantal punten voor mogelijke verbetering aangestipt.

□ **Vegetatiekartering:**

Westerschelde-kartering

- Wanneer bij het karteren in het veld blijkt dat vegetatietypen die kenmerkend zijn voor verschillende fysiotopen en/of ecologische zones aanwezig zijn zou de foto-eenheid/polygoon vooralsnog gesplitst kunnen worden.
- Opsplitsen van subtypen van vegetaties volgens bedekking lijkt vaak onvoldoende. Naast de SALT08 code kan ook voor een toevoeging van geomorfologische kenmerken geopteerd worden. Bvb. voor Strandkweek, Zeeaster;

Zeeschelde-kartering

- In de zoete schorgebieden dienen bostypes opgesplitst te worden volgens ondergroei. Hierbij kan een bijkomende voorjaarkartering uitgetest worden voor

estuariene soorten (o.a. Spindotterbloem (*Caltha palustris* ondersoort *araneosa*);

- Onderscheiden van verschillende subtypes bij climaxvegetaties o.a. verschillende riettypes: dynamisch riet, zuiver riet, rietruigte.

Om van de vegetatiekartering tot een grensoverschrijdende ecotopenkartering te komen kan de vernieuwde typologie opgesteld voor Nederland SALT08 (Kers et al. in prep., *Figuur 3.24*) in combinatie met geomorfologische kenmerken toegepast worden op meest stroomafwaartse deel van de Zeeschelde (OMES 9 en 10). Bij de volgende vegetatiekartering van het meer stroomopwaartse deel van de Zeeschelde en zijrivieren wordt best rekening gehouden met de bedekkingscategorieën, geomorfologische kenmerken en het opsplitsen van climaxvegetaties in subtypes corresponderend met de voorgestelde schorecotopentypologie.

Op basis van verdere koppeling van de waargenomen subdominante ruigte- en pioniersoorten bij de vegetatiekartering van 2003 met abiotische data kan nagegaan worden of de huidige kartering omgezet kan worden tot een schorecotopenkaart zoals voorgesteld in deze studie.

Ken- en differentierende soorten van de kwelder en brakke overstromingsgraslanden

bron: Schaminee et al., 1995, 1996, 1998 en 1999. in Bas et al.2008

26Aa = syntaxon; Pp = SALT code; code cursief = nieuw

Tredvegetatie & brak grasland:		Salt97	INBO04
12	Plantaginetea majoris		
	KS Plantago major		
	KS Poa annua		
	KS Potentilla anserina		
12Ba	Lolio-Potentillion anserinae		G poteans
	KS Agrostis stolonifera		G agrostol
	KS Trifolium fragiferum		
	KS Rumex crispus		
	KS Alopecurus geniculatus		
	KS Carex otrubae		
	KS Ranunculus sardous		
	DS Eleocharis palustris		
	DS Eleocharis uniglumis		
	DS Poa trivialis		
	DS Ranunculus repens		
Embryodiuinen en vloedmerken:			
22	Cakiletea maritima		
	KS Atriplex littoralis		
	KS Cakile maritima		
	KS Beta vulgaris ssp. maritima		
	KS Crambe maritima		
	begeleider Atriplex prostrata		
	begeleider Honkenya peploides		
	begeleider Sonchus arvensis ssp. maritimus		
	begeleider Cirsium arvense		
	begeleider Tripleurospermum maritimum		
Rompgemeenschappen binnen de klasse:			
22RG1	dominant Cakile maritima	Dxc	R cakilmar
	begeleider Elytrigia juncea ssp. boreoatlantica		
22Aa	Atriplicion littoralis		
22Aa1	KS (pref.) Atriplex littoralis	Xxk	R atriplit
	KS (lok.) Tripleurospermum maritimum	Xxk0	
	DS Elytrigia atherica		
	DS (zwak) Polygonum aviculare		
	Hoge bed. Atriplex prostrata		
22Aa1a	subass. typi -	Xxkt	R atripro
22Aa1b	subass. cirsietosum		R cirsarv
	DS Cirsium arvense	Xxkc	
Zilte pionierzone:			
24	Spartinetea		
	KS Spartina maritima		
	KS Spartina anglica		
	KS Spartina x townsendii		
24Aa2	KS Spartina x townsendii	Ss3	K spartown
	begeleider Salicornia stricta	Ss5	
	begeleider Suaeda maritima		
	begeleider Puccinellia maritima		
	begeleider Aster tripolium		
25	Thero-Salicornietea		
25Aa	Thero-Salicornion strictae		
	KS Salicornia europaea agg.		
25Aa1	KS Salicornia procumbens (dolichostachya)	Qq0d Qq3d	K saliproc
25Aa2	KS Salicornia europaea ssp. brachystachya	Qq0e	K salieuro
	DS Salicornia europaea ssp. europaea	Qq3e	
	DS (zwaar) Spergularia salina		

Kwelder:		Salt97	INBO04
26	Asteretea tripolii		
	KS Aster tripolium		
	KS Plantago maritima		
	KS Triglochin maritima		
	KS Glaux maritima		
	KS Atriplex portulacoides		
	KS Atriplex pedunculata		
	KS Limonium vulgare		
	KS Spergularia maritima		
	KS Cochlearia officinalis ssp. anglica		
Rompgemeenschappen binnen de klasse:			
26RG1	dominant Bolboschoenus maritimus	B13, B15	M scirpmar
26RG	(co)dominant Aster tripolium	Ba3, Ba5	R asttrip
26Aa	Puccinellion maritimae		
	KS Puccinellia maritima		
	KS Bostrychia scorpioides (roodwier)		
	DS Spartina townsendii		
	DS Suaeda maritima		
26Aa1	KS Puccinellia maritima		
	KS Atriplex pedunculata		
	constant Aster tripolium		
	constant Spergularia maritima		
	constant Suaeda maritima		
	constant Triglochin maritima		
26Aa1c	DS Agrostis stolonifera	P--b	G puccmar
	DS Bolboschoenus maritimus	Pp-b	
	DS Phragmites australis	Ppab	
	DS Atriplex prostrata	Ppsb	
	DS Cochlearia officinalis ssp. officinalis		
26AaR	dominant Glaux maritima	Pex	GX glaumar
Rompgemeenschappen binnen de klasse:			
26RG	dominant Phragmites australis	Bb3	P phraust
	begeleider Bolboschoenus maritimus	Bb5	
	begeleider Atriplex prostrata		
	begeleider Aster tripolium		
	begeleider Agrostis stolonifera		
26RG	dominant Atriplex prostrata	Xx5	K atrippro
	constant Suaeda maritima	Xx5b	
	constant Elytrigia atherica	Rrx	
	constant Aster tripolium		
26Ac	Armerion maritimae		
	KS Festuca rubra littoralis		
	KS Carex extensa		
	KS Glaux maritima		
	KS Juncus gerardi		
	DS Plantago maritima leptophylla		
26Ac6	KS Elytrigia atherica	Xy3, Xy5	R elymathe
	DS Atriplex prostrata	Xy3b, Xy5b	
	constant Festuca rubra littoralis	Xy3r, Xy5r	
	constant Aster tripolium	Rry	

Figuur 3.24 Afstemming van Vlaamse schortypes in de typologie van SALT08 (Kers et al. 2008)

4 Discussie en conclusie

In deze studie werd het voorkomen van plantengemeenschappen en –soorten in relatie tot enkele geselecteerde abiotische omgevingsfactoren onderzocht langsheen het Schelde estuarium. Het doel was om de aanwezige schorecotopen te definiëren in een ecotopenstelsel langsheen de volledige saliniteits- en getijgradiënt. Een belangrijk uitgangspunt was de gebiedsdekkende beschikbaarheid van de geselecteerde potentieel verklarende variabelen. Dit zijn voornamelijk variabelen die ook binnen huidige en toekomstige monitoringprogramma's van schorren (MONEOS) worden meegenomen.

Er werden frequentie analyses uitgevoerd naar het voorkomen van vegetatietypen in functie van de saliniteit en het overspoelingsregime. Het estuarium werd longitudinaal onderverdeeld 19 trajecten, zoals die voor de OMES ecosysteemmodellering (Meire et al. 1997) gedefinieerd werden, om variabelen langs de longitudinale estuariene gradient (saliniteit en gerelateerde variabelen) mee te nemen in de analyse. Verticaal werd gezocht naar relevante variabelen om het voorkomen van vegetatietypen in functie van het overspoelingsregime te beschrijven. Het overspoelingsregime van een gegeven plaats werd afgeleid uit een digitaal hoogtemodel en de geïnterpoleerde plaatselijke getijkenmerken. De hoogteligging van een plaats werd als indirecte descriptor van overspoelingsfrequentie gebruikt en er werd abstractie gemaakt van de invloed van de plaatselijke (a)symmetrie van de getijcurve, dynamiek en de geomorfologie van het schor.

De gebruikte getijparameters

De berekende hoogteligging, overeenstemmend met relatieve overspoelingsfrequenties tussen 100 en 0% is ontoereikend om het schor volledig te definiëren langsheen de volledige gradient. In de Westerschelde worden typische schorvegetaties hoger in het getijvenster vastgesteld. In stroomopwaartse richting ligt de ondergrens van het schor lager in het getijvenster. Bijkomende tijvariabelen die ook rekening houden met de droogvalfrequentie zijn daar dus nodig. De gemiddelde relatieve overspoelingsduur of de corresponderende droogvalduur bestrijkt het volledige verticale bereik van het getij (Bockelmann et al. 2002, Silvestri et al. 2005) en houdt bovendien beter rekening met uitzonderlijke overstromingsregimes, zoals in overstromingsgebieden onder gecontroleerd gereduceerd getij, of gebieden onder sterk asymmetrisch getij, waar de verhouding overspoelingsfrequentie/overspoelingsduur afwijkt van 'normale' getijregimes. De berekende overspoelings- of droogvalduur is dus een kandidaat variabele om mee verder te werken, al houdt ook deze geen rekening met dynamiek en de geomorfologie op een bepaalde plaats. Om de grootteorde en de betekenis van het verschil tussen berekende en gemeten overspoelingsduur in te schatten verdient het aanbeveling om de modelresultaten te toetsen aan waarnemingen met divers, geplaatst op verschillende hoogten en bij verschillende omstandigheden van dynamiek en geomorfologie.

De onder- en bovengrens van het schor

Definities van de theoretische onder- en bovengrens voor schorvorming zijn belangrijk als indicatoren om potenties voor schorvorming te bepalen.

Uit de frequentie analyses kunnen we afleiden dat gemiddeld hoogwater bij doottij, zoals voorgesteld in het Nederlandse zoute ecotopenstelsel, of de overspoelingsfrequentie 100% zoals hier gebruikt niet over de volledige estuariene gradiënt geschikt zijn als variabele om de ondergrens van de schorren te definiëren. De hypothetische *ondergrens voor schorvorming* van 98% droogvalfrequentie bij laagtij of de overeenstemmende relatieve overspoelingsduur geeft in de huidige oefening al een eerste mogelijke aanzet om de ondergrens van het schor te definiëren langs de Schelde, met uitzondering van de zoete zone met korte verblijftijd en de Durme. In deze laatste twee trajecten is de relatie tussen overspoelingsfrequentie en –duur

sterk afwijkend door de asymmetrie van het getij. Bijkomend onderzoek is nodig om deze hypothese te onderbouwen.

Het bepalen van een *bovengrens voor schor* blijkt moeilijk. De oefening met het gemiddelde van 3 uiterste hoog waters blijkt vooral in de Westerschelde ontoereikend. Vermoedelijk omdat hier te weinig rekening gehouden wordt met de invloed van de ruimtelijke configuratie van het schor en golfslag door wind en schepen op de overspoelingsfactoren. Naast rekening houden met de ruimtelijke configuratie van de schorren kan ook hydraulische 2D-modellering hierin verbetering brengen.

Fysiotopenindeling van schor

De in ZES gehanteerde indeling van laag, midden en hoog schor naast de pionierzone is niet betekenisvol langsheen de volledige estuariene gradiënt.

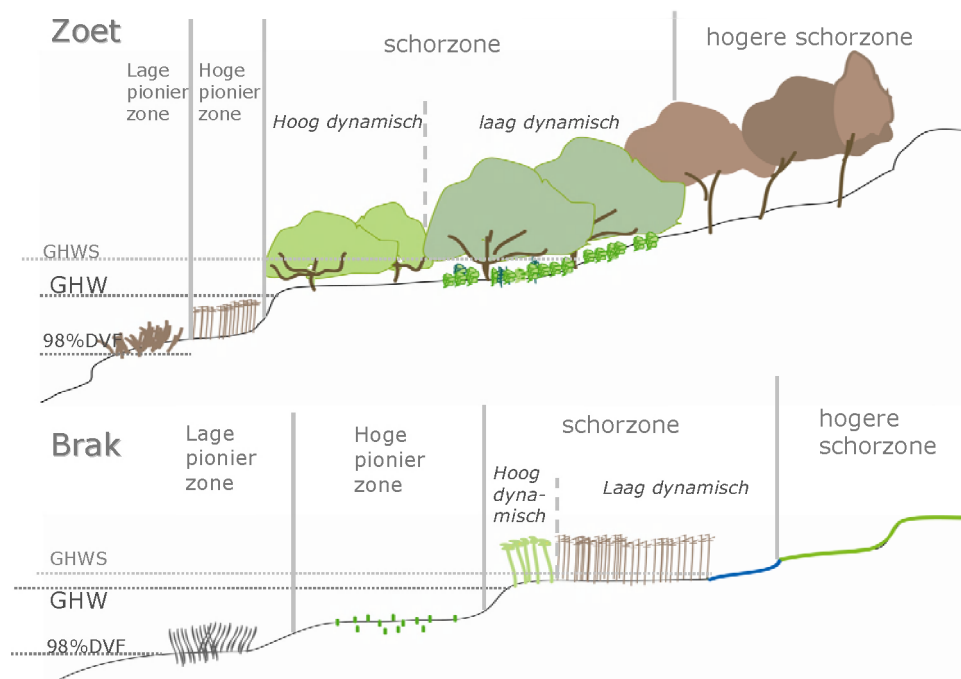
In deze aanzet naar een schorecotopenstelsel wordt getracht abiotische eenheden of fysiotopen te onderscheiden waarbinnen ecotopen als vegetatietypes of functionele groepen kunnen onderscheiden worden. Hierbij wordt vooral gefocust op welke abiotische eenheden duidelijk te onderscheiden zijn op basis van de gebruikte variabelen zonder een uitspraak te doen over de exacte begrenzing van de fysiotopen. Uit de analyse van de vegetatiesamenstelling blijkt dat vier eenheden kunnen onderscheiden worden. Er is echter nog geen éénduidige abiotische typering gevonden. Om grenzen duidelijker te kunnen stellen zijn bijkomende analyses vereist waarbij meer aandacht gaat naar de variatie tussen de geschatte en werkelijke getijparameters en hoogteliggingen. Dit is zeker van belang als er potentievoorspelling voor (pionier)soorten op basis van saliniteit en overspoelingregime gemaakt moeten worden. Deze kennis is van belang om inzicht te krijgen in het beheer van het Schelde ecosysteem in de toekomst om zo impact van ingrepen op schorecotopen te kunnen inschatten.

Uit de analyse blijkt dat onderscheid kan gemaakt worden tussen pionierzone en schorzone binnen schorgebieden. Daarnaast zijn ook de overgangen belangrijk naar ecotopen die niet enkel door de springtij-doodtij cyclus beïnvloed worden maar, stroomopwaarts ook door de bovenafvoer en stroomafwaarts door uitzonderlijke weersomstandigheden en stormevents. In het eerste geval spreken we van rivierbegeleidende ecotopen zoals de rivierbegeleidende bossen van het *Alno-Padion* of de overstromingsgraslanden van het *Lolio-Potentillion*. In het laatste geval zijn het voornamelijk vloedmerkgemeenschappen met overgang naar duinen.

Binnen de pionierzone, globaal genomen de zone onder gemiddeld hoog water, wordt lage en hoge pionierzone waargenomen. De lage pionierzone wordt bijna enkel en alleen door echte pioniersoorten ingenomen terwijl in de hoge pionierzone ook dynamische vormen aanwezig zijn van overige schorvegetaties. In de schorzone vertonen de vegetaties weinig differentiatie met betrekking tot hoogteligging en berekende overspoelingsfrequentie. In een volgende stap moet onderzocht worden of andere abiotische factoren, zoals het bodemtype, afstand tot de vaargeul of grote kreek en ouderdom of ontwikkelingsstadium van het schor, de variatie in de vegetatie kunnen verklaren en bijgevolg geschikt zijn om de beschrijving/definitie van de ecotopen te vervolledigen. Tot hertoe werd aangenomen dat progressieve successie steeds gepaard gaat met relatieve verhoging in het getijvenster. De resultaten van deze analyse doen vermoeden dat een 'oud' schor niet noodzakelijk hoger ligt, maar ook tijd, dynamiek en geomorfologie vegetatiebepalende factoren zijn op een schor.

Voor de sterk competitieve 'climax'vegetaties zoals Riet (brak) en Schietwilgenbossen (zoet) kunnen niet onder één enkel ecotoop geklasseerd worden. Op basis van bijkomende soorten en ondergroei wordt een verdere onderverdeling voorgesteld in een pioniersvariant, hoogdynamische en een laag dynamische variant. In het brakke deel zien we naast de pionierende rietvariant, een variant rietmoeras en een drogere rietruigte-variant. In de zoete delen kan binnen de Schietwilgenbossen ook een hoog en laag dynamische variant beschreven worden.

In deze studie is de longitudinale gradiënt als onderverdeling meegenomen. Hieruit blijkt het groot belang van de plaats langs deze as voor de samenstelling van vegetatie, vegetatiezoneringen en fysiotopen. Verdere analyse van deze longitudinale gradiënt is een belangrijk aspect zeker in het kader van klimaatwijziging en toekomstig beheer van de rivier. In de toekomst kan immers een scenario verwacht worden met gewijzigde saliniteitgradiënt door wijzigingen in de bovenafvoer, meer uitgesproken piekdebieten, zeespiegelrijzing en antropogene invloeden



Figuur 4.25 Schematisch overzicht van de fysiotopenverdeling met hun ecotopen in de zoete en brakke zone

5 Suggesties voor verder onderzoek

In dit onderzoek is gebruik gemaakt van geschatte overspoelingsfrequenties op basis van geïnterpoleerde data afkomstig van tijmeetposten langsheen de volledige scheldegradiënt. Hierbij werd uitgegaan van het huidig voorkomen van de vegetatie zonder rekening te houden met de aanwezigheid van andere competitieve vegetaties of de gelijkmatige verdeling van de hoogteklassen. Na deze eerste analyse op ecosysteemniveau kunnen volgende aspecten in verder onderzoek naar schorecotopen in het Schelde-estuarium aan bod komen

- ❑ Statistische analyse van het voorkomen van elk vegetatietype tov getijparameters op een kleinere ruimtelijke schaal;
- ❑ Een analyse van de relatie tussen de geschatte en de gemeten overspoelingsregimes binnen verschillende gebieden langsheen het Schelde estuarium;
- ❑ Analyse van de invloed van ruimtelijke heterogeniteit van de verschillende gebieden op het overspoelingsregime (geomorfologie, dynamiek,...);
- ❑ Invloed van intra- en interspecifieke competitie bij schorvegetaties nagaan (evolutie van nichebreedte en -overlap) nagaan;
- ❑ Onderbouwing van subtypes van sterk dominerende vegetaties door o.a. gedetailleerde kartering van bijkomende soorten/afwezigheid van soorten om zo een betere ecotooptypologie te verkrijgen;
- ❑ Onderzoek naar relaties in saliniteitsvariatie in het water, bodemwater en zoutstress bij de verschillende vegetatietypes;
- ❑ Onderzoek naar de oorzaken van aan-/ of afwezigheid van schorvorming in de lage pionierzone langsheen het volledige Schelde estuarium.

6 Referenties

- AGI 2006. Toelichting bij de vegetatiekartering Westerschelde 2004 door Reitsma J.M. AGI-2006-GSMH-013.
- Beeftink, W.G. 1965. De zoutvegetatie van ZW-Nederland beschouwd in Europees verband. Mededelingen van de Landbouwhogeschool te Wageningen, Nederland. 65-1. H. Veenman & Zonen n.v., Wageningen, 1965. 167 p.
- Bockelmann, AC; Bakker, JP; Neuhaus, R; Lage, J. 2002. The relation between vegetation zonation, elevation and inundation frequency in a Wadden Sea salt marsh *Aquatic botany*, 73 (3): 211-221
- 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 2005.024. Middelburg. 156 p
- Criel, Muylaert, Hoffmann, De Loose & Meire 1999. Vegetatiemodellering van de buitendijkse gebieden langs de Zeeschelde. Onderzoek Milieu-Effecten Sigmaplan (OMES). AMIS DS7.2, deelstudie 8
- Hoffmann, M. 1993. Vegetatiekundig-ecologisch onderzoek van de buitendijkse gebieden langs de Zeeschelde met vegetatiekartering. RUG, Gent. 223 p.
- Janssen, J.A.M. & B. van Gennip, 2000. De Oude Grenzen Methode. Een manier om betrouwbaar veranderingen in landschap en vegetatie te monitoren op basis van luchtfotokarteringen. *Landschap* 2000 17/3-4.
- Kers A.S., Severijn F.H. & van Gennip B. 2000. Vegetatiekartering van de Rijn/Maasmonding 1999: Hollandsche IJssel, Noord, Beneden-Merwede, Dordtsche Kil & Spui. MDGAE-2000.44
- De Cock, K.; Lybeer, B.; Vander mijnsbrugge, K.; Zwaenepoel, A.; Van Peteghem, P.; Quataert, P.; Breyne, P.; Goetghebeur, P.; Van Slycken, J. (2003). Diversity of the willow complex *salix alba* - s. x *rubens* - s. *Fragilis*, in: (2003). *Silvae genet.* 52(3-4). *Silvae genetica*, 52(3-4): pp. 148-153
- Jong, D.J., De Dijkema, K.S., Bossinade, J.H., Janssen, J.A.M. 1998 SALT 97: Classificatieprogramma voor kweldervegetaties (cd-rom), Rijkswaterstaat RIKZ, Directie Noord-Nederland, Leeuwarden, Afdeling Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek
- Kers A.S., et al. 2008. SALT08 Classificatieprogramma voor kweldervegetaties, Rijkswaterstaat RIKZ
- Meire, P., Starink, M. & Hoffmann, M. 1997. Integratie van ecologie en waterbouwkunde in de Zeeschelde: aanleiding tot en situering van het Onderzoek Milieu- Effecten Sigma-plan (OMES). *Water* 95: 147-165

- Morris, R.K.A., Reach, I.S., Duffy, M.J., Collins, T.S., Leafe, R.N. 2004. On the loss of saltmarshes in south-east England and the relationship with *Nereis diversicolor*. *Journal of Applied Ecology* 41 (4):787-791
- Schaminée, J.H.J., Weeda, E.J. & Westhoff, V. 1998. De Vegetatie van Nederland. Deel 4. Plantengemeenschappen van de kust en van binnenlandse pioniermilieus. Opulus Press, Uppsala, Leiden: 79-88.
- Silvestri, S., Defina, A. & Marani, M. 2005. Tidal regime, salinity and salt marsh plant zonation. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 62: 119-130
- Soetaert K & Herman PMJ. 1995. Estimating estuarine residence times in the Westerschelde (The Netherlands) using a box model with fixed dispersion coefficients. *Hydrobiologia* 311:215-224.
- Vanallemeersch, R.; Hoffman, M.; Meire, P. 2000. Ontwerpbeheerplan voor het vlaams natuurreservaat slikken en schorren van schelde en durme. Draft-versie. Rapporten van het instituut voor natuurbehoud, 2000(01). Rijksuniversiteit Gent: Gent, 362 pp.
- Van Braeckel A., Piesschaert F. & Van den Bergh E. 2006. Historische analyse van de Zeeschelde en haar getijgebonden zijrivieren (19e eeuw tot heden). INBO.R.2006.29.
- Van Damme, S.; Ysebaert, T.; Meire, P.; Van Den Bergh, E. 2000. Habitatstructuren, waterkwaliteit, en leefgemeenschappen in het Schelde-estuarium. Rapporten van het instituut voor natuurbehoud, 1999(24). IN: Brussel. 119 pp.
- Van de Rijt, C.W.C.J.; Hazelhoff, L. & Blom, C.W.P.M. (1996). Vegetation zonation in a former tidal area: A vegetation-type response model based on DCA and logistic regression using GIS. *Journal of Vegetation Science*. 7: 505-518.
- van de Rijt, C.W.C.J. & P. Esselink. 2006. Toepassing van het vegetatiemodel EMOE voor de introductie van een gedempt getij in de Lauwersmeer. rapport 2006-2, Hansson Ecodata, Freiburg / rapport 2006-102, Bureau Koeman en Bijkerk, Haren.
- Verloove, F. 2002. Ingeburgerde plantensoorten in Vlaanderen. Mededeling van het Instituut voor Natuurbehoud, 20. Instituut voor Natuurbehoud: Brussel : Belgium. ISBN 90-403-0158-1. 227 pp.
- Zonneveld, I.S. 1960. De brabantse biesbosch: een studie van bodem en vegetatie van een zoetwatergetijdendelta. Bodemkundige studies, 4. Stichting voor Bodemkartering: Wageningen : The Netherlands. 396 pp.

7 Bijlagen

7.1 Bijlage 1 Samenstelling geanalyseerde ZES- fysiotoopen

In onderstaande tabel is de vegetatiesamenstelling te zien van de ZES- fysiotoopen voor de Westerschelde gebruikt in 3.3.1 en afgeleid uit de fysiotoopenkaarten uit AIG 2006. Per dominante soort (modelsoort) zijn de SALT97-types weergegeven en hun voorkomen in de ZES fysiotoopen in 2004.

Model Soort	SALT 97-type	Kp	KI	Km	Kh
Asterruigte	BA3_	26	102	14	23
Asterruigte	BA5_	8	203	4	16
Riet	BB3_	3	2	3	32
Riet	BB5_	2	53	1	329
overstromingsgrasland	BG_	1	1	4	10
Zeebies	BI3_	150	17	23	20
Zeebies	BI5_	11	738	17	193
ZeebiesStrandkweek	BI5Y	1	36	1	8
Zilt grasland_Puccinellion	BT_	13	25	48	17
Melkkruidpoinier	JEX_		2	3	13
zilt grasland_Armerion	JF_	2		5	7
zilt grasland_Armerion	JF_R		1	2	12
zilt grasland_Armerion	JFA_			7	8
zilt grasland_Armerion	JFH_			1	2
zilt grasland_Armerion	JFL_			2	1
zilt grasland_Armerion	JJ_	3	1	13	13
zilt grasland_Armerion	JJ_R	2			24
zilt grasland_Armerion	JJA_		2		9
Zilt grasland_Puccinellion	P_	1	5		
Zilt grasland_Puccinellion	P_SM	3			
zilt grasland_Armerion	PE_B	2			1
Zoutmelde	PH3	4	3	31	3
Zoutmelde	PH5_	10	15	97	5
Zilt grasland_Puccinellion	PJ		1	3	
Lamsoor	PL3_	2		16	
Zilt grasland_Puccinellion	PP_	7	4	51	6
Zilt grasland_Puccinellion	PP_B	16	36	50	18
zilt grasland_Armerion	PP_M	4	5	23	3
Zilt grasland_Puccinellion	PP_Z			1	
Zilt grasland_Puccinellion	PPA_	2	25	4	
Zilt grasland_Puccinellion	PPAB	6	118	2	11
Zilt grasland_Puccinellion	PPE	1		10	3
Zilt grasland_Puccinellion	PPL_			3	
pioniergrasland	PPS_	7	48	4	
pioniergrasland	PPSB	3	30		1
Zeekraal	QQ3E	1			

<i>Zeekraal</i>	<i>QQ3P_</i>	105	34	11	8
<i>Zeekraal</i>	<i>QQOP_</i>	72	22		
<i>Schorrekruid</i>	<i>QU_</i>	9			2
<i>Klein zee gras</i>	<i>QZ_</i>	1			
<i>overstromingsgrasland</i>	<i>RG_</i>	2			7
<i>zilt grasland_Armerion</i>	<i>RGF_</i>				6
<i>overstromingsgrasland</i>	<i>RGP</i>				3
<i>overstromingsgrasland</i>	<i>RGV_</i>				3
<i>kweekgrasland</i>	<i>RRE</i>				12
<i>StrandkweekZilverschoon</i>	<i>RRY</i>				2
<i>Akkerdistelrugte</i>	<i>RRYC_</i>				9
<i>Spartina</i>	<i>SS3_</i>	62	3	8	3
<i>Spartina</i>	<i>SS3B</i>	25	6	8	2
<i>Spartina</i>	<i>SS5_</i>	306	16	18	
<i>Spartina</i>	<i>SS5B</i>	11	2	2	1
<i>Spartina</i>	<i>SSO_</i>	13			
<i>Spiesmelde</i>	<i>XX5_</i>		2	2	20
<i>Spiesmelde</i>	<i>XX5B</i>		12		14
<i>Strandmelde</i>	<i>XXK_</i>	1	1		9
<i>Strandmelde</i>	<i>XXK_C</i>				3
<i>Strandkweek</i>	<i>XY3_</i>		1	3	21
<i>Strandkweek</i>	<i>XY3B</i>	1		6	11
<i>Strandkweek</i>	<i>XY5</i>	9	312	22	352
<i>Strandkweek</i>	<i>XY5B</i>	3	62	11	147
<i>Strandkweek hoog</i>	<i>XY5R</i>	1		4	25

7.2 Bijlage 2 Lijst met figuren

Figuur 2.1 a Situering van de grote schorgebieden langs de Schelde b. Saliniteitszones en Omescpartimenten	4
Figuur 2.2 Het gebruikte digitaal terreinmodel voor a Westerschelde en b Zeeschelde	5
Figuur 2.3 De ligging van de tijposten en extrapolatierooster voor het Schelde-segment	6
Figuur 2.4 Voorbeeld van een gekarteerd schor langs de Zeeschelde	7
Figuur 2.5 Voorbeeld van een gekarteerd schor langs de Westerschelde (AGI 2006)	8
Figuur 2.6 .Random steekproef per gebied per fysiotoop	9
Figuur 3.1 .Hoogteverdeling van de schorren per Omeselement (Y-as n= aantal rastercellen, x-as hoogteklasse per 10cm)	12
Figuur 3.2 Het verloop van (a)de relatieve overspoelingsfrequentie en (b) de relatieve overspoelingsduur voor de Schelde, Rupel en Durme	14
Figuur 3.3 .ZES-klassen: verspreiding tov GHW in de polyhalie zone (a) en de mesohaliele zone (b):	24
Figuur 3.4 .Relatie tussen gemiddeld hoogwater bij doortij en relatieve overspoelingsfrequentie langs het Schelde-estuarium	25
Figuur 3.5 .Evolutie van het aantal vegetatiegroepen in het Schelde estuarium met halotolerante of zoetwatersoorten als dominant	25
Figuur 3.6 a. Voorkomen van Zeekraal (<i>Salicornia spec.</i>) en verticale verspreiding tov GHW in de verschillende schorgebieden	26
Figuur 3.7 Voorkomen van Zeebies (<i>Scirpus maritimus</i>)	26
Figuur 3.8 Verticale amplitude tov GHW van Zeebies (<i>Scirpus maritimus</i>) in de meso- en oligohaliele zone	27
Figuur 3.9 Voorkomen en verticale verspreiding van Melkkruid (<i>Glaux maritima</i>)	27
Figuur 3.10 Voorkomen en verticale verspreiding van Zeeaster (<i>Aster tripolium</i>) langs de estuariene gradient	28
Figuur 3.11 .Verloop van het gemiddelde van de hoogte (a) en overspoelingsfrequentiepercentage (b) per fysiotoop langsheen de saliniteitsgradiënt (x-as OMESsegmenten, Saliniteitszones: MZ=mondingzone; PH=polyhalien; MH=mesohalien; GZ=Oligohaliele zone met sterke saliniteitsgradiënt; OH=oligohalien; ZLVT= zoete zone met lange verblijftijd; ZKVT= zoete zone met korte verblijftijd)	29
Figuur 3.12 .Weergave van de variatie binnen elk fysiotoop voor 2 OMEScompartimenten a) OMES 9 en b) OMES 16, met de gemiddelde en standaarddeviatie van de hoogte (als staafdiagram) en het gemiddelde en de standaarddeviatie van de overspoelingsfrequentie (als lijn) weergegeven	29
Figuur 3.13.Fysiotoopafbakening in het Schelde estuarium	31
Figuur 3.14 .Vegetatieontwikkeling in relatie tot de hoogteligging en OF in de mondings zone (OMES 1-2)	36
Figuur 3.15 .Vegetatieontwikkeling in relatie tot de hoogteligging en OF in de polyhaliele zone (OMES 3-4)	36
Figuur 3.16 .Vegetatieontwikkeling in relatie tot de hoogteligging en overspoelingsfrequentie in de mesohaliele zone (OMES 6-8)	37
Figuur 3.17 .Vegetatieontwikkeling in relatie tot de hoogteligging en overspoelingsfrequentie in de zone met een sterke saliniteitsgradiënt (OMES 9-12)	38
Figuur 3.18 .Vegetatieontwikkeling in relatie tot de hoogteligging en OF in oligohaliele zone (OMES 13-14)	39
Figuur 3.19 .Vegetatieontwikkeling in relatie tot de hoogteligging en OF in de Zoete zone met lange verblijftijd (OMES 15-16)	39
Figuur 3.20 .Vegetatieontwikkeling in relatie tot de hoogteligging en overspoelingsfrequentie in de Zoete zone met korte verblijftijd (OMES 17-19 & 19tjarm)	40

Figuur 3.21 .Vegetatieontwikkeling in relatie tot de hoogteligging en overspoelingsfrequentie in de Rupel	41
Figuur 3.22 .Vegetatieontwikkeling in relatie tot de hoogteligging en overspoelingsfrequentie in de Durme	41
Figuur 3.23 Vegetatiekarteringsmethodes van de schorren van a) de Westerschelde en b) de Zeeschelde	43
Figuur 3.24 Afstemming van Vlaamse schortypes in de typologie van SALT08 (Kers et al. 2008)	44
Figuur 4.25 Schematisch overzicht van de fysiotopenverdeling met hun ecotopen in de zoete en brakke zone	47

7.3 Bijlage 3: Lijst met tabellen

Tabel 2.1 Grote schorgebieden per omescompartiment in het Schelde-estuarium. (SZ= saliniteitszone; MZ=mondingzone; PH=polyhalien; MH= mesohalien; GZ=Oligohaliene zone met sterke saliniteitsgradient; OH=oligohalien; ZLVT= zoete zone met lange verblijftijd; ZKVT= zoete zone met korte verblijftijd)	3
Tabel 3.2 Afgeleide maximale, minimale en gemiddelde saliniteit in maart, juni en oktober van 2007 in de omessegmenten en -zones	11
Tabel 3.3 Hoogtebereik per omessegment: minimum, hoogste piek, maximum bereik, oppervlakte van de piek	12
Tabel 3.4 Gebruikte tijposten in het Schelde-estuarium	14
Tabel 3.5 Fysiotopen onderscheiden in ZES 97	24