

Ontwikkeling van één schor ecotopenstelsel voor het Schelde-estuarium (Vervolgstudie).

Ralf Gyselings, Frank Van de Meutter, Bart Vandevoorde,
Tanja Milotić, Alexander Van Braeckel,
Erika Van den Bergh

INBO.R.2011.31

Dit onderzoek gebeurde in opdracht van Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Departement Mobiliteit en Openbare Werken, Afdeling Maritieme Toegang. Onderzoek in navolging van het Memorandum van Vlissingen (2002) tussen Vlaanderen en Nederland inzake het gezamenlijk opstarten van een langlopend monitoring- en onderzoeksprogramma ter ondersteuning van de grensoverschrijdende samenwerking bij beleid en beheer, met als thema's Natuurlijkheid, Veiligheid, Toegankelijkheid, Visserij en Recreatie en Toerisme. Werkgroep Onderzoek & Monitoring Vlaams Nederlandse Schelde Commissie (WG O&M VNSC).



De resultaten van dit project steunen op data verzameld door het INBO in opdracht van W&Z afdeling Zeeschelde (VL) en door Bureau Waardenburg in opdracht van Rijkswaterstaat (NL).

Auteurs:

Ralf Gyselings, Frank Van de Meutter, Bart Vandevoorde, Tanja Milotić, Alexander Van Braeckel en Erika Van den Bergh

Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek

Het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek (INBO) is het Vlaams onderzoeks- en kenniscentrum voor natuur en het duurzaam beheer en gebruik ervan. Het INBO verricht onderzoek en levert kennis aan al wie het beleid voorbereidt, uitvoert of erin geïnteresseerd is.

Vestiging:

INBO Brussel
Kliniekstraat 25, 1070 Brussel
www.inbo.be

e-mail:

erika.vandenbergh@inbo.be

Wijze van citeren:

Gyselings R., Van de Meutter F., Vandevoorde B., Milotić T., Van Braeckel A. & Van den Bergh E. 2011. Ontwikkeling van één schorecotopenstelsel voor het Schelde-estuarium (vervolgstudie). Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2011 (INBO.R.2011.31). Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.

D/2011/3241/249

INBO.R.2011.31

Verantwoordelijke Uitgever:

Jurgen Tack

Foto cover:

Vildafoto (Yves Adams) Scheldeschorren ter hoogte van de Notelaer (Hingene-Bornem)

Ontwikkeling van één schor ecotopenstelsel voor het Schelde- estuarium.

(vervolgstudie)

**Ralf Gyselings, Frank Van de Meutter, Bart Vandevoorde, Tanja
Milotić, Alexander Van Braeckel & Erika Van den Bergh**

Stuurgroep - leescommissie

Lic. Ann Govaerts, Dpt. MOW Afdeling Maritieme toegang

Ir. Chantal Martens, Dpt. MOW Afdeling Maritieme toegang

Drs. Dick de Jong, Rijkswaterstaat Directie Zeeland

Dr. Luca Van Duren, Deltares

Samenvatting

De Lange Termijn Visie voor het Schelde-estuarium (LTVS) schrijft voor dat de Schelde in 2030 een gezond en duurzaam multifunctioneel estuarien ecosysteem is. Ter ondersteuning van LTVS werd een gemeenschappelijk Vlaams-Nederlands beleidsondersteunend onderzoeks- en monitoringprogramma (LTV O&M) geoperationaliseerd. Deze vervolgstudie naar de ontwikkeling van één schorecotopenstelsel voor het volledige Schelde-estuarium is onderdeel van het LTV O&M programmaplan 2009.

Duurzaam herstel van het estuarium vergt herstel van estuariene processen en habitats. We hebben daarvoor inzicht nodig in de levensgemeenschappen en habitatkenmerken langsheen de volledige Schelde-gradiënt. De draagkracht en de potenties van het estuarium voor deze levensgemeenschappen zijn voortdurend beïnvloed door habitatwijzigingen. Ecologische modellen helpen om de impact van deze wijzigingen in te schatten. Ontwikkeling van deze modellen vereist in de eerste plaats een ecotopenstelsel dat toepasbaar is over het volledige estuarium. De Vlaamse en Nederlandse ecotopenstelsels voor getijgebonden habitats konden niet aan elkaar gekoppeld worden omdat ze geen van beiden voldoende rekening hielden met de verschuiving van het verticale bereik van vegetatietypes langs de saliniteitsgradiënt.

In het project 'Aanzet tot de ontwikkeling van één schorecotopenstelsel voor Vlaanderen en Nederland (Van Braeckel et al., 2008) werden frequentieanalyses uitgevoerd naar het voorkomen van vegetatietypes in functie van saliniteit en relatieve overspoelingsfrequentie. Deze laatste was afgeleid uit het DTM en geïnterpoleerde plaatselijke tijparameters, waarbij abstractie werd gemaakt van plaatselijke tijcurve, dynamiek en geomorfologie. De mondingszone vertoonde een duidelijk patroon van verticale vegetatiebanden, zoals voorgesteld in het Nederlandse ZES ecotopenstelsel. Vanaf de mesohaliene zone waren de twee gebruikte variabelen echter onvoldoende om de vegetaties abiotisch te karakteriseren. Daarom werd vanaf de brakke zone van het Schelde-estuarium een andere fysiotoop indeling voorgesteld, zonder daarbij de juiste begrenzing van de fysiotopen te benoemen. In dit vervolgproject moeten de vegetaties of functionele eenheden in die fysiotopen beter abiotisch gekenmerkt worden zodat de grenzen beter kunnen afgelijnd worden en de ecotopen kunnen gedefinieerd worden op basis van de vegetaties die er in voorkomen. Enerzijds moeten de gemodelleerde waarden voor de overspoelingsfrequentie getoetst worden aan de werkelijkheid, anderzijds moeten andere variabelen bijkomende verklaring verschaffen.

Voor deze vervolgstudie werden volgende doelstellingen vooropgesteld: het opstellen van een gebiedseigen vegetatietypologie gebaseerd op vegetatieopnames; studie van relaties tussen omgevingsvariabelen en het voorkomen van de beschreven vegetaties, puntsgewijze informatie over (grond)waterhuishouding gebiedsdekkend vertalen via geomorfologische kenmerken en ontwikkeling van een instrumentarium om effecten van ingrepen op potenties voor schorecotopen te voorspellen.

Op basis van ruim 600 vegetatieopnames werden 15 vegetatietypen in de mesohaliene zone onderscheiden en 17 in de oligohaliene en zoete zone. Voor de polyhaliene zone wordt SALT08 toegepast. Om continuïteit langs de estuariene gradiënt te verzekeren werden de hier gedefinieerde mesohaliene vegetatietypen ook toegekend aan één of meerdere typen van de in de Westerschelde gebruikte SALT08 typologie.

De relatie tussen deze vegetatietypen en omgevingsfactoren werd per saliniteitszone onderzocht met multivariate analyses. Voor elke zone werden aldus de vijf meest relevante omgevingsvariabelen aangeduid die de aanwezige vegetatietypes bepalen. Ondanks de opsplitsing in saliniteitszones blijft de afstand tot de monding nog een belangrijke variabele binnen het mesohaliën en de zoete zone met korte verblijftijd. Afgeleide getijparameters gebaseerd op hoogtes die op het terrein werden ingemeten met een RTK GPS (Real time

Kinematic Global Positioning System) scores stevast beter dan berekeningen op basis van een digitaal terrein model (DTM). Overspoelingsfrequentie is overal een belangrijke factor, overspoelingsduur enkel in de zoete zone met lange verblijftijd. De veronderstelde drainage gerelateerde variabelen "afstand tot de kreek" en "afstand tot de schorrand" lijken aan belang te winnen vanaf de oligohaliene zone stroomopwaarts. In de mesohaliene zone is begrazing uiteraard zeer bepalend.

De verkennende analyse naar de relaties tussen (grond)waterhuishouding, waarover enkel puntsgewijze informatie voorhanden is, en de gebiedsdekkend beschreven ruimtelijke geomorfologische factoren leverde echter enkel in de mesohaliene zone zinvol resultaat op. De meetsessies waren namelijk niet overal gelijktijdig uitgevoerd waardoor evapotranspiratie een bijkomende variabele werd. Vooral in zoetwaterschorren draagt deze bij tot atmosferisch waterverlies. Drainage wordt best meegenomen in een standplaatsmodellering via hoogteligging en afstand tot de meest nabije kreek. Ook bodemtextuur moet meegenomen worden. Deze is echter ook niet gebiedsdekkend beschikbaar, wat mogelijk kan worden opgevangen door de ligging in komgrond of op oeverwal mee te beschouwen.

Voor de modellering van standplaatsvereisten werden vegetatietypen in een aantal hoofdtypen samengebracht. Ook werden de zoete zones samengevoegd omdat er niet voldoende opnames over de gradiënten heen voorhanden waren. Aparte modellering van begeleidende soorten en het inbrengen van afstand tot de monding als variabele droegen enigszins bij aan verfijning van de resultaten. In de mesohaliene zone komen de vijf aangeduide variabelen uit de multivariate analyses terug in minstens sommige van de modellen voor vegetatietypes en begeleidende soorten. In de zoete zone is deze overeenkomst van geselecteerde omgevingsfactoren beduidend minder als gevolg van de noodgedwongen doorgedreven groepering van data. In de modellen bleef de onverklaarde variatie ook relatief groot waardoor ze minder geschikt zijn voor voorspellingen op zeer lokale schaal. Vanaf welk schaalniveau de voorspellingen de gewenste zekerheid kunnen bieden moet nog afgewogen worden.

Ondanks de vermelde beperkingen werd met deze modellen een grote stap voorwaarts gezet ten opzicht van eerdere studies. Enerzijds zijn de gemodelleerde vegetatiegroepen kleiner, anderzijds worden meer standplaatsfactoren in rekening gebracht.

Desondanks worden aanbevelingen tot verbetering van de resultaten geformuleerd:

- betere stratificatie van de dataset over de volledige abiotische gradiënten voor soortmodellering
- selectie van stratified random punten op bestaande vegetatiekaarten voor vegetatiemodellering
- Uitbreiding van RTK grondwaarheidpunten voor het DTM om het overspoelingsregime meer waarheidsgetrouw gebiedsdekkend te interpoleren.
- Kleinschaliger detail onderzoek in focusgebieden om puntgewijze informatie gebiedsdekkend te vertalen via gerelateerde variabelen.
- Verdere zoektocht naar de meest verklarende standplaatsfactoren. Vb. de gemiddelde overspoelingsvrije periode in een doodtij-springtijcyclus, dynamiek, helling en structuur in de slik-schor overgangszone,.....

Tenslotte wordt op basis van de nieuwe inzichten een voorlopig ecotopenstelsel voorgesteld dat enigszins afwijkt van het voorstel in Van Braeckel et al. (2008). Vegetatietypen werden zo goed als mogelijk in 'ecotopen' gegroepeerd op basis van standplaatsvereisten. Mogelijks zullen we met bijkomende gegevens ontdekken dat sommige van die ecotopen meerdere niches bezetten, en dus verder kunnen ingedeeld worden, wat kan leiden tot meer precieze en krachtigere modellen. In de mesohaliene zone blijft de benaming van de ZES indeling gelden zodat grensoverschrijdende rapportering mogelijk wordt, ook al bepalen andere

factoren dan 'hoogte' mee de niches. Verder stroomopwaarts worden voorlopig zes ecotopen onderscheiden, eerder op basis van structuurkenmerken dan van modelresultaten.

De beleidsrelevantie van de resultaten van deze studie wordt op twee manieren geïllustreerd. Voor elk ecotoop wordt per OMES-segment in een grafiek weergegeven wat de kans van voorkomen is op elke hoogte in de getijden zone. Met het schor van de Notelaer als voorbeeld wordt ook geïllustreerd hoe potenties voor ecotopen op kaart kunnen weergegeven worden.

Abstract

This study on the tidal marsh vegetation along the Schelde estuary is part of the LTV O&M program plan 2009.

A vegetation typology was established for the brackish and fresh tidal marshes of the Schelde estuary. Based on more than 600 vegetation relevés 15 vegetation types were defined and described for the brackish tidal marshes and 17 types in the oligohaline and fresh tidal reach. Brackish vegetation types were also assigned to Dutch Salt08 vegetation types in order to assure continuity along the estuarine gradient in reporting.

The distribution patterns of these vegetation types along abiotic environmental gradients were analysed with ordination techniques in each of the four salinity zones (brackish, oligohaline, fresh tidal with long residence time and fresh tidal with short residence time) separately. In each zone the top five environmental variables for vegetation determination were identified. In spite of the division into salinity zones, distance from the mouth was still significant within the brackish zone and within the zone with short residence time. Tidal inundation variables derived from topographic measurements in the field with RTK GPS performed better than DTM based variables. Inundation frequency was the most important environmental variable except in the fresh tidal zone with longer residence time. Drainage related variables such as distance to creek and distance to marsh edge seem to gain importance in upstream direction.

Relationships between drainage and soil and geomorphology were analysed in the mesohaline zone. Tidal elevation and shortest distance to creek are the best candidate drainage descriptors; bank levees and tidal marsh pans are candidate descriptors for soil characteristics. These relationships need further quantification for modelling purposes.

Habitat characterisations for vegetation types were modelled with generalised mixed models and logistic regressions in R. Poor data stratification compelled to cluster vegetation types in vegetation groups and to combine oligohaline and fresh tidal marshes for modelling. Results could be refined with key species models. In the brackish marshes the top five variables for vegetation determination from the multivariate analysis all appeared in at least some of the models. In the upper reaches results were less straightforward and only inundation frequency reappeared. Compared to previous modelling efforts our models were more specific and more environmental variables were integrated as descriptor. However the unaccounted for variability in the models remains relatively large and reduces their applicability for probability estimates and impact assessments on a very local scale. Their suitability for predictions on a wider spatial range still needs assessment.

Recommendations for model optimisation comprise the following actions:

- Enhanced stratification across abiotic gradients for vegetation relevés to improve key species modelling
- Stratified random sampling of information from the existing vegetation maps for vegetation type modelling.
- Extension of RTK ground truthing samples to improve the accurateness of DTM based full cover calculations of inundation regime variables.
- Small scale research in focus areas to translate diver data and soil sampling information into full cover data sets through geomorphological analysis.
- Assess suitability of additional candidate environmental variables e.g. longest uninundated period over a neap tide/spring tide cycle, current velocity, wave action slope substrate in the transition from mudflat to marsh,...

Modelling results were used to group vegetation types into an ecotope system for the brackish and fresh tidal marshes in the Schelde estuary, corresponding to the current state of the art. In the mesohaline reaches ecotope names from the Dutch ZES ecotope system were adopted to assure the possibilities for transnational reporting. However ecotope definition in our ecotope system is somehow different and relies on more detailed information. In the fresh water tidal reaches six ecotopes are defined for the time being, rather based on structural differences than on modelling results. Improved results following the above mentioned recommendations will eventually lead to improved ecotope definitions and provide more accurate and powerful predicting models.

Inhoud

Samenvatting	i
Abstract	iii
Inhoud	I
Lijst van figuren	III
Lijst van tabellen	VIII
1 Inleiding	1
1.1 Situering	1
1.2 Voorgaand onderzoek	1
1.3 Verdere stappen.....	3
1.4 Opzet van het vervolgonderzoek	4
1.5 Doelstellingen	4
2 Materiaal en methode	7
2.1 Brongegevens	7
2.2 Opstellen van een vegetatietypologie voor de Schelde	11
2.3 Studie van vegetatiepatronen langsheen de Schelde	12
2.4 Detailstudie van de waterhuishouding in schorren	13
2.5 Modelleren van standplaatsvereisten voor vegetaties langsheen de Schelde... 18	
3 Resultaten	19
3.1 Opstellen van een vegetatietypologie voor de Schelde	19
3.1.1 Overzicht vegetatietypes	19
3.1.2 Vegetatieanalyse van de mesohaliene vegetatietypes met SALT97/08.....	20
3.2 Studie van vegetatiepatronen langsheen de Schelde	24
3.2.1 Algemene vegetatiepatronen	24
3.2.2 Relaties tussen de omgevingsvariabelen.....	24
3.2.2.1 Principaal Component Analyse.....	24
3.2.2.2 Conclusie.....	26
3.2.3 Relaties tussen de abiotische variabelen en vegetaties	27
3.2.3.1 Canonische Correspondentie Analyse	27
3.2.4 Conclusie en discussie vegetatiepatronen	29
3.3 Detailstudie waterhuishouding schorren	30
3.3.1 Verwerking van divergegevens voor de mesohaliene zone	30
3.3.1.1 Invloed van de bodemtextuur op drainageparameters.....	31
3.3.1.2 Invloed van de hoogte op drainageparameters.....	31
3.3.1.3 Invloed van de afstand tot de kreken op drainage parameters	32
3.3.1.4 Verschillen per vegetatietype	32
3.3.2 Conclusies uit de detailstudie waterhuishouding	33
3.4 Modelleren standplaatsvereisten vegetatie.....	34
3.4.1 Brakke vegetaties.....	34
3.4.1.1 Hoofdtype kolonisatoren.....	35
3.4.1.2 Hoofdtype biezen A.....	40
3.4.1.3 Hoofdtype biezen B.....	42
3.4.1.4 Hoofdtype zilt grasland	43
3.4.1.5 Hoofdtype zilverschoongrasland	46
3.4.1.6 Hoofdtype strandkweek.....	47
3.4.1.7 Hoofdtype riet.....	49

3.4.2	Zoete vegetaties	51
3.4.2.1	Hoofdtype koloniatoren.....	51
3.4.2.2	Hoofdtype biezen	52
3.4.2.3	Hoofdtype riet.....	53
3.4.2.4	Hoofdtype rietruigte	54
3.4.2.5	Hoofdtype ruigte	55
3.4.2.6	Hoofdtype struweel en bos	56
3.4.3	Conclusies uit de modellering van standplaatsvereisten.....	58
3.4.4	Aanbevelingen voor modellering van standplaatsvereisten.....	60
4	Het schorecotopenstelsel voor het Schelde-estuarium.....	62
4.1	Brakke schorecotopen.....	63
4.1.1	Pionierschor.....	63
4.1.2	Laag schor.....	64
4.1.3	Middelhoog schor	66
4.1.4	Hoog schor.....	66
4.2	Zoete schorecotopen	68
5	Algemene besluiten.....	70
5.1	Hoeveel verder staan we nu?	70
5.1.1	Modellen van schorvegetaties;	70
5.1.2	Schorecotopen	72
5.2	Doelstellingen gehaald?.....	73
5.3	Hoe moet het nu verder?.....	75
6	Referenties	76
Bijlage 1: Meetlocaties, vegetatiegroepen*, bodemtype en meetperiode van de meetsessies waterhuishouding op het schor.....		78
Bijlage 2: Beschrijvende bodemprofielen van de meetlokaties.....		78
Bijlage 3: Overzicht van het minimum (min), maximum (max), verschil tussen minimum en maximum (Δ) en mediaan (Mdn) van de abiotische omgevingsvariabelen per saliniteitszone. Variabelen met binaire waardes zijn niet weergegeven.....		78
Bijlage 4: Overzicht van de typologie verkregen op basis van de TWINSPAN analyses.....		78
Brakwaterschorren		78
Zoetwaterschorren		78
Bijlage 5: Ordinaties: algemene vegetatiepatronen		78
Bijlage 6: Resultaten van de diver metingen: een voorbeeldsessie voor elke saliniteitszone (mesohalien, oligohalien, zoet met lange verblijftijd en zoet met korte verblijftijd).....		78
Mesohaliene zone: voorbeeld van een diversessie t.h.v. het Galgenschoor		78
Oligohaliene zone: voorbeeld van een diversessie t.h.v. de Notelaer		78
Zoete zone met lange verblijftijd: voorbeeld van een diversessie t.h.v. het Groot Schoor van Hamme		78
Zoete zone met korte verblijftijd: voorbeeld van een diversessie t.h.v. de tijarm te Gentbrugge		78

Lijst van figuren

Figuur 1-1: Afbakening van de brakke schorecotopen (uit Van Braeckel et al., 2006.) en de Nederlandse schorecotopen in ZES (Bouma et al., 2005).....	2
Figuur 1-2: Schematisch overzicht van de fysiotopen verdeling met hun ecotopen in de zoete en brakke zone van het Schelde-estuarium (Van Braeckel et al., 2008).....	3
Figuur 2-1: Illustratie van hoe de positie van 3 opnamepunten ten opzichte van getijhoogteparameters berekend wordt (PosXXX). Wanneer een opnamepunt onder een getijhoogte ligt heeft de positie ervan een negatieve waarde (weergegeven in de tabel). Hier voorgesteld zijn de Uiterst Hoog Water (UHW) lijn en Gemiddeld Hoog Water (GHW) lijn. Deze lijnen lopen niet parallel doorheen het estuarium waardoor PosUHW en PosGHW niet gelijklopend veranderen doorheen het estuarium.	7
Figuur 2-2: Locatie van de vegetatieopnames in het Wester- en Zeescheldegebied. De poyhaliene zone werd in deze studie niet nader onderzocht.	10
Figuur 2-3: Overzicht van de peilbuislocaties per meetsessie.....	13
Figuur 2-4: Overspoelingsgolf gemeten met een interval van 1 minuut versus 5 minuten.....	14
Figuur 2-5: Schematische voorstelling meetmethode. Links: schematische voorstelling meetopstelling. Centraal: wijze van meten en benodigd meetmateriaal. Rechts: geperforeerde peilbuis met filterkous op meetlocatie met een RTK-GPS.	15
Figuur 2-6: Voorbeeld van een niet-gekalibreerde en een gekalibreerde meetreeks.....	16
Figuur 2-7: Bepaling van drainagediepte en drainagesterkte.	17
Figuur 3-2: Relatie tussen hoogte gemeten met RTK GPS en hoogte afgeleid uit het DTM voor de vegetatieopnameplots in de Zeeschelde.....	26
Figuur 3-3: Duurcurves van het mesohaliene deel.....	31
Figuur 3-4: Invloed van de bodemtextuur op de drainagediepte (links) en de drainagesterkte (rechts). 0: bodem met zandige bijmenging, 1: zuiver klei of slib zonder zandige bijmenging.	31
Figuur 3-5: Invloed van de locatierhoogte op de drainageparameters.	31
Figuur 3-6: Invloed van de afstand tot de meest nabijgelegen kreek op de drainageparameters.....	32
Figuur 3-7: Drainagesterkte (links) en drainagediepte (rechts) in functie van het vegetatietype.....	32
Figuur 3-8: Duurcurves van de meetreeksen in de vegetatietypes Zeebies (links) en Zeeaster (rechts).....	33
Figuur 3-9: Duurcurves van de meetreeksen in de vegetatietypes Strandkweek (links) en Riet (rechts).	33
Figuur 3-10: Kans op voorkomen van kolonistoren in functie van de overspoelingsfrequentie in het brakke deel. Het rood gearceerde deel is een overspoelingsbereik waarbinnen er geen opnames van kolonistoren in de dataset aanwezig waren. ...	35
Figuur 3-11: 95% betrouwbaarheidsinterval (rood) voor voorspellingen over het voorkomen van kolonistoren in het brakke deel.....	36
Figuur 3-12: Bovenste rij: kans op voorkomen van <i>Glaux maritima</i> in functie van de overspoelingsfrequentie en begrazing. Tweede rij: kans op voorkomen van <i>Salicornia europaea</i> in functie van de overspoelingsfrequentie en afstand tot de monding voor begraasde (links) en niet-begraasde (rechts) gebieden. Derde rij:	

kans op voorkomen van <i>Salicornia procumbens</i> in functie van de overspoelingsfrequentie en afstand tot de monding voor pionierszone (links) en niet-pionierszone (rechts) gebieden.	37
Figuur 3-13: Kans op voorkomen van <i>Spartina townsendii</i> in functie van de overspoelingsfrequentie en de afstand tot de monding voor op de oeverwal (links) en niet op de oeverwal (rechts) gelegen gebieden.	38
Figuur 3-14: Kans op voorkomen van pionierssoorten in functie van de overspoelingsfrequentie.	39
Figuur 3-15: Waargenomen bereik van overspoelingsfrequenties voor de verschillende deelgroepen van kolonisatoren: <i>Glaux</i> (vegetatietype k), <i>Salicornia</i> (vegetatietype b) en <i>Spartina</i> (vegetatietype c).	39
Figuur 3-16: Kans op voorkomen van het hoofdtype biezten A in functie van overspoelingsfrequentie, afstand tot de monding en ligging in een komgrond. Het rood gearceerde deel is een overspoelingsbereik waarbinnen er geen opnames van biezten A in de dataset aanwezig waren. Afstand tot de monding varieerde in de dataset van 46km tot 67km.	41
Figuur 3-17: Links: kans op voorkomen van <i>Agrostis stolonifera</i> in functie van de overspoelingsfrequentie en begrazing, Rechts: kans op voorkomen van <i>Aster tripolium</i> in functie van de overspoelingsfrequentie en de afstand tot de monding.	42
Figuur 3-18: Kans op voorkomen van het hoofdtype biezten B in functie van afstand tot de monding en pionierssituatie. Het rood gearceerde deel is een afstands bereik waarbinnen er geen opnames van biezten B in de dataset aanwezig waren.	42
Figuur 3-19: Kans op voorkomen van het hoofdtype zilt grasland in functie van hoogte boven de gemiddeld hoogwaterlijn, afstand tot de kreek en begrazing. Het rood gearceerde deel is een hoogtebereik waarbinnen er geen opnames van zilt grasland in de dataset aanwezig waren. Afstand tot de monding varieerde in de dataset van 0.5m tot 36m. De kans op voorkomen beneden -0.5m t.o.v. de gemiddeld hoogwaterlijn kan overschat zijn ten gevolge van het ontbreken van asymmetrische termen in het model.	44
Figuur 3-20: Boven: kans op voorkomen van <i>Festuca rubra</i> in functie van overspoelingsfrequentie en begrazing. Midden: kans op voorkomen van <i>Agrostis stolonifera</i> in functie van overspoelingsfrequentie en begrazing (links) en kans op voorkomen van <i>Juncus gerardi</i> in functie van overspoelingsfrequentie en begrazing (rechts). Onder: kans op voorkomen van <i>Puccinellia maritima</i> in functie van overspoelingsfrequentie en afstand tot de monding in niet begraasde situaties (links) en in begraasde situaties (rechts).	45
Figuur 3-21: Kans op voorkomen van het hoofdtype zilverschoongrasland in functie van overspoelingsfrequentie en ligging op een oeverwal. Het rood gearceerde deel is een overspoelingsbereik waarbinnen er geen opnames van zilverschoongrasland in de dataset aanwezig waren.	46
Figuur 3-22: Kans op voorkomen van het hoofdtype strandkweek in functie van hoogte boven de gemiddeld hoogwaterlijn, afstand tot de kreek en begrazing. Het rood gearceerde deel is een hoogtebereik waarbinnen er geen opnames van Strandkweek in de dataset aanwezig waren. Afstand tot de kreek varieerde in de dataset van 0.5m tot 43m.	47
Figuur 3-23: Kans op bijmenging van <i>Scirpus maritimus</i> in het hoofdtype strandkweek.	48
Figuur 3-24: Kans op voorkomen van het hoofdtype riet in functie van hoogte boven de gemiddeld hoogwaterlijn, afstand tot de monding en ligging in een komgrond.	

Het rood gearceerde deel is een hoogtebereik waarbinnen er geen opnames van Riet in de dataset aanwezig waren. Afstand tot de monding varieerde in de dataset van 55km tot 73km.	49
Figuur 3-25: Kans op voorkomen van kolonistoren in functie van de overspoelingsfrequentie in het zoete deel. Het rood gearceerde deel is een overspoelingsbereik waarbinnen er geen opnames van kolonistoren in de dataset aanwezig waren.	52
Figuur 3-26: Kans op voorkomen van biezen in functie van de overspoelingsfrequentie in het zoete deel. Het rood gearceerde deel is een overspoelingsbereik waarbinnen er geen opnames van biezen in de dataset aanwezig waren.	53
Figuur 3-27: Kans op voorkomen van riet in functie van de overspoelingsfrequentie in het zoete deel. Het rood gearceerde deel is een overspoelingsbereik waarbinnen er geen opnames van riet in de dataset aanwezig waren.	54
Figuur 3-28: Kans op voorkomen van rietruigte in functie van de overspoelingsfrequentie en afstand tot de kreek in het zoete deel. Het rood gearceerde deel is een overspoelingsbereik waarbinnen er geen opnames van rietruigte in de dataset aanwezig waren. Afstand tot de kreek varieerde van 3m tot 110m.	55
Figuur 3-29: Kans op voorkomen van ruigte in functie van de overspoelingsfrequentie in het zoete deel. Het rood gearceerde deel is een overspoelingsbereik waarbinnen er geen opnames van rietruigte in de dataset aanwezig waren.	56
Figuur 3-30: Kans op voorkomen van bos en struweel in functie van de overspoelingsfrequentie in het zoete deel. Het rood gearceerde deel is een overspoelingsbereik waarbinnen er geen opnames van rietruigte in de dataset aanwezig waren.	57
Figuur 4-1: Hoofdtype kolonistoren in het brakke deel van de Schelde: Situering van de opnames ten opzichte van de fysiotopen uit Van Braeckel et al. (2008). Blauw: Lage pionierzone, Paars: hoge pionierzone, geel: schorzone, groen: hogere schorzone. Hoogteligging is links aangegeven in mTAW.	63
Figuur 4-2: Verspreidingspatroon van kolonistoren: vergelijking van het model met de ligging van de opnames.	64
Figuur 4-3: Biezen A (boven) en biezen B (onder) in het brakke deel van de Schelde: situering van de opnames ten opzichte van de fysiotopen uit Van Braeckel et al. (2008). Blauw: Lage pionierzone, Paars: hoge pionierzone, geel: schorzone, groen: hogere schorzone. Hoogteligging is links aangegeven in mTAW.	65
Figuur 4-4: Voorkomen van opnames van de vegetatietypes in de brakke schorzone.	66
Figuur 4-5: Brakke schorecotopen: kans van voorkomen van kenmerkende vegetatiegroepen langs de Schelde per OMES-segment (OS6 tem 12) in functie van de hoogteligging (mTAW).	67
Figuur 4-6: Voorkomen van opnames van de vegetatietypes in het zoete deel in functie van de overspoelingsfrequentie.	68
Figuur 4-7: Zoete schorecotopen: kans van voorkomen langs de Schelde per OMES-segment (OS13 tem 19) in functie van de hoogteligging (mTAW).	69
Figuur 5-1: Kans van voorkomen van het vegetatietype ruigte, riet en pionier in het zoete deel.	71
Figuur 6-1: Resultaten van de TWINSPAN-analyse van de vegetatieopnames uit de brakwaterzone. De letter in de rechtse kolom correspondeert met letter bij de beschrijvingen.	78

Figuur 6-2: Resultaten van de TWINSPAN-analyse van de vegetatieopnames uit de zoetwaterzone. De letter in de rechtse kolom correspondeert met letter bij de beschrijvingen.	78
Figuur 6-3: Biplot weergave van de eerste twee assen van de CA op de gecombineerde Belgische (groen) en Nederlandse (oranje) opnames. Enkel plantensoorten waarvan $\geq 15\%$ van de variatie binnen de biplot verklaard wordt, worden getoond. De weergegeven plantennamen zijn een samenstelling van de vier eerste tekens van de genusnaam en de drie eerste tekens van de soortnaam.	78
Figuur 6-4: Biplot weergave van de eerste en derde as van de CA op de gecombineerde Belgische (groen) en Nederlandse (oranje) opnames. Enkel plantensoorten met een correlatie van $\geq 15\%$ worden getoond. De weergegeven plantennamen zijn een samenstelling van de vier eerste tekens van de genusnaam en de drie eerste tekens van de soortnaam.....	78
Figuur 6-5: Biplot weergave van de eerste en vierde as van de CA op de gecombineerde Belgische (groen) en Nederlandse (oranje) opnames. Enkel plantensoorten met een correlatie van $\geq 15\%$ worden getoond. De weergegeven plantennamen zijn een samenstelling van de vier eerste tekens van de genusnaam en de drie eerste tekens van de soortnaam.....	78
Figuur 6-6: Situering van de divers op het Galgenschoor (divers 20-22, links) en Blokkersdijk (diver 19, rechts).	78
Figuur 6-7: Gemeten waterhoogtes t.h.v. het Galgenschoor en Blokkersdijk (divers 19-22). ...	78
Figuur 6-8: Duurcurve van de diversessie op het Galgenschoor en Blokkersdijk (divers 19-22).	78
Figuur 6-9: Relatie tussen de gemeten waterhoogtes door de divers op het Galgenschoor en de gemeten tijhoogtes op de Schelde t.h.v. Liefkenshoek.	78
Figuur 6-10: Relatie tussen de door de divers gemeten waterhoogtes en de neerslaghoeveelheid tijdens de meetperiode (divers 19-22).	78
Figuur 6-11: Verloop van de saliniteitswaarden tijdens de meetsessie (divers 19-22).	78
Figuur 6-12: Situering van de divers op de Notelaer (divers 43-47).	78
Figuur 6-13: Gemeten waterhoogtes t.h.v. de Notelaer (divers 43-47).	78
Figuur 6-14: Duurcurve van de diversessie t.h.v. de Notelaer (divers 43-47).....	78
Figuur 6-15: Relatie tussen de gemeten waterhoogtes door de divers op de Notelaer en de gemeten tijhoogtes op de Schelde. t.h.v. Temse.	78
Figuur 6-16: Relatie tussen de door de divers gemeten waterhoogtes en de neerslaghoeveelheid tijdens de meetperiode (divers 43-47).	78
Figuur 6-17: Verloop van de saliniteitswaarden tijdens de meetsessie (divers 43-47).	78
Figuur 6-18: Situering van de divers op het Groot Schoor van Hamme (divers 33-37).	78
Figuur 6-19: Gemeten waterhoogtes t.h.v. het Groot Schoor van Hamme (divers 33-37).....	78
Figuur 6-20: Duurcurve van de diversessie t.h.v. het Groot Schoor van Hamme (divers 33-37).	78
Figuur 6-21: Relatie tussen de gemeten waterhoogtes door de divers op het Groot Schoor van Hamme en de gemeten tijhoogtes op de Schelde. t.h.v. St-Amands.	78
Figuur 6-22: Relatie tussen de door de divers gemeten waterhoogtes en de neerslaghoeveelheid tijdens de meetperiode (divers 33-37).	78
Figuur 6-23: Verloop van de saliniteitswaarden tijdens de meetsessie (divers 33-37).	78

Figuur 6-24: Situering van de divers t.h.v. de tijarm, Gentbrugge (divers 109-113).....	78
Figuur 6-25: Gemeten waterhoogtes t.h.v. de tijarm, Gentbrugge (divers 109-113).....	78
Figuur 6-26: Duurcurve van de diversessie t.h.v. de tijarm, Gentbrugge (divers 109-113).	78
Figuur 6-27: Relatie tussen de gemeten waterhoogtes door de divers op de tijarm, Gentbrugge en de gemeten tijhoogtes op de Schelde. t.h.v. Melle.	78
Figuur 6-28: Relatie tussen de door de divers gemeten waterhoogtes en de neerslaghoeveelheid tijdens de meetperiode (divers 109-113).	78
Figuur 6-29: Verloop van de saliniteitswaarden tijdens de meetsessie (divers 109-113).	78

Lijst van tabellen

Tabel 2-1: Een overzicht van de gebruikte omgevingsfactoren en hun oorsprong.	8
Tabel 2-2: Verklaring van de gebruikte afkortingen voor de omgevingsfactoren.....	8
Tabel 2-3: Overzicht van de omgevingsparameters die werden opgemeten met/afgeleid uit metingen van de CTD-divers.....	16
Tabel 3-1: Vegetatietypes voor de mesohaliene zone.	20
Tabel 3-2: Vegetatietypes voor de oligohaliene en zoete zone.	20
Tabel 3-3: Kruistabel die aangeeft hoeveel vegetatieopnames er van een bepaald vegetatietype tot een SALT97-type zijn toegewezen.	21
Tabel 3-4: Overzicht van de vegetatietypes met het SALT97-type waartoe het hoogst aantal opnames van een vegetatietype behoren.	22
Tabel 3-5: Overzicht van de top vijf geselecteerde omgevingsvariabelen per saliniteitszone. Het percentage verklaarde variatie door deze vijf variabele samen is weergegeven in de kolomhoofding voor elke saliniteitszone. Indien een variabele tot de vijf meest verklarende variabelen binnen een saliniteitszone behoort, is deze verdonkerd weergegeven; indien ze tot de top twee behoort in zwart. Let op: deze tabel is gebaseerd op conditionele effecten; dit wil zeggen dat deze vijf variabelen samen het beste verklarende model geven, maar dat individuele variabelen niet steeds tot de vijf meest verklarende variabelen behoren. (meso=mesohalien; oligo=oligohalien; zoet lang=zoet met lange verblijftijd; zoet kort=zoet met korte verblijftijd). Aantallen opnames per zone: Meso: N=315, Oligo: N=62; zoet lang: N=47, zoet kort: N=46.	28
Tabel 3-6: Correlatiematrix voor de parameters van het brakke deel. Enkel correlatiecoëfficiënten groter dan 0.5 zijn weergegeven.	34
Tabel 3-7: Coëfficiënten van het model voor kolonisatoren.....	36
Tabel 3-8: Coëfficiënten van het model voor biezten A.	40
Tabel 3-9: Coëfficiënten van het model voor biezten B.	43
Tabel 3-10: Coëfficiënten van het model voor zilt grasland.....	43
Tabel 3-11: Coëfficiënten van het model voor zilverschoongrasland.	46
Tabel 3-12: Coëfficiënten van het model voor strandkweek.	48
Tabel 3-13: Coëfficiënten van het model voor riet.	50
Tabel 3-14: Correlatiematrix voor de parameters van het brakke deel. Enkel correlatiecoëfficiënten groter dan 0.5 zijn weergegeven.	51
Tabel 3-15: Coëfficiënten van het model voor kolonisatoren.....	52
Tabel 3-16: Coëfficiënten van het model voor biezten.....	53
Tabel 3-17: Coëfficiënten van het model voor riet.	53
Tabel 3-18: Coëfficiënten van het model voor rietruigte.....	54
Tabel 3-19: Coëfficiënten van het model voor ruigte.	55
Tabel 3-20: Coëfficiënten van het model voor struweel en bos.....	56
Tabel 3-21: Belangrijkste verklarende parameters uit de globale analyse van vegetatiepatronen en voor modellering van vegetatietypen en soorten in de mesohaliene zone.....	58

Tabel 3-22: Belangrijkste verklarende parameters uit de globale analyse van vegetatiepatronen en voor modellering van vegetatietypen en soorten in de zoete zone.....	59
Tabel 4-1: Toekenning van de onderscheiden vegetatietypen aan ecotopen in de brakke en de zoete zone.	62
Tabel 6-1: Abiotische omgevingsvariabelen per saliniteitszone	78
Tabel 6-2: Voorbeeldsessie mesohaliene zone: vegetatietype, schor, maaiveldhoogte en meetperiode.	78
Tabel 6-3: Voorbeeldsessie oligohaliene zone: vegetatietype, schor, maaiveldhoogte en meetperiode.	78
Tabel 6-4: Voorbeeldsessie zoete zone met lange verblijftijd: vegetatietype, schor, maaiveldhoogte en meetperiode.	78
Tabel 6-5: Voorbeeldsessie zoete zone met korte verblijftijd: vegetatietype, schor, maaiveldhoogte en meetperiode.	78

Box 1: De in deze studie gehanteerde betekenis van enkele begrippen

Ecotoop: *ruimtelijke eenheid die homogeen is qua (vegetatie-) structuur, successiestadium en de voornaamste abiotische factoren en antropogene invloeden die voor de vegetatie van belang zijn.* Een ecotoop wordt in deze studie gedefinieerd door een combinatie van zijn vegetatie en de heersende omgevingsfactoren. Fauna elementen worden niet mee in beschouwing genomen.

Ecotoopstelsel: *classificatiesysteem van ecotopen waarin de van belang zijnde ecotopen in een gebied op overzichtelijke wijze gerangschikt zijn.* In deze studie wordt getracht indelingskenmerken te vinden voor de schorecotopen van het Schelde-estuarium door vegetatietypen te koppelen aan standplaatsfactoren. Aanwezigheid van diersoorten wordt niet mee beschouwd.

Fysiotoop: *een eenheid die homogeen is voor abiotische omstandigheden die van belang zijn voor biotische aspecten.* Vergelijkbaar met ecotoop, maar dan alleen abiotisch.

Niche: *functionele plaats van een organisme in een ecosysteem.* Een niche is dus geen plaats maar een set aan abiotische en biotische voorwaarden die opportuniteiten voor een soort of functionele groep bepalen.

1 Inleiding

Sinds 2001 heeft de Technische Schelde Commissie de Lange Termijn Visie voor het Schelde-estuarium vastgesteld. Deze schrijft voor dat de Schelde in 2030 een gezond en multifunctioneel estuarien ecosysteem is dat op duurzame wijze kan gebruikt worden voor menselijke behoeften. Ter ondersteuning van deze Lange Termijn Visie werd het Memorandum van Vlissingen in 2002 door Vlaanderen en Nederland ondertekend. Hierin werd overeen gekomen om jaarlijks te investeren in gemeenschappelijk, beleidsondersteunend onderzoek en monitoring, teneinde onze systeemkennis uit te breiden.

In het kader van dit Memorandum werd het onderzoeks - en monitoringsprogramma van LTV O&M geoperationaliseerd. Jaarlijks werd aldus een Vlaams - Nederlands onderzoeksprogramma opgemaakt voor de thema's natuurlijkheid, veiligheid en toegankelijkheid, met aandacht voor de thema's vis & visserij en recreatie & toerisme. Deze vervolgstudie naar de ontwikkeling van één schorecotopenstelsel voor het volledige Schelde-estuarium werd opgenomen in het programmaplan 2009 en goedgekeurd door de stuurgroep binnen de structuur van LTV O&M.

1.1 Situering

De Lange Termijn Visie pleit voor grensoverschrijdend duurzaam herstel van het estuarien ecosysteem. Dit kan enkel door het herstellen van de estuariene processen en de voorkomende habitats. Daarom dienen we inzicht te hebben in de aanwezige levensgemeenschappen langsheen de volledige Schelde-gradiënt en te weten welke habitatkenmerken belangrijk zijn en waar er hoeveel van elk type habitat mogelijk en wenselijk is om het estuarien systeem degelijk te laten functioneren.

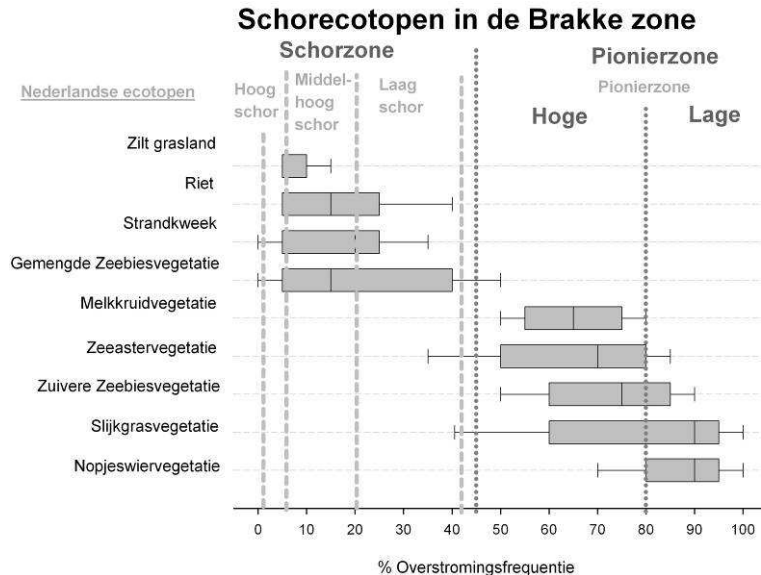
De beheerder wil dus kunnen inschatten welke habitats waar voorkomen en waarom. Bovendien ondergaan de estuariene habitats voortdurend kwantitatieve en kwalitatieve veranderingen ten gevolge van infrastructuurwerken, vaargeul verruiming, de algemene zeespiegelstijging en natuurontwikkelingsprojecten. Deze wijzigingen beïnvloeden de draagkracht en de potenties van het estuarium voor de verschillende levensgemeenschappen. Daarom heeft de beheerder ook nood aan een instrument dat op een betrouwbare wijze de impact van ingrepen en wijzigingen kan inschatten. Om tegemoet te komen aan de nood om veranderingen in habitateigenschappen en -verspreidingen te begrijpen en te voorspellen, moeten ecologische modellen ontwikkeld worden. De ontwikkeling van dergelijke modellen vereist in de eerste plaats dat een ecotopenstelsel voorhanden is dat toepasbaar is over het volledige estuarium, zodat ingreep-effect relaties in het estuarium op vergelijkbare wijze kunnen weergegeven worden aan beide zijden van de grens, en vervat worden in één enkel model. Binnen de saliniteitsgradiënt zijn allicht verschillende submodellen nodig. Begrenzings daarvan dienen echter eerder op abiotische kenmerken te rusten dan op administratieve grenzen.

Binnen LTV O&M wordt stapsgewijs gewerkt aan een grensoverschrijdende habitatkarakterisering, en in verschillende projecten worden 'sets' van habitats ecologisch gekarakteriseerd. Zo richtte het project 'Habitatmapping Westerschelde' zich op de subtidale ecotopen van de Westerschelde terwijl het hier gerapporteerde onderzoek 'Schorecotopen van de Schelde' focust op de met hogere planten begroeide schorren van de mesohaliene zone tot Gent. De betrachting hierbij is om zo nauw mogelijk aan te sluiten op het Zoute Ecotopen Stelsel (ZES) en de Salt 08 vegetatietypologie, die voor de Westerschelde gebruikt worden. In vervolgprouwen de komende jaren zal ook verder aandacht besteed worden aan de slikken, platen en subtidale habitats in het volledige estuarium.

1.2 Voorgaand onderzoek

Zowel in Vlaanderen (Van Braeckel et al., 2006) als in Nederland (Bouma et al., 2005) werden schorecotopenstelsels ontwikkeld voor getijgebonden habitats. Beide stelsels definiëren zogenaamde 'fysiotopen' of abiotische eenheden waarbinnen ecotopen als vegetaties of functionele

eenheden kunnen onderscheiden worden. Echter, geen van beide stelsels hield voldoende rekening met de verschuiving van het bereik van vegetatietypes in het tijvenster langsheen de saliniteitsgradiënt (Figuur 1-1). Hierdoor konden ze niet aan elkaar gekoppeld worden. Bovendien ontbrak een goede typering van de zoete schorren.



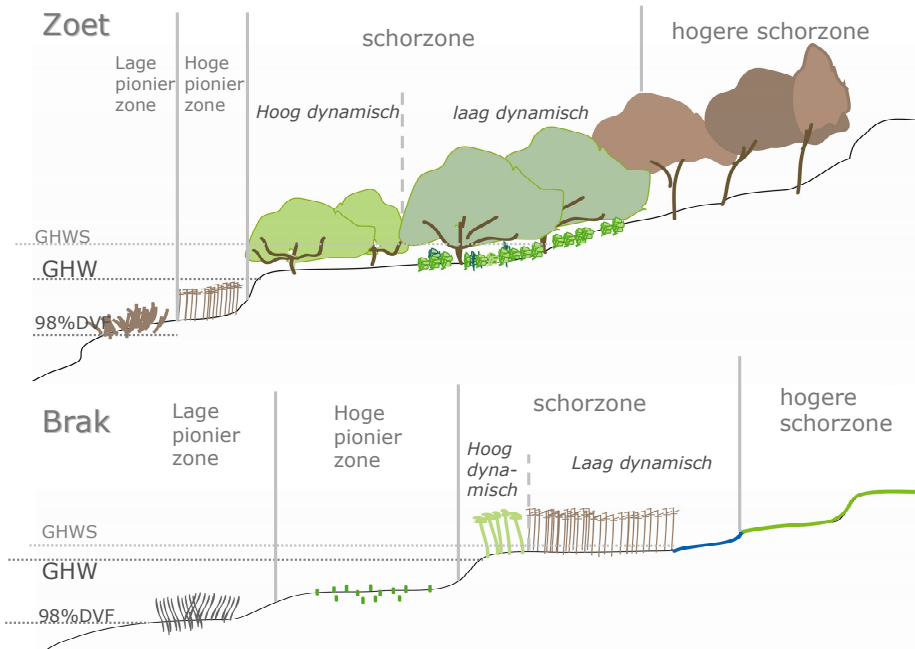
Figuur 1-1: Afbakening van de brakke schorecotopen (uit Van Braeckel et al., 2006.) en de Nederlandse schorecotopen in ZES (Bouma et al., 2005).

In 2008 werd daarom het project 'Aanzet tot de ontwikkeling van één schor ecotopenstelsel voor Vlaanderen en Nederland' opgestart, conform het Programmaplan van LTV O&M uit 2007. Het voorkomen van plantengemeenschappen en soorten werd in deze studie bestudeerd in functie van enkele geselecteerde omgevingsfactoren langsheen de Schelde. Het doel was om de aanwezige schorecotopen te kunnen definiëren in een ecotopenstelsel dat bruikbaar is langsheen de volledige saliniteits- en getijgradiënt. De variabelen werden geselecteerd op basis van hun relevantie voor het voorkomen van plantensoorten, maar ook op basis van hun gebiedsdekkende beschikbaarheid. Zoutgradiënt (longitudinale gradiënt) en overspoelingsdynamiek, uitgedrukt in relatieve overspoelingsfrequentie (verticale gradiënt), bleken voorlopig de meest geschikte factoren.

De vegetaties langsheen de volledige saliniteitsgradiënt werden toegekend aan beschreven vegetatietypes uit een combinatie van verschillende bestaande typologieën. Concreet werden frequentieanalyses uitgevoerd naar het voorkomen van deze vegetatietypes in functie van de saliniteit en de relatieve overspoelingsfrequentie. Het overspoelingsregime op een bepaalde plaats werd afgeleid uit een digitaal hoogtemodel en de geïnterpoleerde plaatselijke hoogwaterstanden. De hoogteligging werd immers als bepalend beschouwd voor de overspoelingsfrequentie. Er werd dus abstractie gemaakt van de plaatselijke asymmetrie van de tijcurve, de dynamiek en de geomorfologie van het schor.

Volgens deze eerste analyse vertoont de mondingszone een duidelijk patroon van verticale vegetatiebanden, zoals voorgesteld in ZES. In stroomopwaartse richting vervaagt dit patroon en drukken ook andere abiotische factoren hun stempel op de vegetatiegemeenschappen. Daarom werd vanaf de brakke zone van het Schelde-estuarium een andere fysiotoop indeling voorgesteld. Langs de verticale gradiënt werd daarin onderscheid gemaakt tussen de lage en hoge pionierzone, de schorzone en de hogere schorzone (Van Braeckel et al., 2008, Figuur 1-2). Binnen de schorzone werd langs de laterale gradiënt onderscheid gemaakt tussen zones met hogere en lagere dynamiek. De termen "hoogdynamisch" en "laagdynamisch" worden in deze typologie, anders dan in ZES (Bouma et al., 2005), gebruikt om onderscheid te maken tussen schortypes die op vergelijkbare hoogte liggen en zich dus niet laten definiëren door termen als hoog of laag schor. Tot hertoe werd

namelijk aangenomen dat progressieve successie steeds gepaard gaat met relatieve verhoging in het getijdenvenster. De resultaten van Van Braeckel et al. (2008) doen echter vermoeden dat een 'oud schor' niet noodzakelijk hoger ligt maar dat ook tijd, dynamiek en geomorfologie de vegetatie bepalen in de schorzone.



Figuur 1-2: Schematisch overzicht van de fysiotope verdeling met hun ecotopen in de zoete en brakke zone van het Schelde-estuarium (Van Braeckel et al., 2008).

In vergelijking met de fysiotope in ZES betekent dit dat de pionierzone, die het grootste verticale bereik heeft, in twee zones wordt onderverdeeld. De 'lage' en 'midden' schorzone overlappen haast volledig in verticale spreiding en worden daarom op basis van andere standplaatsfactoren onderscheiden dan ligging in het getijdenvenster.

1.3 Verdere stappen

Concreet moeten vegetaties of functionele eenheden beter abiotisch gekenmerkt worden met behulp van bijkomende omgevingsvariabelen zodat de grenzen van te onderscheiden fysiotope beter kunnen afgelijnd worden en de ecotopen kunnen gedefinieerd worden op basis van de vegetaties die er in voorkomen. Een betere inschatting van de relatie tussen de gebruikte berekende of gemodelleerde waarden voor omgevingsvariabelen en de realiteit (vb. werkelijke tegenover de geschatte overspoelingsregimes) zou hierbij een grote hulp zijn maar vormt geen onderwerp van deze studie.

De gemiddelde relatieve overspoelingsduur of corresponderende droogvalduur vertoont mogelijk een meer direct verband met vegetatiesamenstelling dan de overspoelingsfrequentie doordat ze een sterker verband vertoont met (afwijkende) overspoelingscurves (GGG's, tijasymmetrie, invloed van bovenafvoer,...). Het is net bij deze afwijkende overspoelingscurves dat het vermogen van overspoelingsfrequentie om vegetaties te voorspellen onvoldoende bleek. Naast het overspoelingsregime heeft ook de waterhuishouding of het drainageregime van de standplaats een impact op de vegetatiesamenstelling. Er moet dus gezocht worden naar methoden om deze gebiedsdekkend te beschrijven.

Op ecosystemenniveau moeten verspreidingspatronen van vegetaties meer gericht geanalyseerd worden in relatie tot een grotere set van omgevingsvariabelen. Daarnaast moeten standplaatsvereisten van vegetaties en hun respons op wijzigingen in standplaatsfactoren

(getijasymmetrie, bodemkenmerken, drainage, bovenafvoer...) modelmatig onderzocht worden. Dit alles om de impact van geplande ingrepen en autonome veranderingen op schorecotopen beter te kunnen inschatten, alsook de onzekerheidsmarge daarbij. van de Rijt (1993), van de Rijt en Duijnste (1996) en Criel et al. (1999) ontwikkelden reeds dergelijke vegetatiemodellen voor de schorvegetaties van Maas en Schelde. De daarin gevolgde aanpak wordt in deze studie verder uitgewerkt.

1.4 Opzet van het vervolgonderzoek

De opzet van dit vervolgonderzoek is in de eerste plaats de ontwikkeling van een grensoverschrijdend schorecotopenstelsel.

Dit is noodzakelijk om:

- het voorkomen van ecotopen langsheen het Schelde-estuarium op uniforme wijze te documenteren en rapporteren,
- de bepalende factoren voor het voorkomen van soorten en vegetaties op te sommen,
- een inschatting te kunnen maken waar en hoeveel verschillende vegetatietypes kunnen voorkomen langsheen de volledige Scheldegradiënt,
- de impact van ingrepen langsheen de Schelde op een uniforme manier te kunnen inschatten en weergeven.

Dit onderzoek kan als grensoverschrijdend schorsubmodel ook input leveren voor het ecosysteemmodel MOSES-OMES (Meire et al., 1997).

1.5 Doelstellingen

Hoofddoelstelling van dit project is, vertrekkende van Van Braeckel et al. (2008), schorecotopen stroomopwaarts Hansweert te karakteriseren, als onderdeel van een grensoverschrijdend ecotopenstelsel. In de polyhaliene zone wordt verder gebruik gemaakt van het bestaande ZES ecotopenstelsel. Als werkdefinitie voor ecotoop in deze studie hanteren we dezelfde als Van Braeckel et al. (2008): *een ruimtelijke eenheid die homogeen is qua (vegetatie-) structuur, successiestadium en de voornaamste abiotische factoren en antropogene invloeden die voor de biota van belang zijn*. Een ecotoop wordt dus gedefinieerd door een combinatie van zijn vegetatie en de heersende omgevingsfactoren. Deze studie komt hieraan tegemoet door expliciet via modelleringen vegetaties te linken aan omgevingsfactoren in de mesohaliene, oligohaliene en zoete zones van het Schelde-estuarium. Een belangrijke uitdaging daarbij is om schorecotopen te relateren aan de waterhuishouding, met name het overspoelingsregime en -drainage of gerelateerde variabelen.

De concrete doelstellingen zijn:

1. Het opstellen van een vegetatietyologie: In Van Braeckel et al. (2008) werden de vegetatietypes langsheen de volledige saliniteitsgradiënt toegekend aan beschreven vegetatietypes uit een combinatie van verschillende bestaande typologieën. In deze vervolgstudie wordt er voor geopteerd om op basis van vegetatieopnames een meer gebiedseigen typologie op te stellen voor de beschouwde zones. De resulterende vegetatietypes worden vervolgens gerelateerd aan bestaande typologieën.
 - om een goede wederzijdse toepassing van vegetatietyologieën te kunnen uitvoeren. In het kader van MONEOS wordt ernaar gestreefd de nieuwe typologie complementair te maken aan de bestaande typologie SALT08 zodat een combinatie van beide typologieën toelaat om zowel Nederlandse als Vlaamse estuariene vegetaties te karakteriseren.
 - om een goed beeld te krijgen van het voorkomen van verschillende vegetatietypes langsheen de volledige Scheldegradiënt.

2. Het bestuderen van vegetatiepatronen in relatie tot omgevingsfactoren en het modelleren van standplaatsvereisten van de eerder afgeleide vegetatietypes. Deze aanpak is onder andere gebaseerd op van de Rijt (1993), van de Rijt en Duijnste (1996) en Criel et al. (1999).
 - het bestuderen en beschrijven van algemene relaties tussen de verspreidingspatronen van vegetaties en omgevingsfactoren in het studiegebied.
 - de schorecotopen beter definiëren op basis van de modelresultaten bekomen voor plantensoorten en vegetaties. Aangeven van onzekerheidsmarges bij de afbakening van deze schorecotopen.
3. Een verkennende detailstudie van patronen en effecten van lokale waterhuishouding op schorren en hun vegetaties
 - het relateren van overspoelingsregime en drainageregime op het schor met het tijregime gemeten ter hoogte van de tijposten. Het verband tussen beide zal waarschijnlijk afhangen van ruimtelijke parameters: afstand tot de kreek en schorrand, geomorfologische eenheden (oeverwal/komgrond), bodem,... Aangezien deze laatste parameters gemakkelijker gebiedsdekkend voorhanden zijn dan drainagegegevens zelf, bieden ze misschien de mogelijkheid om als leidraad te dienen bij het verfijnen van de afbakening van schorecotopen.

Dit alles samen moet toelaten om een bruikbaar instrumentarium voor een uniforme inschatting van de impact van ingrepen op schorecotopen te ontwikkelen.

Het voorspellen van deze effecten steunt dan op twee componenten:

1. Het bepalen van de relatie tussen de standplaatsfactoren en de soortensamenstelling van de vegetatie. Hiervoor wordt in deze studie in 2 stappen gewerkt:
 - Relatie tussen lokaal gemeten standplaatsfactoren en variabelen die gebiedsdekkend voorhanden zijn (verkennende studie).
 - Relatie tussen deze gebiedsdekkende variabelen en soortensamenstelling van de vegetatie.
2. Het vertalen van ingrepen en autonome evoluties naar wijzigingen in standplaatsfactoren door middel van hydrodynamische modelleringen (buiten deze studie).

Box 2: Analyse van de standplaatsvereisten van vegetaties en plantensoorten

Bij de onderbouwing van de ecotopen wordt de ecologische amplitude nagegaan van de verschillende vegetatietypes in de brakke en zoete zone van de Schelde. Op basis hiervan worden verschillende fysiotopten of abiotische eenheden afgebakend waarbinnen verschillende ecotopen kunnen voorkomen. Hierbij wordt een modelbenadering toegepast.

Globaal genomen zijn binnen het Schelde-estuarium de zoutgradiënt en de overstromingsdynamiek, samen met hun afgeleide variabelen, de meest belangrijke en sturende ecologische factoren die schorvegetaties bepalen. Uit preliminaire analyses van gedetailleerde meetreeksen blijkt dat ook de lokale waterhuishouding (in relatie tot de lokale topografie en geomorfologie) mogelijk een belangrijke impact heeft op de vegetatiesamenstelling op het schor. Het lokale beheer en de historiek van een gebied (bv. ontstaan na natuurherstel) kunnen als een bijkomende sturende factor worden beschouwd.

Enerzijds beïnvloedt de **saliniteit** van het Scheldewater, rechtstreeks door overspoeling en onrechtstreeks via het grondwater, in sterke mate de aanwezigheid van zoutminnende (halofiele) en zouttolerante plantensoorten alsook de aan- of afwezigheid van zoutgevoelige soorten. Gemiddeld zoutgehalte en vooral zoutvariatie zijn sterk bepalend voor de vegetatie in het estuarium zoals ook vastgesteld in de Westerschelde (Bouma et al., 2005). Doordat zoutgehalte geen vaststaand gegeven is, maar lokaal net grote variatie kan vertonen, zijn momentopnames en empirische gegevens weinig bruikbaar. Zoutgehalte en -variatie vertonen echter een gradiënt langsheen de lengte van het estuarium, zodat we zoutgehalte kunnen benaderen door een variabele als 'afstand tot de monding', wat eenvoudiger te bepalen is dan bv. 'jaargemiddelde zoutgehalte' of 'dagelijkse amplitude zoutvariatie'. Nadien kan via een kalibratie een omrekening gebeuren tussen beide.

Anderzijds is het **overspoelingsregime** (duur en frequentie) een sterk sturende factor die de vegetatiedifferentiatie in sterke mate kan beïnvloeden. Door zijn verstoringseffect op de vegetatie oefent het overspoelingsregime op een *directe* manier een sterke invloed uit op de vegetatie. Doordat de impact van dit verstoringregime afneemt met toenemende schorhoogte, zorgt dit voor het ontstaan van verschillende vegetatiezones. Aangezien het lokaal overspoelingsregime binnenin een schor kan afwijken van het berekende regime op basis van waterstandsmetingen ter hoogte van tijposten in de vaargeul wordt hiernaar in deze studie verkennend bijkomend onderzoek uitgevoerd.

De **waterhuishouding** van de standplaats blijkt, zoals hoger gezegd, een belangrijke impact te hebben op de vegetatiesamenstelling op het schor. In dit project doen we verkennende analyses naar de relaties tussen het drainageregime, de geomorfologische en ruimtelijke factoren zoals afstand tot de rivier, afstand tot de kreek. De waterhuishouding is immers gerelateerd met de verschillende geomorfologische eenheden binnen het schorgebied (o.a. oeverwallen en komgronden) en hieraan gekoppeld de bodemtextuur. Op deze manier proberen we de factor waterhuishouding te koppelen aan parameters die gebiedsdekkend beschikbaar zijn, om ze in een volgende stap mee in het ecotopenmodel te kunnen integreren.

2 Materiaal en methode

2.1 Brongegevens

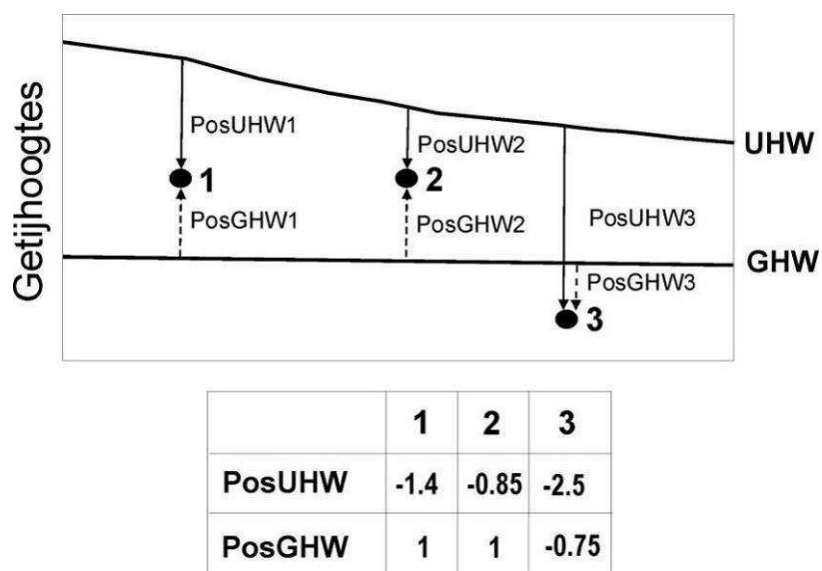
In voorliggende studie worden drie vegetatie datasets gebruikt die elke tegemoet komen aan het beantwoorden van specifieke vraagstellingen.

Dataset 1 (N=735 opnames)

Uit alle ons beschikbare opnames (N=898), werden 735 opnames geselecteerd die voldoende homogene vegetaties bevatten en die niet in natuurontwikkelingsgebieden zijn gemaakt omdat er een vermoeden bestaat dat deze nog niet in evenwicht waren met de heersende abiotiek. Deze dataset leent zich tot het identificeren van typische vegetaties, en werd gebruikt voor het opstellen van een typologie. Omdat voor opnames uit de polyhaliene zone al een typologie bestaat werden opnames uit deze zone niet meegenomen. De gebruikte opnames liggen dus in de mesohaliene zone, de oligohaliene zone, de zoete zone met lange verblijftijd en de zoete zone met korte verblijftijd. De opnames langs de Zeeschelde (N=628) werden gemaakt door het INBO tussen 2001 en 2009 en de opnames langs de Westerschelde (N=270) zijn gemaakt in het kader van de vegetatiekartering van 2004 (Reitsma, 2006). Het betreft steeds opnames gemaakt volgens Londo.

Dataset 2 (N=473 opnames)

Een tweede dataset werd gefilterd uit de gegevens van dataset 1. Ze bevat slechts één opname per puntlocatie en enkel opnames die ondubbelzinnig aan een vegetatietype kunnen toegewezen worden. De ligging van de opnamepunten is weergegeven in Figuur 2-2. Voor al deze vegetatieopnames beschikken we bovendien over de metingen van 20 omgevingsvariabelen. Een overzicht van deze variabelen en hun bronnen staat vermeld in de tabellen 2.1 en 2.2. Een verdere verduidelijking van hoe posities ten opzichte van een getijparameter (PosGHW, PosGHWD, PosGHWS, enz...) berekend werden staat in Figuur 2-1.



Figuur 2-1: Illustratie van hoe de positie van 3 opnamepunten ten opzichte van getijhoogteparameters berekend wordt (PosXXX). Wanneer een opnamepunt onder een getijhoogte ligt heeft de positie ervan een negatieve waarde (weergegeven in de tabel). Hier voorgesteld zijn de Uiterst Hoog Water (UHW) lijn en Gemiddeld Hoog Water (GHW) lijn. Deze lijnen lopen niet parallel doorheen het estuarium waardoor PosUHW en PosGHW niet gelijklopend veranderen doorheen het estuarium.

Tabel 2-1: Een overzicht van de gebruikte omgevingsfactoren en hun oorsprong.

Categorie		Parameter	Westerschelde	Zeeschelde
Estuariene gradiënt (saliniteit)		OMES,	Soetaert & Herman (1995)	Soetaert & Herman (1995)
		Afst_monding	Afstand gemeten langsheen de vaargeul	
Geïnterpoleerde gemeten tijgegevens en afgeleide parameters t.o.v. DTM-hoogte. Voor de standplaatsmodellering van het zoete deel werden deze omgerekend t.o.v. RTK hoogte.		PosGLW, PosGLWS, PosGHW, PosGHWD, PosGHWS, PosUHW GTV, GTVS	1998-2000 (INBO)	1998-2000 (INBO)
Hoogte data van de schorren	Puntdata (RTK/theodoliet)	Hoogte_rtk*		2003-2008 (INBO)
	Digitaal terrein model van de schorren	Hoogte_dtm	2m x 2m (2004, RWS)	2m x 2m (2004, INBO)
Kreek en schormorfologie en afgeleide parameters		Afst_Kreek, Afst_Schorrand, Komgrond, Oeverwal, Pionierschor	Digitalisatie (INBO)	Digitalisatie (INBO)
Overspoelingsfrequentie		OF%_dtm, OF%_rtk*	1998-2000 (INBO)	1998-2002 (INBO)
Overspoelingsduur		OD_dtm, OD_rtk*	afgeleid uit 10-minuutswaarden 2008	afgeleid uit 10-minuutswaarden 2008

*RTK afgeleide variabelen zijn enkel beschikbaar voor de Zeeschelde

Tabel 2-2: Verklaring van de gebruikte afkortingen voor de omgevingsfactoren.

Naam variabele	Verklaring
PosGHW	Hoogteverschil tussen de opnameplaats en gemiddeld hoog water
PosGHWD	Hoogteverschil tussen de opnameplaats en gemiddeld hoog water bij doottij
PosGHWS	Hoogteverschil tussen de opnameplaats en gemiddeld hoog water bij springtij
PosGLW	Hoogteverschil tussen de opnameplaats en gemiddeld laag water
PosGLWS	Hoogteverschil tussen de opnameplaats en gemiddeld laag water bij springtij
Afst_Kreekrand	Afstand tot de dichtstbijzijnde kreek
Afst_monding	Afstand langs de rivier tot de monding (Vlissingen)
Afst_Schorrand	Kortste afstand tot de schorrand

Naam variabele	Verklaring
PosUHW	Hoogteverschil tussen de opnameplaats en uiterst hoog water
Begrazing	Is de opname gelegen in een begraasde zone gekenmerkt door korte vegetatiestructuur te wijten aan begrazing? (0=neen/1=ja)
GTV	Getijverschil
GTVS	Getijverschil bij springtij
Hoogte_dtm	Hoogte TAW op basis van dtm metingen (laseraltimetrie).
Hoogte_rtk	Hoogte TAW op basis van RTK-GPS metingen (theodoliet in bos)
Komgrond	Is de opname gelegen in een komgrond? (0=neen/1=ja). Geomorfologische eenheid van een zone op een schorplateau afgeleid uit DTM als lage zone verder van de kreek
OD_dtm/OD_rtk	Overspoelingsduur op basis van dtm/rtk hoogtes
Oeverwal	Is de opnameplaats gelegen op een oeverwal? (0=neen/1=ja), morfologische eenheid van een zone op een schorplateau afgeleid uit DTM als hoge zone nabij de kreek
OF%_dtm/OF%_rtk	Overspoelingsfrequentie (%) op basis van dtm/rtk hoogtes
OMES	OMES-traject waartoe de opname behoort (zie Van Braeckel et al., 2008)
Pionierzone	Is de opname gelegen in de pionierzone/schor? (0=neen/1=ja), geomorfologische eenheid van een jong schorgebied waarbij nog geen oeverwal-komgrondsysteem ontstaan is

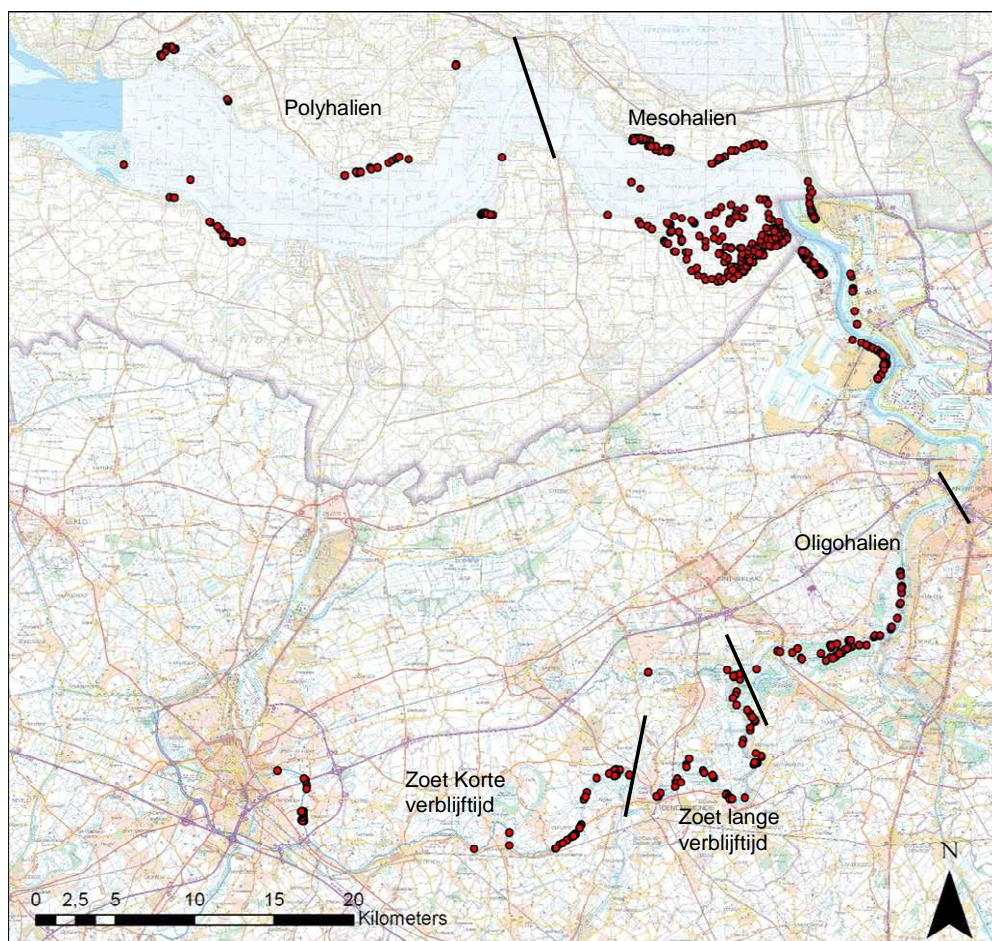
Voor de Belgische gegevens beschikken we over precieze hoogtemetingen met RTK-GPS. Voor de Nederlandse opnames zijn er enkel hoogtegegevens van een Digitaal Terrein Model (dtm) via laseraltimetrie (ook beschikbaar voor de Belgische gegevens). Het is reeds aangestipt dat de afwijking van hoogtegegevens via dtm bij dichte, hoge vegetatiestructuren vrij groot kan zijn (van de Rijt & Esselink, 2006). Wanneer we een vergelijking maken tussen Hoogte_dtm en Hoogte_rtk voor de Belgische gegevens en we doen dit apart voor rietvegetaties (N=50) en alle andere vegetaties (N=347), dan bedraagt het verschil 85 cm voor riet en 27 cm voor de andere vegetaties. Dit toont inderdaad aan dat hoogtemetingen via dtm een overschatting geven van de precieze hoogte (Hoogte_rtk had gemiddeld een lagere waarde dan Hoogte_dtm), en dat deze overschatting fors toeneemt voor hoge dense vegetaties zoals riet. Hoewel hoogtebepalingen via RTK GPS dus veel betrouwbaarder zijn, wordt hierna toch ook verder gewerkt met de dtm gegevens, omdat we niet voor alle vegetatieopnames Hoogte_rtk beschikbaar hebben, en omdat bij later gebruik van de modellen er in eerste instantie ook gewerkt zal worden met de gemakkelijk beschikbare dtm hoogtes. Dataset 2 zal dus gebruikt worden om verbanden na te gaan tussen vegetatiesamenstelling (en -type) en omgevingsomstandigheden.

Dataset 3 (N=113)

Naast de meer traditioneel gebruikte omgevingsvariabelen om patronen in (schor)vegetaties te verklaren (zie hoger, tabel 2.1) bestaat er een sterk vermoeden dat lokale waterhuishouding een belangrijke rol speelt. Om dit na te gaan maken we gebruik van een derde dataset beperkt tot 113 opnamepunten. Op deze punten werd met behulp van CTD-divers de precieze waterhuishouding over twee doortij-springtij getijcycli heen in kaart gebracht, zodat een goed beeld verkregen wordt

van voorheen weinig bestudeerde, maar mogelijk bijzonder relevante omgevingsparameters zoals drainage. Omdat dergelijke gegevens nooit rechtstreeks gebiedsdekkend voorhanden zullen zijn want erg arbeidsintensief om te verzamelen, wordt er ook gezocht naar verbanden met andere (morfologische) omgevingskenmerken. Zo kan er toch onrechtstreeks rekening gehouden worden met lokale waterhuishouding in gebiedsdekkende studies.

De datasets werden volgens hun specifieke kwaliteiten gebruikt om te kunnen voldoen aan de drie primaire doelen van deze studie: het opstellen van een vegetatietypologie voor de zoete en brakke vegetaties (dataset 1), het onderscheiden van patronen in die vegetaties in verband met omgevingsparameters en het modelleren van die vegetaties op basis van beschikbare omgevingsparameters (dataset 2) en een meer specifieke analyse van standplaatsvereisten van typische vegetaties en soorten, met behulp van meer gedetailleerde empirische informatie over de lokale waterhuishouding (dataset 3). Hieronder worden in meer detail de eigenschappen van de gegevens en de gebruikte methodieken toegelicht voor elk van deze doelstellingen.



Figuur 2-2: Locatie van de vegetatieopnames in het Wester- en Zeescheldegebied. De poyhaliene zone werd in deze studie niet nader onderzocht.

2.2 Opstellen van een vegetatietypologie voor de Schelde

De geselecteerde vegetatieopnames van dataset 1 zijn eerst opgedeeld in subsets in functie van de saliniteitszone waarin ze zijn gemaakt: de vegetatieopnames gemaakt in de mesohaliene zone enerzijds ("de Brakke zone") en deze gemaakt in de zoete tot oligohaliene zone van de Zeeschelde stroomopwaarts Burcht anderzijds ("de zoete zone"). Voor het maken van een typologie was het niet nuttig om de vegetatieopnames verder op te splitsen naar de drie resterende saliniteitszones volgens Van Damme et al. (1999), saliniteit is hier immers niet langer een grote bepalende factor. Tot de brakke zone van de Westerschelde zijn gerekend het Schor van Waarde, het Schor van Bath, Appenzak, Baalhoek, Platen van Valkenisse, Verdrongen Land van Saeftinghe en het Sieperdaschor. Daarnaast zijn ook alle vegetatieopnames van de Zeeschelde stroomafwaarts van Burcht tot de brakke subset gerekend. Alle vegetatieopnames die stroomopwaarts van Burcht zijn gemaakt, werden tot de zoete subset gerekend.

De dataset met opnames uit de zoete zone van de Zeeschelde bestond uiteindelijk uit 306 vegetatieopnames waarin 128 verschillende plantensoorten, terrestrische mossen en levermosses of macro-algen zijn aangetroffen. De dataset met opnames uit de brakke zone omvatte 429 vegetatieopnames met 73 plantensoorten of macro-algen.

Om de vegetatieopnames op een objectieve manier te classificeren tot een vegetatietypologie is op beide datasets een aparte TWINSPAN-analyse (Two-way indicator species analysis, Hill (1979)) toegepast. Bij een TWINSPAN analyse worden de vegetatieopnames dichotoom opgesplitst op basis van ordinaties (Correspondentie Analyses, zie verder onder 2.2). De opnames worden daarbij geordend langs een ordinatie-as op basis van het voorkomen van "kensoorten" waarna de opnames gelegen op de linkerhelft afgesplitst worden van die van de rechterhelft. Na elke opsplitsing gebeurt dit procedé telkens opnieuw voor elke afgesplitste groep tot een voorgeschreven aantal groepen bereikt wordt. Naast echte soorten worden er ook 'pseudosoorten' gebruikt bij de opdeling. In feite worden daarbij echte soorten opgesplitst in pseudosoorten volgens hun bedekking. Bijvoorbeeld, riet met een bedekking van 10% en riet met een bedekking van 70% zijn elke aparte pseudosoorten. Welke bedekkingen als aparte pseudosoorten worden aanzien wordt op voorhand zelf bepaald (de zogenaamde 'cutlevels'). Bij beide TWINSPAN-analyses is gekozen voor de volgende cutlevels: 1, 2, 4, 8, 17, 32, 50 en 70%, zo wordt meer gewicht gegeven aan de hoog bedekkende, dominante plantensoorten. Soorten die in minder dan 3 vegetatieopnames voorkomen zijn uit de analyse weggelaten. Nadien zijn de TWINSPAN-groepen omgezet naar vegetatietypes aan de hand van de soortensamenstelling en bedekking tot zolang ze ecologisch en syntaxonomisch relevant zijn.

Voor de opnames uit de brakke zone is het van belang dat de nieuwe typologie samenvalt of op een logische manier aansluit bij de bestaande typologieën. Daarom werden deze vegetatieopnames ook toegekend aan een bepaald vegetatietype volgens SALT97 met behulp van het toedelingsprogramma SALT97. Aldus kon op een objectieve manier worden nagegaan of de vegetatietypes bekomen uit de TWINSPAN-analyse corresponderen met een SALT97-type. Omdat er momenteel gewerkt wordt aan een update van deze indeling (SALT08) werden de opnames ook ingedeeld volgens een voorlopige versie van deze nieuwe classificatie (Kers et al., in prep.). Deze classificatie is nog niet digitaal beschikbaar zodat de toekenningen manueel dienden te gebeuren.

De vegetatietypes bekomen uit deze classificatie zijn verder gebruikt in de studie van vegetatiepatronen en in de modellering.

2.3 Studie van vegetatiepatronen langsheen de Schelde

De **studie van vegetatiepatronen** omvat 1/ een algemene beschrijving van vegetatiepatronen binnen schorvegetaties stroomopwaarts Hansweert en 2/ het bestuderen van de verbanden tussen deze vegetaties en omgevingsvariabelen. Hiervoor wordt gebruik gemaakt van ordinatietechnieken. Deze aanpak waarbij eerst ordinaties gebruikt worden om de dataset te bestuderen alvorens tot modelleren over te gaan is gebaseerd op onder andere Brouwer et al. (1992) en van de Rijt (1993). Hieronder worden de gebruikte technieken verder verantwoord en toegelicht.

1/ Om een idee te krijgen van de algemene ruwe structuur van de vegetatiedata wordt in een eerste stap een indirecte ordinatie uitgevoerd. We voeren daartoe eerst een verkennende Detrended Correspondence Analysis (DCA) uit om te kijken hoe groot de variatie is binnen de dataset, en op basis hiervan te besluiten welke ordinatietechniek best kan aangewend worden (Leps & Smilauer, 2003). De DCA gaf zoals verwacht aan dat de dataset een erg grote variatie bevat (een grote "gradient length", in dit geval >10). Een dergelijke grote variatie is het gevolg van zeer verschillende vegetatieopnames, waartussen nauwelijks soorten gemeenschappelijk zijn. In dergelijke gevallen is Correspondentie Analyse (CA) de meest aangewezen analysemethode. Een belangrijk verschil tussen CA en het vaak gebruikte PCA (Principaal Component Analyse) is het type responsmodel. Bij PCA is het responsmodel lineair. Dit model is bij de analyse van vegetatiegegevens alleen geschikt voor vrij gelijkende (homogene) vegetatieopnames. Het onderliggende responsmodel bij CA is unimodaal. De respons van plantensoorten op veranderingen in de omgeving neemt daarbij eerst toe en vervolgens weer af. Een lineaire respons komt doorgaans voor bij korte omgevingsgradiënten (bijvoorbeeld variatie in zoutgehalte binnen enkel het oligohalien); een unimodale respons zal vaak optreden wanneer er lange omgevingsgradiënten aanwezig zijn (bijvoorbeeld variatie in zoutgehalte overheen het hele Schelde-estuarium).

In de vegetatiedataset wordt het voorkomen van soorten in de vegetatieopnames steeds uitgedrukt in % bedekking en logaritmisch getransformeerd ($\log(x+1)$). Omdat zeldzame soorten een disproportioneel groot effect kunnen hebben in ordinaties werd de bijdrage van zeldzame soorten aan de analyses verminderd door gebruik te maken van een aangepaste wegingsfactor (0.01 downweight factor; standaard aanwezig binnen Canoco for Windows). Beide stappen verhoogden aanzienlijk de verklarende kracht van de analyses (preliminaire resultaten worden verder niet getoond).

2/ We beschikken over 19 verschillende abiotische omgevingsvariabelen (zie Tabel 2-1). Het is vanzelfsprekend dat sommige variabelen sterk onderling gecorreleerd zijn. Dit maakt dat sommige variabelen deels inwisselbaar zijn. Het is belangrijk dit te weten, omdat in een volgende fase selecties van variabelen zullen gebeuren die belangrijk zijn voor vegetaties. Omdat gecorreleerde variabelen zo gelijkend zijn zullen ze nooit samen geselecteerd worden in, bijvoorbeeld, het opstellen van een model. Door toeval kan het zelfs zijn dat soms de ene, en dan de andere variabele geselecteerd wordt. Dit verschil is echter niet betekenisvol omdat het in feite om dezelfde omgevingsgradiënt gaat. Dit willen we hier nagaan.

Het ontleden van de structuur binnen de set aan omgevingsvariabelen gebeurde met behulp van een Principaal Component Analyse (PCA). Alle variabelen werden gestandaardiseerd voorafgaand aan de analyses omdat de verschillende omgevingsvariabelen in verschillende eenheden worden uitgedrukt. Van enkele variabelen waarvoor dit relevant geacht werd is aan de omgevingsvariabelen dataset ook hun kwadratische term toegevoegd (Hoogte DTM, Afst_monding, Afst_Kreek, Afst_Schorrand).

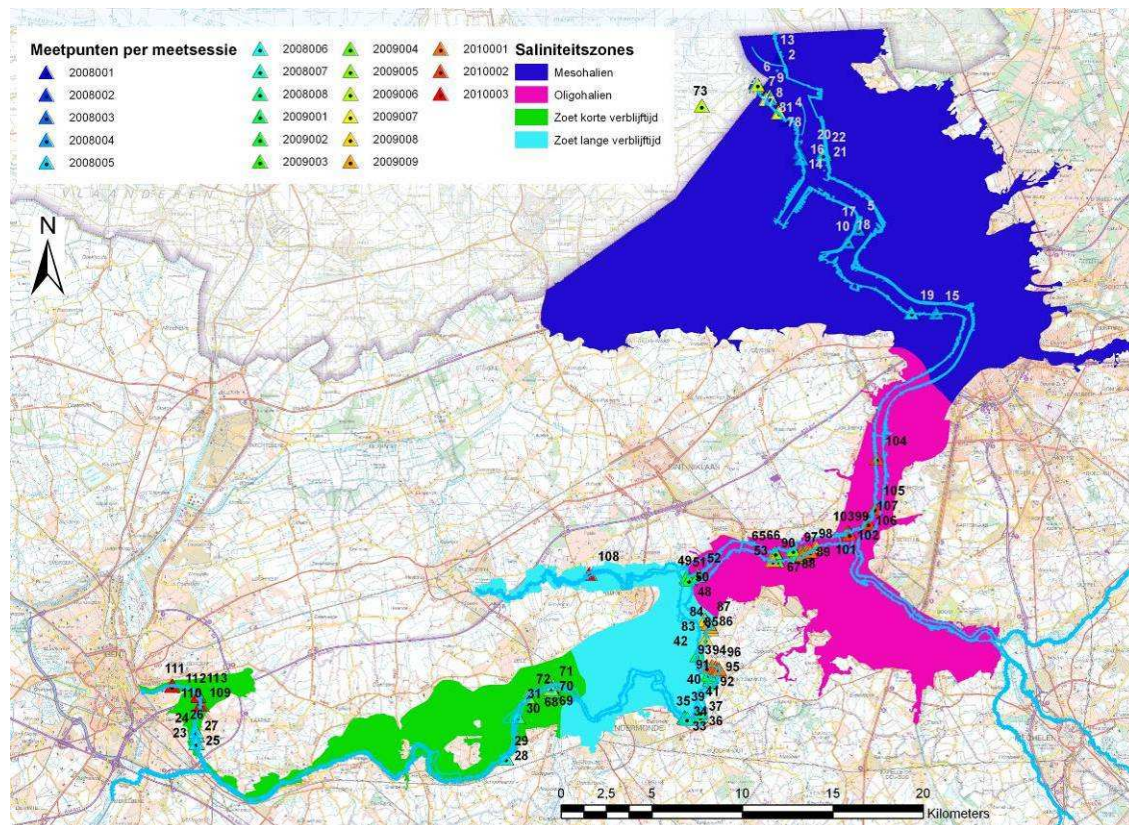
Het linken van de vegetatiedataset en de omgevingsvariabelen dataset aan mekaar gebeurt door middel van een directe ordinatie, waarbij vegetatiepatronen gelinkt ("verklaard") worden aan de hand van omgevingsvariabelen. Dit gebeurde met Canonische Correspondentie Analyse (CCA). CCA berekent zogenaamde Canonische assen die een lineaire combinatie vormen van de omgevingsvariabelen. In feite wordt op die manier een algemeen model gecreëerd dat vegetaties kan voorspellen op basis van omgevingsvariabelen. De gebruikte dataset is dataset 2 (een combinatie van de vegetatiedataset en de dataset van omgevingsvariabelen die hierboven reeds

vermeld werden bij de CA en PCA analyses). De data werden ook op dezelfde manier getransformeerd.

De resultaten van alle ordinaties worden voorgesteld aan de hand van biplot figuren waarin de opnames en de soorten weergegeven worden relatief ten opzichte van een geselecteerd duo assen met een hoge verklarende waarde (typisch de assen 1-4). Omdat het weergeven van alle plantensoorten onoverzichtelijk is, worden in al de hierna volgende figuren slechts de soorten met een correlatie $\geq 15\%$ met de getoonde assen weergegeven. Alle ordinaties gebeurden met Canoco for Windows 4.5 (ter Braak & Smilauer, 2002).

2.4 Detailstudie van de waterhuishouding in schorren

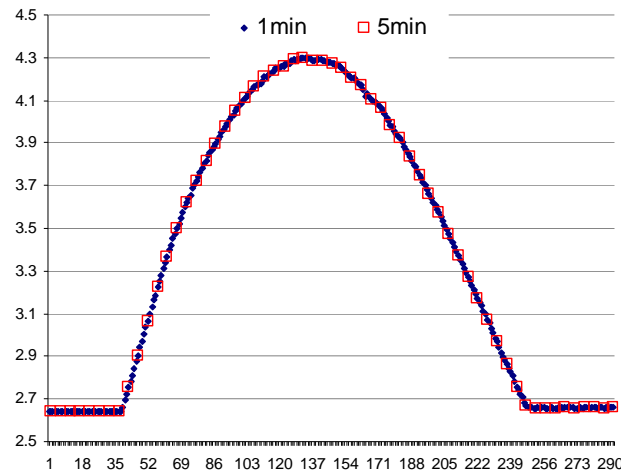
Om empirische en gedetailleerde gegevens van relevante parameters voor vegetaties (onder andere; overspoelingshoogte, -frequentie, -duur en drainage) te verkrijgen is gebruik gemaakt van CTD-divers in geperforeerde peilbuizen. Deze detailstudie is voorlopig beperkt tot de Zeeschelde. In totaal zijn er, in de periode 2009-2010, 20 meetsessies gehouden en werden, gespreid over die 20 meetsessies, 113 peilbuizen geplaatst. De ligging van de verschillende peilbuislocaties wordt weergegeven in Figuur 2-3. Per studiegebied werden minimaal 4 verschillende divers opgesteld. Elk opnamepunt was gesitueerd in een kenmerkend homogeen vegetatietype, waarbij binnen elke locatie vegetaties op verschillende schorhoogtes geselecteerd werden.



Figuur 2-3: Overzicht van de peilbuislocaties per meetsessie.

De CTD-Diver® van Eijkelkamp heeft een keramische behuizing, een keramische druksensor en een platina/keramische geleidbaarheidssensor (meetbereik 0 - 80 mS/cm), een diameter van 22 mm, een lengte van 183 mm, en een geheugencapaciteit van 16.000 meetwaarden. Met dit type diver wordt zowel de conductiviteit, temperatuur als druk (waterdruk + luchtdruk) gemeten.

Als meetfrequentie werd geopteerd voor een 5 minuutinterval. Dit is een voldoende hoge resolutie om overspoelingspieken bij hoog water goed in beeld te brengen (Figuur 2-4).



Figuur 2-4: Overspoelingsgolf gemeten met een interval van 1 minuut versus 5 minuten.

De divers werden opgesteld in geperforeerde HDPE-peilbuizen met filterkous. Hierdoor worden zowel de overspoelings- als drainageregimes in beeld gebracht. De term grondwaterregime wordt expliciet niet gebruikt omdat met deze methode geen sluitend beeld gekregen wordt van grondwaterpeilschommelingen. De eerste vergelijkende tests tussen geperforeerde peilbuizen en piëzometers wijzen toch op het gelijk lopen van grondwater- en drainageregime. De methode met geperforeerde peilbuizen heeft echter het belangrijke voordeel dat zowel een maat voor overspoelingsfrequentie en -duur als voor het drainageregime kan verkregen worden.

Bij elke locatie werd het bodemprofiel beschreven. Op basis van kleur, textuur, structuur en oxidoreductieverschijnselen zijn verschillende bodemhorizonten afgebakend en beschreven. Uit deze bodembeschrijving is vervolgens afgeleid of de bodem op de meetlocatie volledig uit klei of slib bestond, of dat er zandige bijmenging was. Met een Trimble RTK-GPS werd de top van de peilbuis en het naastliggende maaiveld gemeten om alle data te kunnen herleiden tot reële hoogteligging in meter TAW.

De referentiehoogte werd bepaald op het einde van de meetsessie bij het verwijderen van de diver. Soms werden bijkomende referentiehoogtemetingen uitgevoerd gedurende de meetperiode. Voor het meten van de referentiewaterhoogte wordt gebruikt gemaakt van een meetlint en peilapparaat of dompelklokje (Figuur 2-5).

Omdat de druk die door de CTD-divers gemeten wordt de som is van de waterdruk en atmosferische druk moeten de gemeten waterhoogtes gecorrigeerd worden met de atmosferische druk. Hiertoe werd de atmosferische druk gemeten aan de hand van een barodiver in het binnendijkse gebied binnen een straal van 25 km.

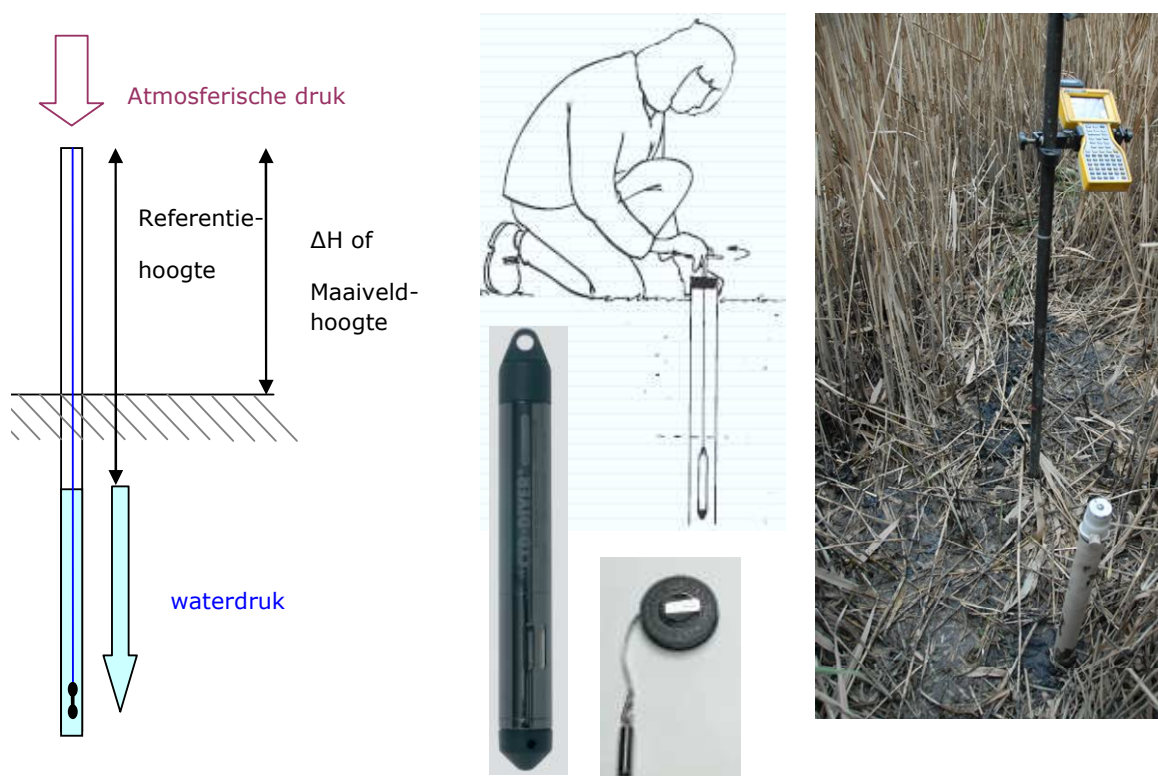
Het waterniveau (cm TAW) werd berekend op basis van volgende formule:

waterniveau (cm TAW) = [waterdruk] + [ijkfactor] + [maaiveldhoogte] + [Z_TAW] (cm)
met:

- Waterdruk = Totale druk (meting CTDdiver) - atmosferische druk (barodiver) (*continue metingen*)
- Ijkfactor = -(referentiehoogte + waterdruk) (*momentopname*)

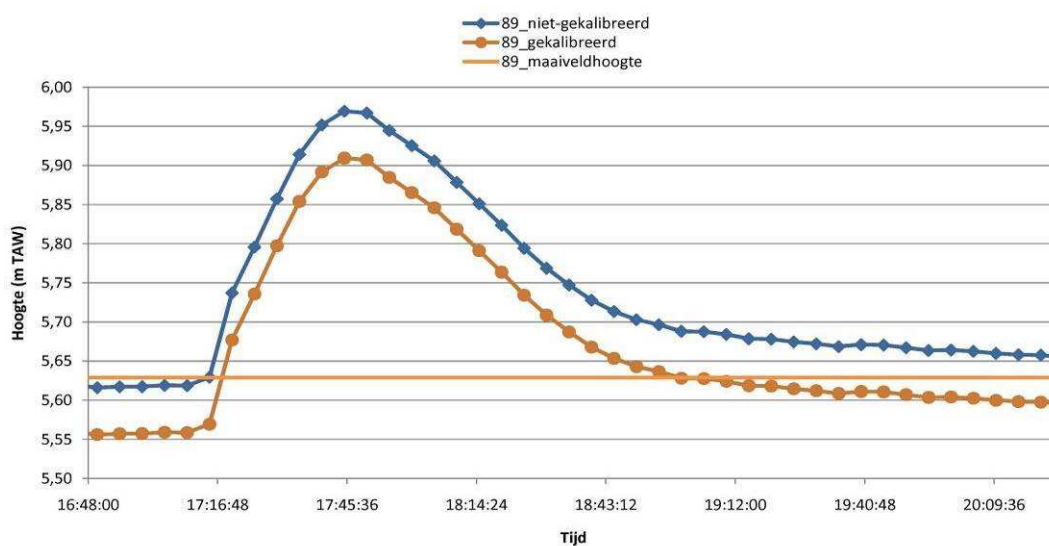
- Maaiveldhoogte: ΔH of de hoogte van de top van de peilbuis tot het maaiveld
- Z_TAW: hoogte van het maaiveld in meter TAW

De meetdata werden bijkomend gecontroleerd en gekalibreerd op basis van het begintijdstip van de overspoeling en de maximale overspoelingshoogte binnen elk gebied. Om de invloed van meetfouten door zowel de CTD-diver als de baro-diver te minimaliseren zijn de data per meetreeks uitgezet tegenover de maaiveldhoogte. In de springtijperiodes wordt in detail gekeken naar het verloop van het waterniveau t.o.v. het maaiveld en wordt indien nodig een kalibratiefactor opgeteld bij de waterhoogtes zodat de volledige curve naar boven of beneden verschuift t.o.v. het maaiveld (Figuur 2-6). Zonder deze kalibratie zou de duur van een overspoelingsperiode te lang of te kort ingeschat worden, kleine overspoelingspieken aan het begin of einde van een springtijperiode zouden niet gedetecteerd kunnen worden of toevallige schommelingen in het grondwaterniveau zouden als een overspoeling geïnterpreteerd kunnen worden.



Figuur 2-5: Schematische voorstelling meetmethode. Links: schematische voorstelling meetopstelling. Centraal: wijze van meten en benodigd meetmateriaal. Rechts: geperforeerde peilbuis met filterkous op meetlocatie met een RTK-GPS.

Er is geopteerd om in de modellering te werken met data uit 2 doortij-springtijperiodes om zo de invloed van een afwijkende periode te beperken. Daarom duurde elke meetsessie minstens 50 dagen. Uiteindelijk werd uit de hele meetsessie een periode van één maancyclus geselecteerd (nieuwe maan t.e.m. volle maan) zodat er voor elke peilbuis steeds een even lange periode van 2 volledige doortij-springtijperiodes in de modellering kan gebruikt worden.



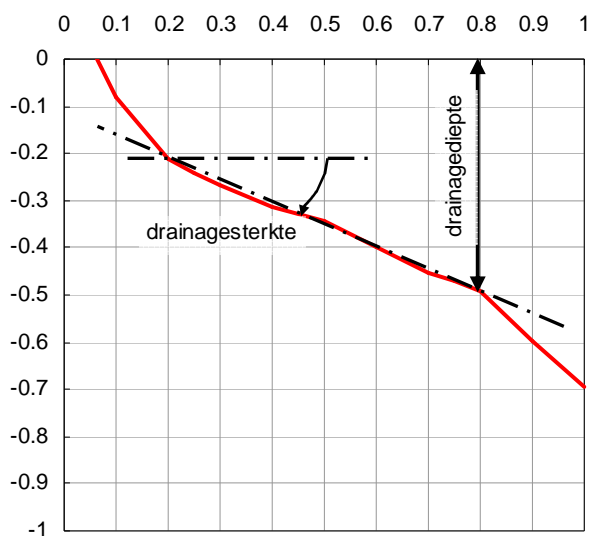
Figuur 2-6: Voorbeeld van een niet-gekalibreerde en een gekalibreerde meetreeks.

Uit de gecorrigeerde, continue meetreeksen van de CTD-divers werden per peilbuis een aantal parameters afgeleid (Tabel 2-3).

Tabel 2-3: Overzicht van de omgevingsparameters die werden opgemeten met/afgeleid uit metingen van de CTD-divers.

Naam variabele	Verklaring
Min hoogte	Minimumhoogte van het waterpeil t.o.v. het maaiveld (cm)
Max hoogte	Maximumhoogte van het waterpeil t.o.v. het maaiveld (cm)
ODtotaal	Totale overspoelingsduur tijdens 1 maancyclus (uur): som van de duur van alle overspoelingen
ODgemiddeld	Gemiddelde overspoelingsduur (u): gemiddelde duur van 1 overspoeling
OD%	Overspoelingsduurpercentage: percentage van de totale tijd dat de peilbuis overspoeld is gedurende 1 maancyclus
OF%	Overspoelingsfrequentie: procentueel aantal overspoelingen bij hoogtij per jaar
saliniteit	Afgeleid uit conductiviteitsmetingen gecorrigeerd voor temperatuur (Williams, 1986).

Om de drainage situatie te kunnen beoordelen werden de divermetingen omgezet naar duurcurves. Duurcurves geven aan welke fractie van de meettijd het waterpeil boven een bepaald niveau stond. Om dan de drainage op een meetlocatie te karakteriseren werden uit deze duurcurves twee parameters afgeleid, die verder werden onderzocht:



Figuur 2-7: Bepaling van drainagediepte en drainagesterkte.

- **Drainagediepte.** Een logische keuze hiervoor zou de laagst bereikte grondwaterstand zijn. Echter doordat de meetreeksen niet allemaal in hetzelfde seizoen werden verzameld, kan het tijdstip van de waarneming voor een aanzienlijke extra variatie zorgen. Daarom werd er voor geopteerd om de diepte te nemen die 80% van de tijd overschreden werd.
- **Drainagesterkte:** als maat hiervoor werd de helling van de duurcurve genomen, gemeten in een zo groot mogelijk lineair deel van de curve. De bepaling van beide parameters wordt op een duurcurve geïllustreerd in Figuur 2-7.

Er werd geopteerd voor het gebruik van de drainagediepte en de drainagesterkte afgeleid uit de duurcurves nadat eerst ook verschillende andere methoden waren getest.

Een eerste methode bestond uit het polynomiaal fitten van de duurcurves, met de bedoeling de coëfficiënten van deze fitting te kunnen gebruiken als maat voor de drainage. Het uitgangspunt daarbij was dat het gebruik van hogere orde termen het verloop preciezer beschrijft, en dat de vorm van de duurcurve beter zou kunnen gerelateerd worden aan de bodembeschrijving. Dit bleek in de praktijk niet het geval. De vorm van de duurcurve kon niet worden gerelateerd aan het bodemprofiel.

Daarnaast werd geprobeerd het tijdsverloop van de peilen te fitten met een model gebaseerd op differentiaalvergelijkingen, die ook rekening houden met neerslag en evapotranspiratie. Hiervoor werd het software pakket Menyanthes (KWR watercycle research institute) gebruikt. Het bleek daarbij niet mogelijk een stabiel model te verkrijgen voor een hydrologisch systeem dat door het getij sterk in peil varieert.

De meer eenvoudige analyse van de duurcurves zoals ze hier uiteindelijk werd gebruikt is dus tot stand gekomen nadat verschillende methoden om een gedetailleerder inzicht te verkrijgen in de hydrologie van een schorsysteem geen resultaat hadden opgeleverd. Het lijkt ons daarom nuttig in de toekomst uitgebreid en langduriger hydrologisch detailonderzoek uit te voeren in beperkte geselecteerde schorzones.

Een overzicht van meetlocaties, vegetatiegroepen, bodemtype en meetperiode van de meetsessies behorende bij elk opnamepunt staat in Bijlage 1 en 2.

2.5 Modelling van standplaatsvereisten voor vegetaties langsheen de Schelde

Het **modelleren van standplaatsvereisten** van de vegetatietypes afgebakend in de vegetatietypologie gebeurde met behulp van Generalized Mixed models en kwadratische logistische regressie in het R software (R Development Core Team, 2009). Deze aanpak werd ook gevolgd door Criel et al. (1999), maar met een veel beperktere set van omgevingsvariabelen.

Logistische regressie wil zeggen dat de kans op voorkomen van een soort of een vegetatietype wordt afgeleid uit een set van abiotische variabelen aan de hand van de formule:

$$p = \frac{e^{\left(a_0 + \sum_{i=1}^n a_{1i}x_i + a_{2i}x_i^2 \right)}}{1 + e^{\left(a_0 + \sum_{i=1}^n a_{1i}x_i + a_{2i}x_i^2 \right)}}$$

Met p de kans op voorkomen, n het aantal parameters, x_i de variabelen, a_0 het intercept van de regressie en a_{1i} en a_{2i} de lineaire en de kwadratische regressieparameter van variabele i.

Een logistische regressie met enkel lineaire termen geeft een kans op voorkomen die via een sigmoïdale curve stijgt van 0 naar 1 of omgekeerd. Zij is met andere woorden ideaal om het verloop langs een gradiënt te beschrijven. Door toevoegen van de kwadratische term kan ook een optimum worden beschreven. In realiteit kan het zijn dat de optimumcurve asymmetrisch is. Om dit te kunnen modelleren zijn ook hogere orde termen, hoger dan de tweede graad, nodig. De dataset werd echter niet verzameld met het oog op modellering en is niet perfect gestratificeerd. Hierdoor ontstaat een groot risico dat hogere orde termen de toevallige verspreiding van de opnames over strata beschrijven, eerder dan de werkelijke optimumcurve. Daarom werden in deze studie geen hogere orde termen gebruikt.

Per vegetatietype wordt een best passend model gezocht om het voorkomen in functie van de belangrijkste omgevingsvariabelen te verklaren. Dit gebeurt voor vegetaties van het brakke (i.e. vanaf de meoshaliene zone stroomopwaarts) en zoete deel. Dit komt overeen met de opsplitsing van de vegetatietypologie. Om het deel stroomopwaarts Burcht verder op te splitsen in saliniteitszones zijn onvoldoende data voorhanden voor een goede modellering. Wanneer er van een bepaald vegetatietype te weinig opnames beschikbaar zijn wordt dit type – wanneer syntaxonomisch zinvol – samengenomen met het meest gelijkende vegetatietype. Voor de variabele "Afst_monding" werd enkel de lineaire term in het model ingebracht, omdat hier wordt uitgegaan van een positieve of negatieve respons op de saliniteit, en niet van een optimale saliniteitszone. De beschikbare opnames waren onvoldoende homogeen verspreid over de saliniteitsgradiënt om dit laatste te kunnen onderzoeken.

Om na te gaan welke variabelen in het model dienden te worden behouden, werd gebruik gemaakt van een stapsgewijze achterwaartse selectie. Dit houdt in dat werd gestart met een model te testen met alle mogelijke verklarende variabelen, en stapsgewijze de variabelen die geen significant deel van de variatie verklaarden te verwijderen. Het resultaat van de modellering is daardoor geen verzameling van ééndimensionale optimumcurves, maar een meerdimensionale omhullende die de kans op voorkomen geeft in functie van alle significante parameters tegelijkertijd. Voor de eenvoud van voorstellen worden in de figuren in het resultaatdeel grafieken gemaakt als snedes van deze omhullende. Er werd wel over gewaakt dat er geen variabelen in het model werden opgenomen, die onderling sterk gecorreleerd zijn, vermits die hetzelfde zouden proberen te verklaren.

Om het model op te bouwen werden vegetatieopnames uit recente natuurontwikkelingsprojecten niet mee opgenomen, omdat zij mogelijk nog niet in evenwicht zijn met de abiotiek.

3 Resultaten

3.1 Opstellen van een vegetatietypologie voor de Schelde

In Nederland is een vaste typologie opgesteld voor zoute en brakke schorvegetaties in de Waddenzee, alsook voor de schorren in Zuid-Holland en Zeeland. De typologie hanteert een hiërarchisch systeem tot op 3 verschillende niveaus. Het eerste niveau op de zoute schorren betreft een indeling in pionierschor, laag, middenhoog en hoog schor. Op de brakke schorren wordt deze indeling niet gevolgd. Het tweede niveau omvat een verdere opdeling die in belangrijke mate overeenkomt met de syntaxa, veelal op associatieniveau, van de plantengemeenschappen van Nederland (Schaminée et al., 1995, 1998; Stortelder et al., 1999). Het derde niveau bevat een verdere verfijning waar naast aan- of afwezigheid van bepaalde plantensoorten vooral rekening wordt gehouden met de bedekking van kenmerkende soorten.

Deze ontwikkelde typologie fungeert als standaard bij de karteringen van de zoute en brakke schorren (kwelders) in Nederland. Bovendien is een toedelingsprogramma, SALT97, ontwikkeld die op een geautomatiseerde wijze vegetatieopnames toekent aan een bepaald vegetatietype (de Jong et al., 1998). Momenteel wordt de laatste hand gelegd aan een geüpdate versie van zowel de vegetatietypologie als het toekeningsprogramma (SALT08) (Kers et al., in prep.).

Bij vegetatiekarteringen van de Westerschelde wordt de SALT-typologie toegepast. In de Zeeschelde wordt gekarteerd met andere karteringseenheden. Deze zijn eveneens hiërarchisch opgebouwd. Het hoogste niveau omvat de ecotopen (water, slik, schor) welke zijn ingedeeld in formaties gebaseerd op de fysionomie. Aanvullend zijn de dominante plantensoorten van de hoogste vegetatielaag (stratum) genoteerd (Vandevoorde et al., in prep.).

Aangezien de mesohaliene (brakke) zone zich uitstrekt over Nederland en België wordt deze zone met twee verschillende typologieën of karteringseenheden gekarteerd. Een afstemming van de Nederlandse en Belgische methode is dan ook essentieel.

Voor de zoutwaterschorren is er geen overlap, de typologie kan dan ook integraal uit SALT97/SALT08 worden overgenomen. Hetzelfde geldt voor de zoetwaterschorren waarvoor een nieuwe typologie is samengesteld (3.1.3).

3.1.1 Overzicht vegetatietypes

Om de objectiviteit te behouden zijn de resultaten van de TWINSPAN-analyse letterlijk behouden. Zo zijn eventuele 'misclassified' vegetatieopnames manueel niet verplaatst naar een andere TWINSPAN-groep. Aan sommige groepen kon wel geen herkenbaar en relevant vegetatietype worden gekoppeld. Deze zijn dan ook als restgroepen beschouwd en in de verdere analyses buiten beschouwing gelaten.

De overige TWINSPAN-groepen zijn omgezet naar een vegetatietype. Soms zijn verschillende TWINSPAN-groepen gebundeld tot één vegetatietype en worden ze bij de verdere beschrijving als een subtype beschouwd. Aan ieder vegetatietype is een beschrijvende naam gegeven.

Per vegetatietype is een beschrijving van de floristische samenstelling gegeven en is getracht elk vegetatietype syntaxonomisch te identificeren op basis van Schaminée et al. (1995, 1998) of Stortelder et al. (1999). Enkele vegetatietypes komen hierin niet aan bod omdat ze als lokale typen kunnen worden beschouwd. Voor deze is een nieuwe syntaxonomische naam beschreven. Aan sommige vegetatietypes kon enkel een hoger syntaxon (verbond) worden gekoppeld. Vervolgens is voor elk vegetatietype het aantal vegetatieopnames weergegeven die tot dat vegetatietype behoren, eventueel opgesplitst per subtype. Onder de geografische spreiding is de ligging van de vegetatieopnames weergegeven die tot het type behoren. De verschillende TWINSPAN-groepen die tot het vegetatietype behoren zijn opgesomd en tot slot is in de

mesohaliene zone het SALT08-type weergegeven waaronder het vegetatietype kan geplaatst worden. Een bondig overzicht van alle verkregen types staat in Tabel 3-1 voor de brakke zone en Tabel 3-2 voor de oligohaliene en zoete zone. De uitgebreide vegetatietypologie is weergegeven in Bijlage 4.

Tabel 3-1: Vegetatietypes voor de mesohaliene zone.

Vegetatietype	aantal opnames	Salt 08
a Zeeastervegetatie	53	Ba
b Zeekraalvegetatie	13	Qq0p, Qqp, Qu, Qu0
c Slijkgrasvegetatie	5	Bs3, Bs5 (Ss3, Ss5)
d Zeebiesvegetatie	68	Bi3, Bi5
e Strandkweekvegetatie	66	By3, By5
f Zilt grasland van Schorrezoutgras	12	Bt
g Zilt grasland van Gewoon kweldergras	24	Pp
h Zilt grasland van Gewoon kweldergras met Fioringras	45	P--b, Pp-b, Bg
i Zilt grasland van Rood zwenkgras	9	Jf
j Zilt grasland van Zilte rus	9	Bj
k Melkkruidvegetatie	17	Jex
l Zilverschoongrasland	13	Bg, Bpg
m Raaigrasland	4	Rgv
n Akkerdistelruigte	4	Rrc
o Rietvegetatie	60	Bb3, Bb5

Tabel 3-2: Vegetatietypes voor de oligohaliene en zoete zone.
vegetatietype

vegetatietype	aantal opnames
a Rietvegetatie	61
b Rietruigte met Harig wilgenroosje en Reuzenbalsemien	23
c Ruigte van Harig wilgenroosje met Liesgras	8
d Ruigte van Reuzenbalsemien met Riet en Grote brandnetel	17
e Rietruigte met Grote brandnetel en Harig wilgenroosje	14
f Ruigte van Grote brandnetel met Reuzenbalsemien en Harig wilgenroosje	21
g Nat struweel van <i>Salix x dasyclados</i> en <i>Salix x mollissima</i> / Bos van <i>Salix x rubens</i>	28
h Droog struweel van <i>Salix x dasyclados</i> en <i>Salix x mollissima</i>	32
i Schietwilgenbos	19
j Populierenbos	6
k Helofytengemeenschap van Grote lisdodde, Rietgras en Grote egelskop	17
l Pioniervegatatie van Waterpeper en Rietgras	8
m Pioniervegatatie van Rietgras en Grote kattenstaart	6
n Bastaardbiesvegetatie	6
o Pioniervegatatie van Nopjeswier en Blauwe waterereprijs	9
p Pioniervegatatie van Waterpeper en Blauwe waterereprijs	10
q Zoete Zeebiesvegetatie	14

3.1.2 Vegetatieanalyse van de mesohaliene vegetatietypes met SALT97/08

Gezien het niet mogelijk was om de SALT08-typologie geautomatiseerd en objectief toe te passen op de vegetatieopnames, is het toekenningsprogramma SALT97 toegepast op de vegetatieopnames die zijn gebruikt bij de vegetatieclassificatie van de brakwaterschorren. Aldus kan nagegaan worden of de vegetatieopnames van een bepaald vegetatietype worden toegewezen aan een SALT97-type. Ideaal is als alle opnames van een vegetatietype worden toegerekend aan één

SALT97-type van het tweede niveau of lager. In tabel 3-3 worden de resultaten in een kruistabel weergegeven.

Tabel 3-3: Kruistabel die aangeeft hoeveel vegetatieopnames er van een bepaald vegetatietype tot een SALT97-type zijn toegevoegen.

Vegetatietype	A	A	A	B	C	D	D	E	D	D	F	G	H	H	I	J	K	E	E	L	M	N	O	O	O	O
Tuingen-groep	Zeeasterruigte	Zeeasterruigte met Spiesmelle	Zeeasterruigte met Zeebies en Spiesmelle	Zeekraalvegetatie	Slijkgrasvegetatie	Zeebiesvegetatie met Gewoon kweldergras en Slijkgras	Zeebiesvegetatie met Fioringras	Strandkweekvegetatie met Zeebies	Zeebiesvegetatie met Spiesmelle	Zeebiesvegetatie	Zilt grasland van Schorrezoutgras	Zilt grasland van Gewoon kweldergras	Zilt grasland met Fioringras	Zilt grasland van Gewoon kweldergras met Fioringras	Zilt grasland van Rood zwenkgras	Zilt grasland van Zilte rus	Melkkruidvegetatie	Strandkweekvegetatie	Strandkweekvegetatie met Zeebies en Spiesmelle	Zilverchoongrasland	Raaigrasland	Akkerdistelruigte	Rietland met Zeebies en Spiesmelle	Rietland met Zeebies	Rietland	Rietland met Haagwinde
# (geen vegetatie)	*00000	*000010	*000011	*000010	*0001100	*000110100	*000110101	*000110111	*0001110	*0001111	*001001	*00101	*0011000	*0011001	*0011010	*0011011	*00111	*010010	*010011	*0110	*01110	*01111	*10	*110	*1110	*1111
* (naar te beperken) - (naar te beperken)	1	1	1	6	1	2	2	2	18	2	1	9	18	6	9	7	2	1	2	1	2	4	10	6	38	6
Ba3	5	1	1			2	1																			
Ba5	17	2	16	1		5	1	1					1										10	6	38	6
Bb3													1													
Bb5													5													
Bb1						5	4																			
Bb3						2	9	1	18	22			1													
Bb5						1	1	1	5		2	1	6			6										
Bl																										
Lex																										
Jf																										
Jfa	4					1																				
Jft																										
Jj											2	3	4	1	3						1					
Jjt			1													7										
Jjt'																										
P				1							1		1													
Pe																										
Pl												5	1	6												
Po						1																				
Poa								1																		
Ppab						2					1	1														
Pp-b						1					1	2	3													
Pos						1					2															
Ppsh																										
Ou								1																		
R																1						4				
Rq																1										
Rq'																										
Rft																										
Rfv																										
Rfē																										
Riv																										
Ss3																										
Ss3b													1													
Ss5																										
Ss5b							2	3																		
Ss0																										
Ss0																										
Ss0							1																			
Kx5													1													
Kx5b	1																									
Kxk																										
Kx3b																										
Kx5																										
Kx5b																										
Kx5f																										
Aantal opnames	29	5	19	13	5	21	15	14	18	24	12	24	9	36	9	9	17	29	23	13	4	4	10	6	38	6

Tabel 3-4: Overzicht van de vegetatietypes met het SALT97-type waartoe het hoogst aantal opnames van een vegetatietype behoren.

Type	SALT97	Bespreking
A	Ba3, Ba5	Bijna alle opnames van Zeeastervegetaties worden aan Ba3 of Ba5 toegekend
B	?	Een deel van de opnames wordt toegewezen aan Slijkgrasvegetaties, het overgrote deel dient nog nader te worden bepaald, i.e. manueel toekennen
C	Ss3b, Ss5, Ss5b	Alle Slijkgrasopnames worden aan het corresponderend SALT-type toegekend
D	Bi3, Bi5	Het overgrote deel van de opnames wordt toegekend aan Bi3 of Bi5. Enkel de opnames waar Zeeaster als codominant optreedt, zijn aan Ba-types toegewezen. Opnames met meer Gewoon kweldergras zitten onder Ppab.
E	Xy5, Xy5b, Xy5r	Alle opnames van de Twinspan-groepen Strandkweekvegetatie (*010010) en Strandkweekvegetatie met Zeebies en Spiesmelde (*10) ressorteren onder Xy5, Xy5b of Xy5r. Deze van de Twinspan-groep Strandkweekvegetatie met Zeebies (*00011011) zijn slechts gedeeltelijk onder deze types gebracht, de rest onder Bi.
F	Bt	Een deel wordt onder Bt gebracht, de rest onder verschillende types van Gewoon kweldergras.
G	?	Tien opnames kunnen niet automatisch worden bepaald. De overige opnames zijn verdeeld over verschillende <i>Puccinellion</i> -types (P) of <i>Armerion</i> -types (A).
H	Bg, ?	Achttien opnames kunnen niet automatisch worden bepaald! De opnames van de Twinspan-groep Zilt grasland met Fioringras (*0011000) worden wel grotendeels aan Bg toegekend. De overige opnames zijn eveneens verdeeld over verschillende <i>Puccinellion</i> -types (P) of <i>Armerion</i> -types (A).
I	Jf, Jf-r	Alle opnames worden aan Jf of Jf-r toegekend.
J	Jj-r	Bijna alle opnames worden aan Jj-r toegewezen.
K	?, Jex	Een groot deel van de Melkkruidopnames wordt niet in een type ondergebracht, een zestal als Jex.
L	Rg	De opnames van het vegetatietype Zilverschoongrasland worden aan verschillende Rg-types toegekend.
M	Rgv	De weinige opnames van Raaigrasland zitten allemaal onder Rgv.
N	R*	De weinige opnames van Akkerdistelruigte zitten integraal onder de restgroep R*.
O	Bb5	Alle opnames van rietvegetaties zitten onder Bb5

Uit Tabel 3-3 en Tabel 3-4 blijkt dat de opnames van de Zeeastervegetaties (A), Slijkgrasvegetaties (C), Zeebiesvegetaties (D), Strandkweekvegetaties (E), Zilt grasland van Rood zwenkgras (I), Zilt grasland van Zilte rus (J), Zilverschoongraslanden (L), Raaigraslanden (M) en Rietvegetaties (O) tot het overeenkomstige en correcte SALT-type worden toegekend. In iets mindere mate is dit ook het geval voor de opnames van het vegetatietype Zilt grasland van Schorrenzoutgras (F). Opnames van Zeekraalvegetaties (B) worden niet of aan een verkeerd SALT-type toegewezen, al kan de variatie binnen het vegetatietype ook tot deze afwijkingen leiden. Hetzelfde geldt voor opnames van Zilt grasland van Gewoon kweldergras (G) en Zilt grasland van Gewoon kweldergras met Fioringras (H). Opnames van Melkkruidvegetaties (K) worden eveneens niet of tot het verkeerde SALT-type toegekend. Akkerdistelruigtes kunnen niet toegekend worden in SALT97 en worden in een restgroep ondergebracht.

Op basis van bovenstaande analyse is voor de meeste vegetatietypes een SALT97-type geïdentificeerd. Deze is vervolgens omgezet naar het corresponderend SALT08-type wat is opgenomen in de tabel hierboven en de beschrijvingen in Bijlage 4. Voor de vegetatietypes waar geen eenduidig SALT97-type is aan toegekend is op basis van de tabellen van SALT08 (Kers et al., in prep.) een SALT08-type bepaald (Tabel 3-1).

3.2 Studie van vegetatiepatronen langsheen de Schelde

3.2.1 Algemene vegetatiepatronen

Om een idee te krijgen van de patronen in de vegetaties langsheen het Schelde estuarium doen we eerst een CA-analyse. Indien alle vegetaties steeds geleidelijk in een vaste volgorde in mekaar zouden overgaan; dan zouden ze mooi geordend zijn langs de eerste CA-as, en dan zou deze as 100% van de totale variatie verklaren. Deze totale variatie is in feite het verschil tussen alle vegetatieopnames. Biologisch gezien duidt een CA as die een hoog % variatie kan verklaren op een belangrijke gradiënt in de dataset. Voor vegetaties langs de Schelde denken we dan intuïtief aan de gradiënt van onderaan het slik tot bovenaan het schor (de verticale gradiënt), of de gradiënt van zoet naar zout water (de saliniteitsgradiënt): we weten dat er een volledig verschillende vegetatie staat in zoet versus zout water, of boven versus onderaan de oever. Hoe belangrijk deze gradiënten zijn kunnen we eigenlijk beter rechtstreeks onderzoeken, dat kan immers via een CCA analyse (zie verder), maar een CA analyse is erg nuttig om te kijken of we geen belangrijke gradiënten over het hoofd gezien hebben. Dit kan door te vergelijken of het aandeel verklaarde variantie in een CA en een CCA sterk verschilt, of door in de figuren van de CA analyse (biplots) te kijken naar welke plantensoorten sterk beïnvloed worden door de gradiënten (assen). Het percentage verklaarde variantie op zich interpreteren is moeilijk, en kan slechts indicatief door ervaring. Dat komt omdat dit percentage onder andere sterk afhangt van het aantal soorten in een analyse: hoe meer soorten je hebt, hoe moeilijker het wordt om hun voorkomen te verklaren met 1 enkele as.

Voor de vegetatieopnames van het Schelde estuarium vinden we dat de belangrijkste gradiënt gerelateerd is aan de overgang van zoete naar zoute schorren (zie bijlage 5). Op de tweede plaats vinden we een vegetatieovergang die duidelijk gerelateerd is aan een hoogtegradiënt op het schor. Opmerkelijk is dat ook de derde en de vierde as duidelijk hoogtegradiënten zijn. Eigenlijk is dit ook wel logisch: aangezien de belangrijkste gradiënt de zoet-zout gradiënt is, zullen vegetaties in zoete en zoute schorren erg verschillend zijn. Een hoogtegradiënt zal dus uit helemaal andere planten bestaan in zoete en zoute schorren, zodat ze niet in 1 as kan gevat worden. Het wordt daardoor erg complex om op basis van ordinaties op de hele dataset vegetaties abiotisch te karakteriseren (interactietermen!). Om deze complexe interactietermen zoveel mogelijk te vermijden zullen we verdere analyses opsplitsen volgens longitudinale secties. Vooraleer we hier mee aanvangen, bekijken we eerst de onderlinge relaties tussen de omgevingsvariabelen.

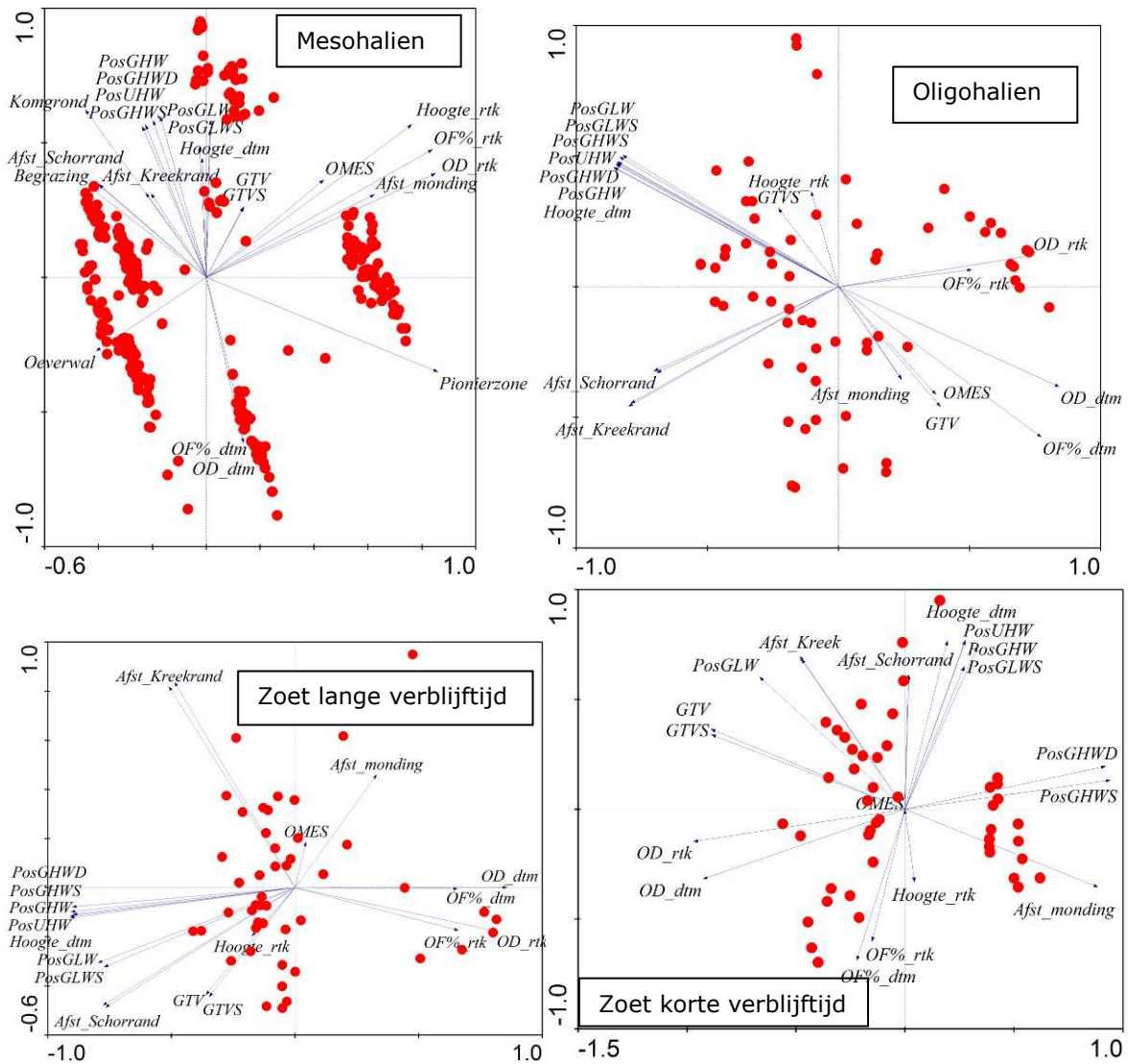
3.2.2 Relaties tussen de omgevingsvariabelen

3.2.2.1 *Principaal Component Analyse*

Vooraleer we de relaties tussen abiotische omgevingsfactoren enerzijds en vegetatiegegevens anderzijds bekijken willen we eerst een beter inzicht krijgen in de relaties tussen de omgevingsfactoren onderling. Wat we vooral willen weten is in hoeverre de verschillende omgevingsvariabelen onderling (on)afhankelijk zijn, en over hoeveel onafhankelijke (groepen) van variabelen we beschikken. Dit moet nadien helpen om de resultaten van de Canonische Correspondentie Analyse (CCA) te interpreteren. Principaal Component Analyse (PCA) is een veelgebruikte statistische techniek voor datareductie. Een bijkomend voordeel van PCA is dat het toelaat te kwantificeren welke fractie van de variatie in de oorspronkelijke data kan verklaard worden aan de hand van een kleiner aantal variabelen.

Een PCA op basis van alle opnames toonde aan dat de variatie binnen de 19 abiotische omgevingsvariabelen voor 51% kan verklaard worden door middel van twee nieuwe (samengestelde) variabelen (dit zijn de zogenaamde PCA-assen), en tot 74% van alle variatie door middel van vier PCA-assen. Eerder suggereerden we al dat het meer aangewezen is om vegetaties per sectie langsheen de estuariene gradiënt te bestuderen, omdat vegetaties een hoge turnover

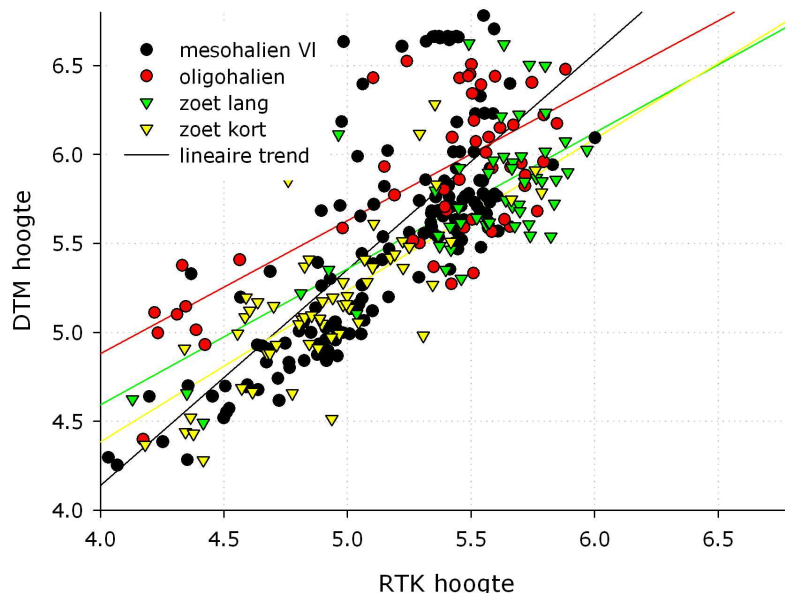
vertonen langsheen deze gradiënt. Een bijkomende belangrijke reden om dit te doen, is dat omgevingsvariabelen onderling een veranderend verband kunnen vertonen langsheen de estuariene gradiënt. Bijvoorbeeld, de hoogte en de symmetrie van de getijgolf doorheen de Schelde varieert sterk (Van Braeckel et al., 2008), waardoor het onderling verband tussen hoogte en overspoelingsduur, maar ook tussen overspoelingsduur en overspoelingsfrequentie verandert doorheen het estuarium.



Figuur 3-1: Biplot van assen 1 en 2 van de Principaal Component Analyse van de omgevingsfactoren voor respectievelijk de mesohaliene, oligohaliene en zoet lange verblijftijd zone (voor een verklaring van de gebruikte afkortingen, zie tabel 2-1). Wanneer een variabele in een bepaalde zone geen verschillende waarden vertoont ontbreekt ze op de figuur. Kwadratische termen van enkele variabelen zijn niet getoond omdat ze samenvielen met hun enkelvoudige term.

Een aanvaarde manier om de estuariene gradiënt op te delen is volgens OMES-trajecten (Soetaert & Herman, 2006, Meire et al., 1997, zie ook Van Braeckel et al., 2008), maar we beschikken over te weinig data per OMES-traject om krachtige statistiek uit te voeren. Daarom werd gekozen voor een opdeling per saliniteitszone (mesohalien, oligohalien, zoet met lange verblijftijd en zoet met korte verblijftijd). Wanneer we de bovenstaande PCA herhalen voor elke saliniteitszone apart vinden we een duidelijk minder dimensioneel verband tussen de variabelen (Figuur 3-1). Gemiddeld voor de vier zones verklaren de eerste twee assen nu 66% en de eerste vier assen

samen 90%. Er is dus een sterker en eenvoudiger verband tussen de omgevingsfactoren voor elke saliniteitszone dan overheen de gehele estuariene gradiënt. Dit is logisch; we weten dat het onderling verband tussen variabelen verandert langsheen het estuarium, en dus zal hun correlatie sterker zijn wanneer we een kleiner deel van het estuarium bestuderen. Belangrijk om te weten is wat die verschillen precies zijn. Zo zien we dat afstand tot de monding en getijverschil positief gecorreleerd zijn in de eerste twee zones, maar negatief in de zoete zone met korte verblijftijd. Dit komt omdat het getijverschil eerst toeneemt en later weer afneemt wanneer je stroomopwaarts door het estuarium gaat (zie Van Braeckel et al., 2008). We zien ook dat OF%_rtk en OF%_dtm redelijk goed met elkaar correleren. Dit is niet zo in het Vlaamse deel van het mesohalien. (Voor het NL deel van de mesohaliene zone zijn geen RTK-data voorhanden.) In het Vlaamse deel van het mesohalien (vnl. in het brakke schor Schor Ouden Doel) vinden we veel hoge dense vegetaties van riet waardoor dtm en rtk hoogtes sterk kunnen verschillen. Toch worden in de mesohaliene zone RTK afgeleide variabelen noodgedwongen weggelaten in de verdere analyse omdat er voor het Nederlandse deel van deze zone geen RTK data zijn. Rietopnames die volgens het DTM op een sterk afwijkende hoogte staan worden wel uit de analyses geweerd.



Figuur 3-2: Relatie tussen hoogte gemeten met RTK GPS en hoogte afgeleid uit het DTM voor de vegetatieopnameplots in de Zeeschelde.

3.2.2.2 Conclusie

Hoewel deze studie 19 (26 inclusief de kwadratische termen) omgevingsvariabelen behandelt, blijken deze variabelen in hoge mate onderling gecorreleerd. Deze correlatie wordt sterker wanneer we de variabelen per saliniteitszone bestuderen. Binnen één saliniteitszone kunnen we de totale variatie aanwezig binnen de 26 variabelen quasi volledig samenvatten in 4 assen, en bijna 70% in twee assen. Een omgevingsgradiënt die steeds terugkomt – zij het steeds onder een iets andere vorm – is de hoogtegradiënt. Verder vinden we wisselende verbanden tussen de variabelen zoals hoger al aangehaald die te wijten zijn aan fysieke veranderingen langsheen het estuarium. Niet alle correlaties tussen variabelen duiden overigens op een (in)direct functioneel verband; ze kunnen ook volgen uit de aard van de dataset. Bijvoorbeeld, begrazing gebeurt nooit in de Pionierzone zodat ze er (negatief) mee zal correleren. Wanneer begrazing in een later model opduikt als verklarende variabele moeten we er dus rekening mee houden dat het effect ervan mogelijk verweven is met Pionierzone. Om echt te kunnen aantonen welke variabelen vegetaties sturen, moet a priori voor een gestratificeerde staalname design gekozen worden, waarbij de cruciale variabelen in zoveel mogelijk verschillende combinaties voorkomen (cf. Declerck et al., 2005).

Hoewel steeds een vergelijkbaar hoog aandeel van de variantie kan verklaard worden door slechts enkele PCA-assen binnen elke saliniteitszone, verschilt de bijdrage van de individuele variabelen aan deze gradiënten tussen de saliniteitszones. Daarom lijkt het ons best om verder te werken met de originele variabelen. Datareductie waarbij originele variabelen vervangen worden door PCA-assen moet immers voor elke saliniteitszone apart gebeuren, waardoor ze onderling niet langer vergelijkbaar zijn.

3.2.3 Relaties tussen de abiotische variabelen en vegetaties

3.2.3.1 *Canonische Correspondentie Analyse*

Om de relatie tussen omgevingsfactoren enerzijds en vegetatiegegevens anderzijds te bestuderen gebruiken we Canonische Correspondentie Analyse (CCA). In navolging van de resultaten van het vorige deel gebeurt dit voor elke saliniteitszone apart. Via een "forward selection" methode, kunnen we die variabelen selecteren die samen het best bruikbare voorspellende model uitmaken om vegetaties te voorspellen. Dit gebeurt in een iteratief proces waarbij telkens de best verklarende omgevingsvariabele geselecteerd wordt en toegevoegd wordt aan het model. De selectie van de variabelen gebeurt op basis van hun significantiewaarde ($p < 0.05$). Doorgaans wordt de selectie gestopt wanneer de variabelen niet meer significant zijn, maar vanwege het exploratief karakter van dit onderdeel van de studie, en vanwege de sterke verschillen in het aantal beschikbare opnames per saliniteitszone werd ervoor gekozen om de eerste vijf geselecteerde variabelen te rapporteren. Hierdoor werd uiteindelijk slechts in één geval een niet-significante variabele meegenomen.

In Tabel 3-5 wordt een overzicht gegeven van de vijf beste verklarende variabelen per saliniteitszone, gerangschikt volgens hun voorkomen langsheen de estuariene gradiënt. Omdat het ogenschijnlijke belang van een omgevingsvariabele voor vegetaties binnen een saliniteitszone kan afhangen van het bereik en de grootte van die variabele binnen die saliniteitszone, geven we in Bijlage 3 een overzicht van de minimale waarde, maximale waarde, het verschil tussen de minimale en maximale waarde (bereik) en de mediaan voor de bestudeerde omgevingsvariabelen per saliniteitszone. Voor de variabelen die in maximaal twee zones geselecteerd werden controleerden we of ze in deze zones een groter bereik of grotere waardes vertoonden dan in andere saliniteitszones, maar dit bleek niet het geval. De enige uitzondering hierop was Begrazing dat enkel veelvuldig voorkwam in het mesohalien.

Ondanks de opsplitsing in saliniteitszones wordt afstand tot de monding (de kwadratische term ervan) nog in twee zones (mesohalien en zoet korte verblijftijd) geselecteerd. Voor de zoete zone met korte verblijftijd heeft dit waarschijnlijk te maken met de overgang binnen deze zone van een hoofdzakelijk door getij beïnvloed overstromingsregime naar een steeds meer door de bovenafvoer beïnvloed overstromingsregime. Voor de mesohaliene zone is dit waarschijnlijk het gevolg van de grote lengte van deze zone, waarin zich ook de grootste gradiënt in saliniteit bevindt. Zelfs wanneer we de mesohaliene zone verder opsplitsen volgens Van Braeckel et al., 2008 Figuur 2.1a in een mesohaliene zone (OMES 5-8) en een zone met sterke saliniteitsgradiënt (OMES 9-12) dan blijft de kwadratische term afstand tot de monding nog steeds bij de beste vijf variabelen voor de laatste zone. Omdat opsplitsing ons niet verder helpt blijven we de oorspronkelijk indeling verder aanhouden. Bovendien beschikken we voor het uiteindelijke modelleren van de vegetaties nu reeds over een eerder beperkte set gegevens per saliniteitszone, zodat we genoopt zullen zijn om zones samen te nemen.

De meest frequent geselecteerde variabele is overstromingsfrequentie gebaseerd op RTK hoogte: ze werd geselecteerd in elke zone. Behalve in de mesohaliene zone presteert overstromingsfrequentie gebaseerd op RTK hoogtes merkkelijk beter dan deze gebaseerd op DTM hoogtedata. Dit is niet onverwacht gezien de soms grote verschillen tussen Hoogte_dtm en Hoogte_rtk die we eerder aantoonde. Voor de mesohaliene zone waren slechts voor de Belgische

gegevens RTK Hoogtes beschikbaar (de mesohaliene zone strekt zich uit over zowel Belgisch als Nederlands grondgebied) waardoor Hoogte_dtm mogelijk een beter resultaat gaf.

Afstand tot de schorrand (vnl. de kwadratische term) is belangrijk in drie zones: oligohalien, zoet lange verblijftijd en zoet korte verblijftijd. Verder vinden we drie met hoogte gerelateerde variabelen. In de eerste plaats Hoogte_rtk (in het oligohalien en zoet korte verblijftijd) die duidelijk een betere verklarende variabele was dan Hoogte DTM. Daarnaast ook Positie ten opzichte van GHW (oligohalien) en Positie ten opzichte van UHW (zoet korte verblijftijd). De selectie van deze laatste variabele hangt waarschijnlijk samen met het feit dat Uiterst Hoog Water in de zone met korte verblijftijd zich deels onafhankelijk gedraagt van andere getijparameters doordat UHW vooral bepaald wordt door hoge bovenafvoer en minder door getij.

Tabel 3-5: Overzicht van de top vijf geselecteerde omgevingsvariabelen per saliniteitszone. Het percentage verklaarde variatie door deze vijf variabele samen is weergegeven in de kolomhoofding voor elke saliniteitszone. Indien een variabele tot de vijf meest verklarende variabelen binnen een saliniteitszone behoort, is deze verdonkerd weergegeven; indien ze tot de top twee behoort in zwart. Let op: deze tabel is gebaseerd op conditionele effecten; dit wil zeggen dat deze vijf variabelen samen het beste verklarende model geven, maar dat individuele variabelen niet steeds tot de vijf meest verklarende variabelen behoren. (meso=mesohalien; oligo=oligohalien; zoet lang=zoet met lange verblijftijd; zoet kort=zoet met korte verblijftijd). Aantallen opnames per zone: Meso: N=315, Oligo: N=62; zoet lang: N=47, zoet kort: N=46.

	Meso (16%)	Oligo (33%)	zoet lang (28%)	zoet kort (27%)
OF%_dtm				
Komgrond				
Begrazing				
OF%_rtk				
Afst_monding ²				
Pos_GHW				
Afst_Schorrand				
Afst_schorrand ²				
Hoogte_rtk				
OD_rtk				
Afst_Kreek				
Afst_Kreek ²				
Pos_UHW				

Tenslotte vinden we nog enkele variabelen die slechts in één zone van belang zijn. Begrazing en Komgrond zijn beide beperkt tot het mesohalien. Dit is vooral bepaald door hun voorkomen. Begrazing en de aanwezigheid van komgrond zijn belangrijke omgevingsvariabelen die potentieel in alle zones vegetaties zullen beïnvloeden maar die in de huidige toestand van het estuarium voornamelijk beperkt zijn tot het mesohaliene deel en verder stroomafwaarts. Afstand tot de

kreekrand en zijn kwadratische term zijn beide geselecteerd in de zoete zone met lange verblijftijd. Er bestaat een vermoeden dat deze variabelen een verband kunnen vertonen met drainage. Overspoelingsduur gebaseerd op RTK hoogtes (OD_rtk) werd enkel in de zoete zone met lange verblijftijd geselecteerd.

3.2.4 Conclusie en discussie vegetatiepatronen

Uit de eerdere beschrijvende analyses van vegetaties (CA) en de omgevingsvariabelen (PCA) bleek dat een modellering van het verband tussen vegetaties en omgevingsparameters best per deelzone diende te gebeuren. Ondanks de opsplitsing in deelzones in de CCA bleef er voor de mesohaliene zone en de zoete zone met korte verblijftijd een impact van afstand tot de monding merkbaar. In verdere modellering dient dus - best minstens voor de mesohaliene zone en de zoete zone met korte verblijftijd - rekening gehouden te worden met afstand tot de monding of een gerelateerde variabele. Idealiter wordt met nog kleinere zones gewerkt, maar de data laten dat niet toe.

Op basis van de CCA kunnen we voor elke saliniteitszone een set van vijf variabelen naar voren schuiven die in aanmerking komt om een voorspellend model op te stellen voor schorvegetaties. Deze set van vijf variabelen is verschillend per saliniteitszone, wat opnieuw aantoont dat een opsplitsing nodig is om vegetaties beter te kunnen beschrijven of voorspellen. Hoewel deze verschillen soms te wijten zijn aan gecorreleerde variabelen (redundantie) zijn een aantal van de verschillen in de selecties reëel. Interessant daarbij is vooral dat de veronderstelde drainage gerelateerde variabelen "afstand tot de kreek" en "afstand tot de schorrand" aan belang lijken te winnen vanaf de oligohaliene zone stroomopwaarts. Het definiëren en in een latere fase voorspellen van vegetatietypes in deze zones zal met drainageparameters moeten rekening houden. Begrazing is ook slechts binnen een beperkt gebied van belang namelijk in de mesohaliene zone. Maar, begrazing wordt op dit ogenblik bijna alleen toegepast in deze zone, zodat we eigenlijk het effect of belang van begrazing in de andere zones niet kunnen inschatten.

Naast deze verschillen zijn er ook constante variabelen die in meerdere saliniteitszones van belang zijn. Overspoelingsfrequentie wordt in alle zones geselecteerd. Dit wijst erop dat overspoelingsfrequentie overal een belangrijke sturende factor voor vegetatiesamenstelling is.

3.3 Detailstudie waterhuishouding schorren

Meetsessies met divers hadden als doel verschillen in meetreeksen na te gaan binnen één schorgebied in functie van de afstand tot de schorrand en schorbreedte. Bij het gebruik van alle meetsessies tegelijkertijd zijn er echter een aantal moeilijkheden naar standaardisatie. Door logistieke beperkingen is het immers onmogelijk om alle meetsessie met divers over alle schorgebieden gelijktijdig uit te voeren. Dit heeft als ongewenst bijeffect dat er grote verschillen tussen de meetreeksen kunnen ontstaan, onder andere als gevolg van het verschillend weer en het verschil in evapotranspiratie tijdens de verschillende seizoenen. Om metingen van de waterhuishouding tussen verschillende meetreeksen en -locaties met elkaar te kunnen vergelijken moesten we dus eerst kunnen corrigeren voor seizoenale verschillen in evapotranspiratie. Er zijn bij ons weten op dit moment nog geen modellen beschikbaar die een dergelijke correctie kunnen uitvoeren voor getijbeïnvloede grondwatermetingen. Er werd een poging ondernomen om deze factor middels het model Menyanthes (KWR watercycle research institute) mee in rekening te brengen, echter binnen het tijdsbestek van deze studie was het onmogelijk om de nodige input data te bekomen en te verwerken.

Evapotranspiratie levert echter vooral in zoetwaterschorren een belangrijke bijdrage tot atmosferisch waterverlies (Hussey & Odum, 1992). De verkennende analyse naar de relaties tussen het drainageregime (puntsgewijze informatie) en ruimtelijke geomorfologische factoren (gebiedsdekkende informatie) leverde dan ook enkel zinvol resultaat op in de mesohaliene zone. Ondanks de belangrijke conclusie in hoofdstuk 3.2, dat de veronderstelde drainage gerelateerde variabelen 'afstand tot de kreek' en 'afstand tot de schorrand' van belang lijken in de oligohaliene en zoete zone kon de factor waterhuishouding enkel in de mesohaliene zone in een volgende stap mee in het ecotopenmodel geïntegreerd worden.

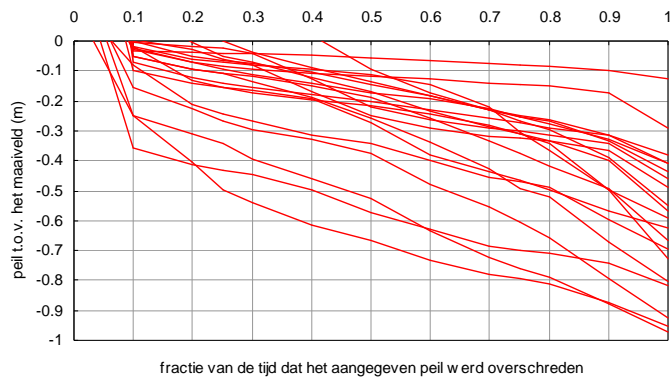
Om de resultaten van het onderzoek naar de onderlinge verbanden tussen waterhuishouding, geomorfologische parameters en vegetaties te verbeteren moet enerzijds meer aandacht besteed worden aan de gelijktijdigheid van de divermetingen zodat de rol van het weer als variabele geminimaliseerd wordt. Anderzijds is het ook waarschijnlijk dat de diepere ondergrond een rol speelt en kan ook een bijkomende bodemtypering de resultaten verbeteren. Dergelijk detail onderzoek kan niet in het volledige estuarium uitgevoerd worden maar moet in een focusgebied per saliniteitszone uitgewerkt worden. Verdere studie in de focusgebieden van Van Braeckel et al. (2009), waarbij per zone gedetailleerde bodemprofielen werden gemaakt in een focusgebied, kunnen hiertoe bijvoorbeeld input leveren.

De meetresultaten met de divers worden uitgebreid beschreven in Bijlage 6. Hieronder volgt een verslag van het onderzoek naar de onderlinge verbanden tussen waterhuishouding, geomorfologische parameters en vegetaties binnen de mesohaliene zone.

3.3.1 Verwerking van divergegevens voor de mesohaliene zone

Voor de analyse van de divergegevens van het mesohaliene deel werd uitgegaan van de meetsessies in de OMES-segmenten 9 en 10. De meetreeksen werden eerst omgezet naar duurcurves, zoals hoger beschreven. Duurcurves geven aan welke fractie van de meettijd het waterpeil boven een bepaald niveau stond. Figuur 3-3 geeft de duurcurves die werden gebruikt in deze analyse.

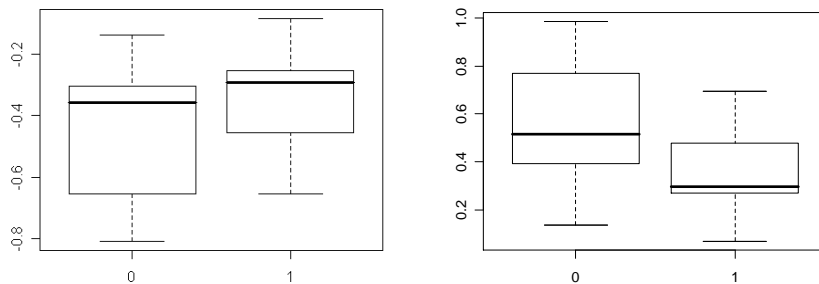
Om de drainage op een meetlocatie te karakteriseren werden uit de duurcurves twee parameters afgeleid, die verder werden onderzocht: drainagediepte en drainagesterkte. In sectie 2.3 wordt beschreven hoe die bepaald worden.



Figuur 3-3: Duurcurves van het mesohaliene deel.

3.3.1.1 Invloed van de bodemtextuur op drainageparameters

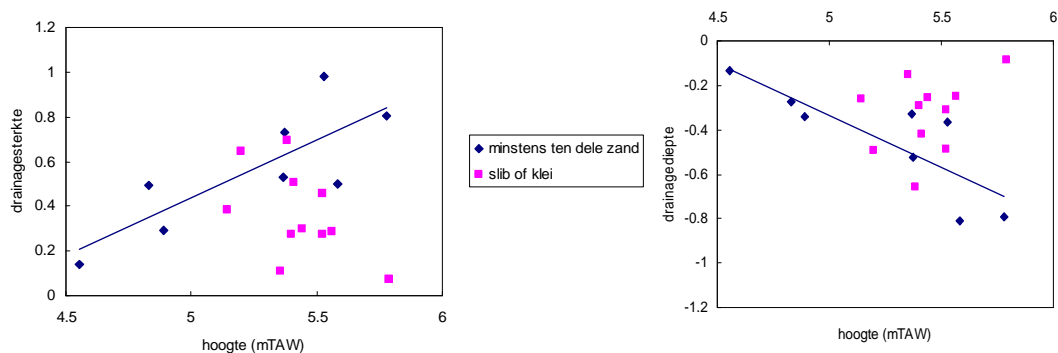
Uit de bodembeschrijving van de verschillende meetlocaties werd afgeleid of de bodem volledig uit klei of slib bestond, of dat er zandige bijmenging was. De invloed van de bodemtextuur op de drainageparameters is weergegeven in Figuur 3-4. Hieruit volgt dat de bodems met zandige bijmenging sterker en dieper draineren dan de bodems zonder zandige bijmenging, maar dat het verschil statistisch niet significant is. Het onderscheid tussen beide bodemtypes zal wel verder meegenomen worden om na te gaan of er interactie is met andere factoren.



Figuur 3-4: Invloed van de bodemtextuur op de drainagediepte (links) en de drainagesterkte (rechts). 0: bodem met zandige bijmenging, 1: zuiver klei of slib zonder zandige bijmenging.

3.3.1.2 Invloed van de hoogte op drainageparameters

De hoogteligging kan de drainageparameters ook beïnvloeden, via het hoogteverschil met het gemiddeld rivierwaterpeil. Hoger gelegen locaties kunnen potentieel dieper draineren.

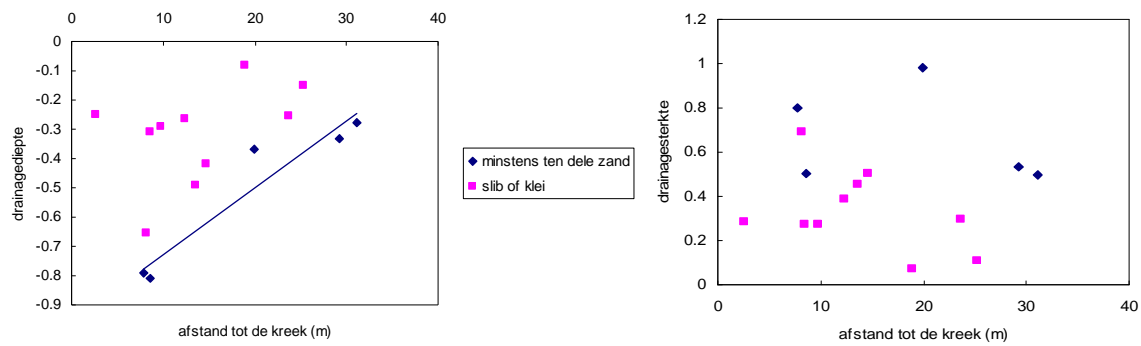


Figuur 3-5: Invloed van de locatiehoogte op de drainageparameters.

De invloed van de hoogte op de drainageparameters wordt weergegeven in Figuur 3-5. Hieruit volgt dat hogergelegen locaties sterker en dieper draineren als de bodem ten dele uit zand bestaat. Bij bodems die volledig uit klei of slib bestaan werd een dergelijke invloed niet gevonden.

3.3.1.3 Invloed van de afstand tot de kreek op drainage parameters

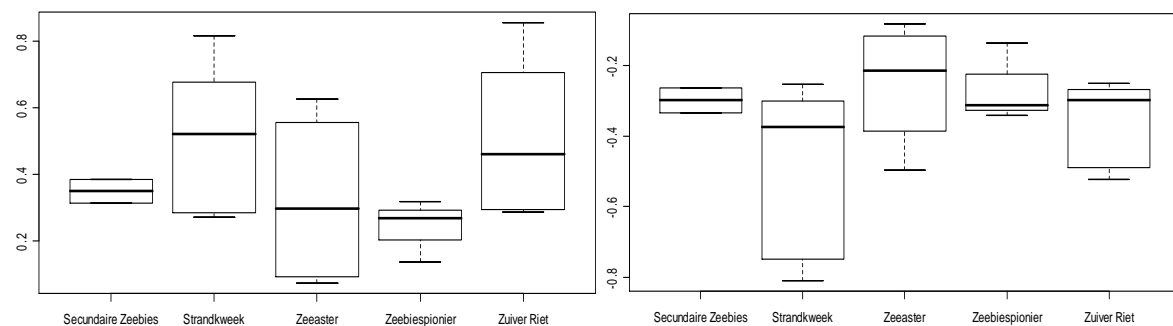
Voor de locaties is de euclidische afstand gemeten tot de meest nabijgelegen zichtbare kreek op luchtfoto. De invloed van de afstand tot de kreek op de drainageparameters is weergegeven in Figuur 3-6. Zandhoudende bodems draineren dieper als ze dichterbij de kreek zijn gelegen. Voor bodems zonder zandfractie lijkt dit ook enigszins het geval, maar kon het verband niet statistisch aangetoond worden ($p=0,2$). Voor de drainageresterkte kon voor geen van beide bodems een verband met de afstand tot een kreek worden aangetoond. Er kan ook verwacht worden dat het effect van de kreekafstand niet lineair is, en sterker is dichterbij de kreek. Er waren te weinig gegevens beschikbaar om dat te kunnen concluderen. Een gedetailleerde studie op een geselecteerde locatie met divers op verschillende afstanden van eenzelfde kreek zou hiervoor nuttig zijn.



Figuur 3-6: Invloed van de afstand tot de meest nabijgelegen kreek op de drainageparameters.

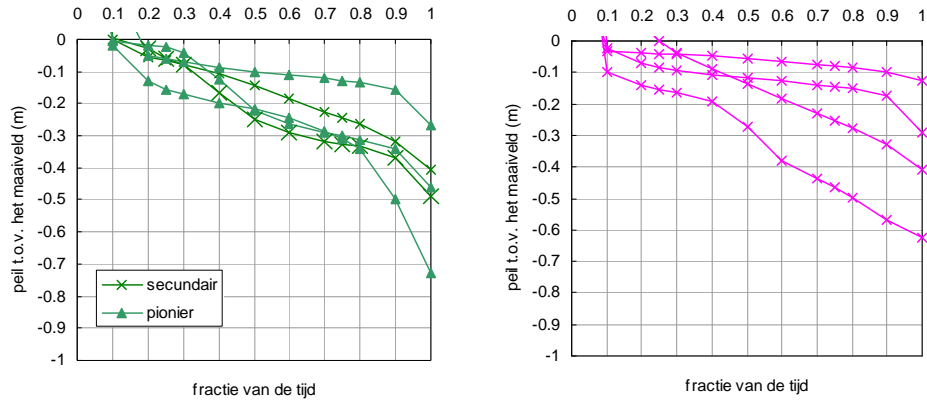
3.3.1.4 Verschillen per vegetatietype

Aan de hand van de vegetatie typering van de meetlocaties van de divers wordt hier nagegaan in welke mate de drainageparameters een invloed zouden kunnen hebben op de vegetatie. Gezien de beperkte omvang van de dataset die hier wordt gebruikt is dit uiteraard slechts een preliminaire analyse. Het is de bedoeling om hieruit inzichten te kunnen meedragen naar de uitgebreidere vegetatie analyse die in de andere hoofdstukken aan bod komt. Figuur 3-7 geeft de drainageparameters weer per vegetatietype, voor de vegetatietypes waarbij op meerdere locaties divergegens werden verzameld.

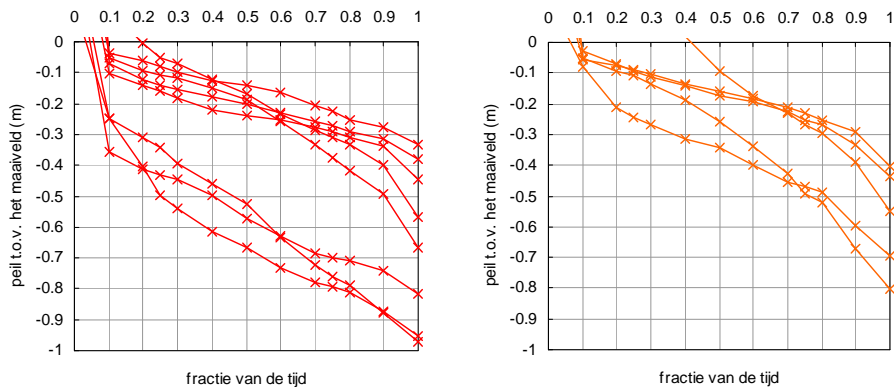


Figuur 3-7: Drainageresterkte (links) en drainagediepte (rechts) in functie van het vegetatietype.

Figuur 3-8 en Figuur 3-9 geven de duurcurves opgesplitst per vegetatietype. De drainagesterkte en drainagediepte lijken groter te zijn bij hogere successiestadia, maar er is een zeer grote variatie binnen de vegetatietypes. Successiestadium hangt ook samen met standplaatshoogte. Bij de analyse hierboven kwam reeds naar voor dat standplaatshoogte aanleiding geeft tot een sterkere drainage bij zandige bodems. In hoeverre een sterkere drainage hogere successiestadia bevordert, of het eerder gaat om covariatie, kan hier niet uit worden afgeleid.



Figuur 3-8: Duurcurves van de meetreeksen in de vegetatietypes Zeebies (links) en Zeeaster (rechts).



Figuur 3-9: Duurcurves van de meetreeksen in de vegetatietypes Strandkweek (links) en Riet (rechts).

3.3.2 Conclusies uit de detailstudie waterhuishouding

Drainage wordt best meegenomen in een standplaatsmodellering van de verschillende vegetatietypes, via de hoogtematen en afstand tot de meest nabije kreek. Uit de bovenstaande analyse blijkt dat ook bodemtextuur zou moeten meegenomen worden. Bodemtextuur is echter niet gebiedsdekkend beschikbaar. Mogelijk kan dit deels worden opgevangen door de ligging in een komgrond of op een oeverwal mee in rekening te brengen.

De modellering van de standplaatsvereisten moet afstand tot de kreek en ligging in een komgrond of oeverwal dus zeker meenemen als te onderzoeken variabelen. Uit de detailstudie kan op het eerste zicht worden verwacht dat deze parameters meer effect zullen hebben in het brakke deel, vermits daar meer zandhoudende ondergronden voorkomen. Invloed van de diepere bodemlagen in de zoete zone zijn echter niet uit te sluiten en moeten nader onderzocht worden.

3.4 Modelling standplaatsvereisten vegetatie

De betrachting van dit hoofdstuk is het modelleren van standplaatsvereisten van de vegetatietypes zoals die in de vegetatietypologie (hoofdstuk 3.1) afgebakend werden. Uit de studie van de vegetatiepatronen (hoofdstuk 3.2) blijkt dat deze modellering best per saliniteitszone gebeurt omdat het relatief belang van de geteste abiotische variabelen verschilt naargelang de zone. De mesohaliene zone en de zoete zone met korte verblijftijd worden idealiter zelfs nog verder opgesplitst aangezien er nog een impact van afstand tot de monding merkbaar is.

De data waarover we beschikken werden echter niet specifiek verzameld om standplaatsvereisten per vegetatietype en per saliniteitszone te modelleren. Ze zijn ontoereikend om deze aanbevelingen te behartigen. De oligohaliene zone en de zoete zones werden noodgedwongen samengenomen. Verschillen tussen de zones kunnen eventueel nog herkend worden door de Afstand tot de monding mee te nemen als variabele. Bovendien werden onderscheiden vegetatietypes in eerste instantie samengebundeld in een kleiner aantal hoofdtypes. Binnen elk hoofdtype werd geprobeerd om een afzonderlijk kwantitatief model per vegetatietype op te stellen wanneer de data dat toelieten. Modellen opgemaakt voor begeleidende soorten verschaffen in sommige gevallen aanvullende informatie over de betreffende vegetaties.

Hieronder worden de modellen per hoofdtype besproken en waar mogelijk wordt de informatie aangevuld met soortmodellen. De indeling in brak en zoet die werd gehanteerd in de vegetatietypologie wordt ook hier gebruikt, aangezien de vegetatietypologie de basis vormt voor de modellering. De modellen zijn gebaseerd op vegetatieopnames van hogere planten en gelden dan ook enkel in de zone waar deze voorkomen.

3.4.1 Brakke vegetaties

De correlaties tussen de parameters zijn voor het brakke deel weergegeven in Tabel 3-6.

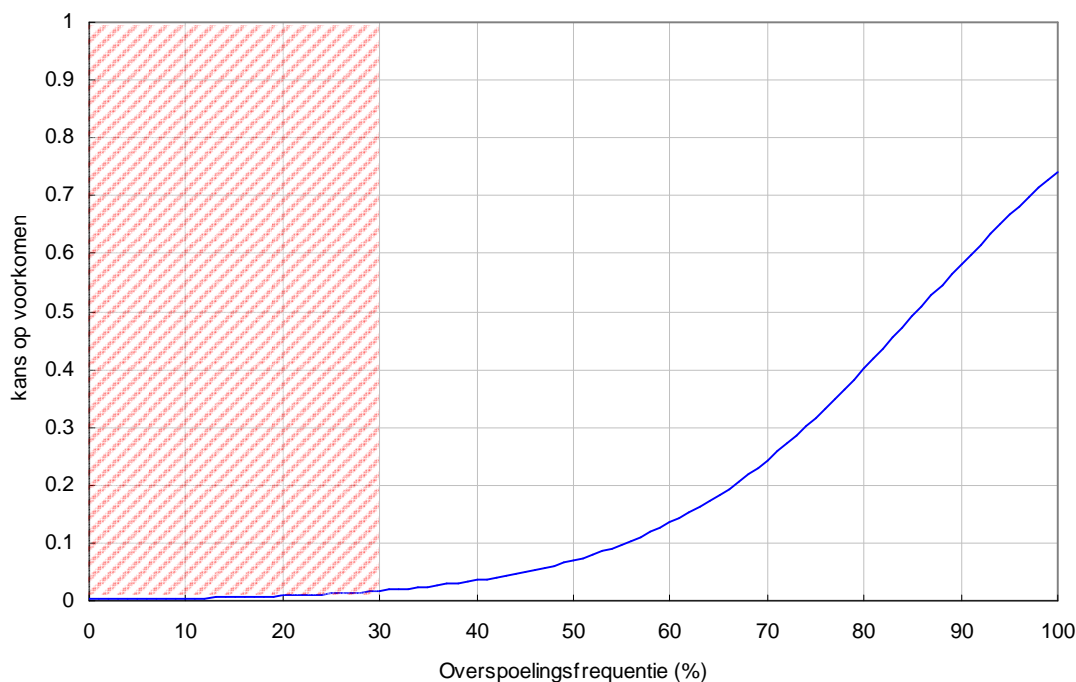
Tabel 3-6: Correlatiematrix voor de parameters van het brakke deel. Enkel correlatiecoëfficiënten groter dan 0.5 zijn weergegeven.

	AfstMond	GTV9800	GTVS9800	OFdtm	ODdtm	POSGLWdtm	POSGLWSdtm	POSGHWdtm	POSGHWDdtm	POSGHWSdtm	POSUHWdtm	Komgrond	Oeverwal	Pionier	AfstSchor	AfstKreek	Begrazing
AfstMond	1.00	0.99	0.99														
GTV9800	0.99	1.00	1.00														
GTVS9800	0.99	1.00	1.00														
OFdtm				1.00	0.97	-0.81	-0.81	-0.84	-0.84	-0.83	-0.83						
ODdtm				0.97	1.00	-0.79	-0.79	-0.80	-0.80	-0.79	-0.79						
POSGLWdtm				-0.81	-0.79	1.00	1.00	0.97	0.98	0.95	0.95						
POSGLWSdtm				-0.81	-0.79	1.00	1.00	0.96	0.97	0.95	0.95						
POSGHWdtm				-0.84	-0.80	0.97	0.96	1.00	1.00	1.00	1.00						
POSGHWDdtm				-0.84	-0.80	0.98	0.97	1.00	1.00	1.00	0.99						
POSGHWSdtm				-0.83	-0.79	0.95	0.95	1.00	1.00	1.00	1.00						
POSUHWdtm				-0.83	-0.79	0.95	0.95	1.00	0.99	1.00	1.00						
Komgrond												1.00	-0.58	-0.52			
Oeverwal												-0.58	1.00				
Pionierschor												-0.52		1.00			
AfstSchor															1.00		
AfstKreek																1.00	
Begrazing																	1.00

Vermits er in het brakke deel niet voor alle opnames RTK hoogtes waren, werd noodgedwongen gemodelleerd op basis van DTM gegevens, ook al zijn deze minder nauwkeurig. Mogelijks beïnvloedt dit de kwaliteit van de modellen. De parameters GTV en GTVS die het getijverschil beschrijven bleken in het brakke deel zeer sterk gecorreleerd met de afstand tot de monding en werden daarom in de modellering niet meegenomen. De parameters die de positie in het getijvenster beschrijven bleken ook allen sterk gecorreleerd, zodat er slechts één van deze parameters in het model werd opgenomen. Wel werden verschillende modellen gemaakt met de verschillende positieparameters, om telkens de best verklarende te kunnen selecteren.

3.4.1.1 Hoofdtype kolonizatoren

Het hoofdtype kolonizatoren omvat de vegetatietypes b (Zeekraalvegetatie, *Salicornia*), c (Slijkgrasvegetatie, *Spartina townsendii*) en k (Melkkruidvegetatie, *Glaux maritima*) uit de brakke vegetatietypologie. De aanwezigheid van kolonizatoren wordt modelmatig best verklaard door de overspoelingsfrequentie. Overspoelingsfrequentie verklaart daarbij ongeveer 40% van de variatie. Andere parameters waren niet significant. De gemodelleerde kans op voorkomen is in Figuur 3-10 weergegeven in functie van de overspoelingsfrequentie. Kolonizatoren komen in het brakke deel van de Schelde vooral voor bij hoge overspoelingsfrequenties.

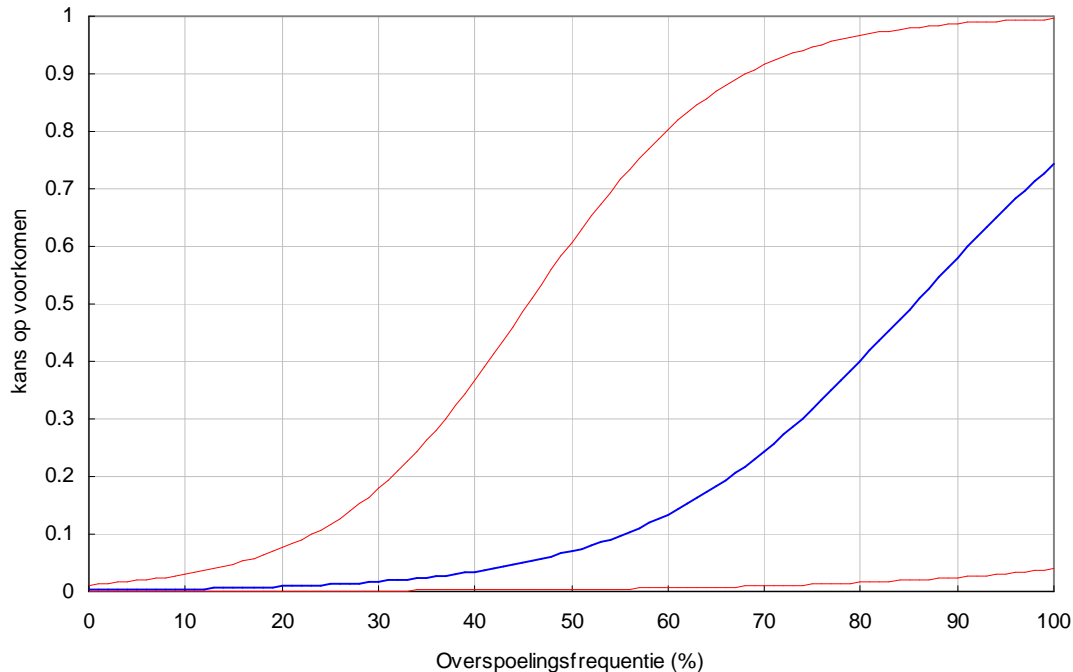


Figuur 3-10: Kans op voorkomen van kolonizatoren in functie van de overspoelingsfrequentie in het brakke deel. Het rood gearceerde deel is een overspoelingsbereik waarbinnen er geen opnames van kolonizatoren in de dataset aanwezig waren.

De coëfficiënten zijn samen met de standaardfouten weergegeven in tabel 3.7. Door het grote aandeel aan niet verklaarde variatie zijn de standaardfouten op de geschatte parameters redelijk groot. Ter illustratie is 95% betrouwbaarheidsinterval voor voorspellingen rond de curve getrokken in Figuur 3-11.

Tabel 3-7: Coëfficiënten van het model voor kolonisatoren.

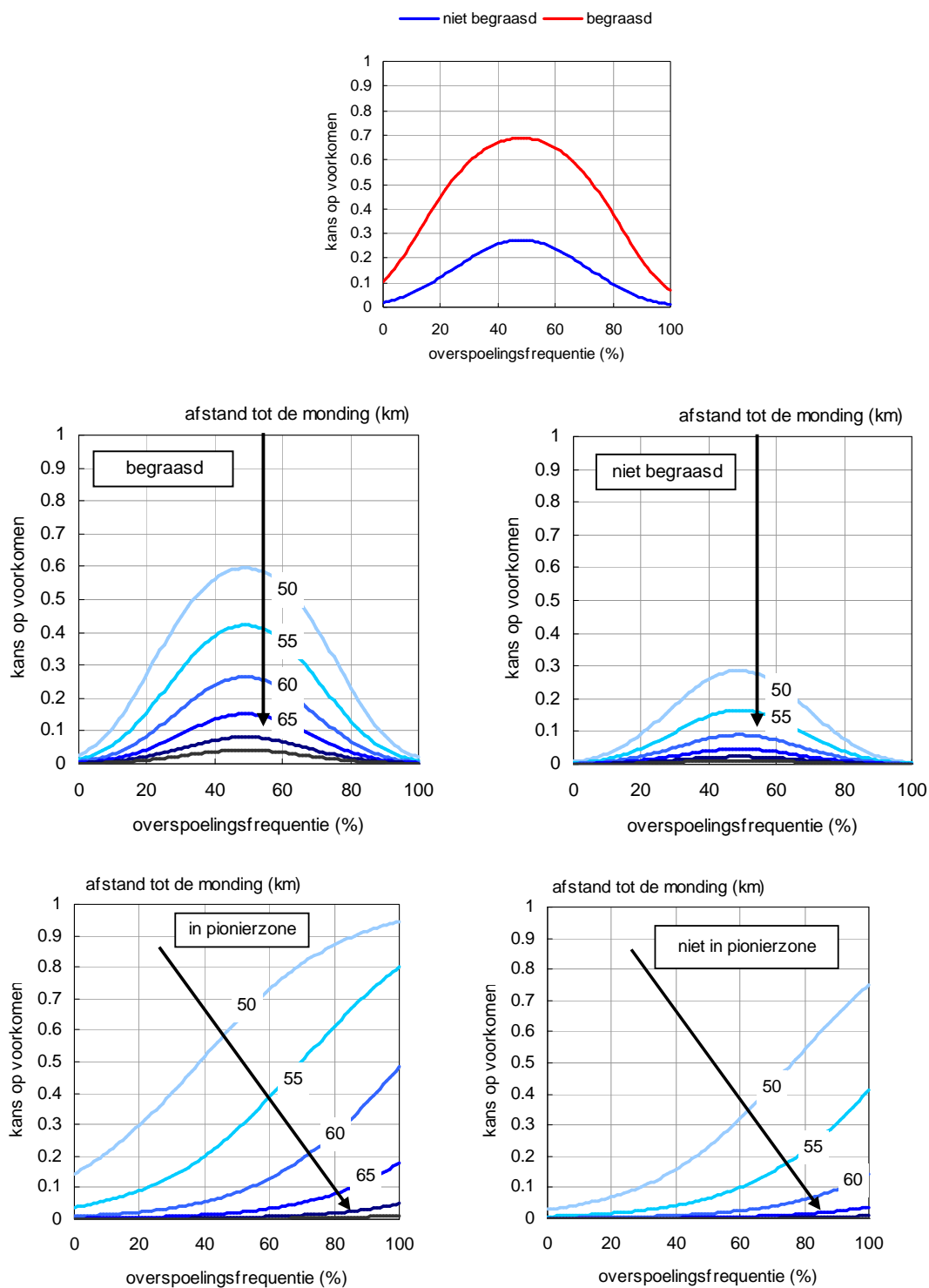
Parameter	Schatting	Standaard fout
a0	-6.23698	0.88894
OF_dtm: a1	0.07294	0.01243
OF_dtm: a2	-	-



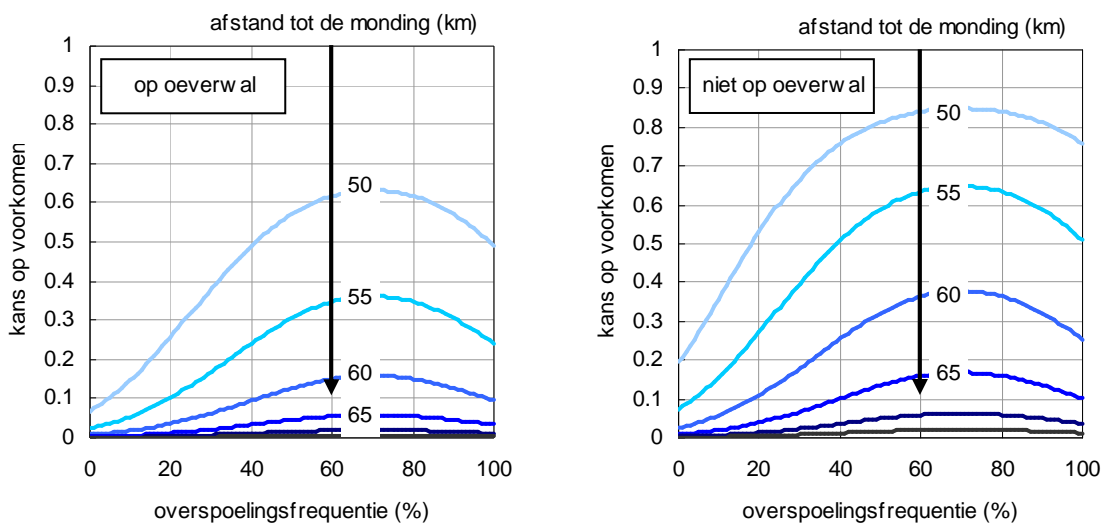
Figuur 3-11: 95% betrouwbaarheidsinterval (rood) voor voorspellingen over het voorkomen van kolonisatoren in het brakke deel.

Door de grote standaardfouten is het model minder geschikt voor voorspellingen op zeer lokale schaal. Bij voorspellingen op een groot aantal locaties zullen de fouten zich echter uitmiddelen, waardoor toch uitspraken kunnen worden gedaan. Er dient nog verder onderzocht te worden vanaf welk schaalniveau voorspellingen de gewenste zekerheid kunnen bieden.

Binnen de groep van kolonisatoren kon modelmatig nog onderscheid worden gemaakt tussen kolonisatoren van *Salicornia* en kolonisatoren van *Glaux maritima*. Het verschil is weergegeven in Figuur 3-14. De gemeenschap van *Salicornia* komt duidelijk lager in het getijdenster voor dan de gemeenschap van *Glaux maritima*. De pioniergemeenschap van *Spartina townsendii* kon niet worden gemodelleerd omdat er te weinig opnames beschikbaar waren. Deze gemeenschap lijkt op het eerste zicht intermediair te zijn tussen beide. Dit wordt ook ondersteund door modellering van het voorkomen van de belangrijke soorten, onafhankelijk van het vegetatietype waar ze instaan. De resultaten van deze soortmodellering zijn weergegeven in Figuur 3-12 en Figuur 3-13 voor *Glaux maritima*, *Salicornia europaea*, *Salicornia procumbens* en *Spartina townsendii*.



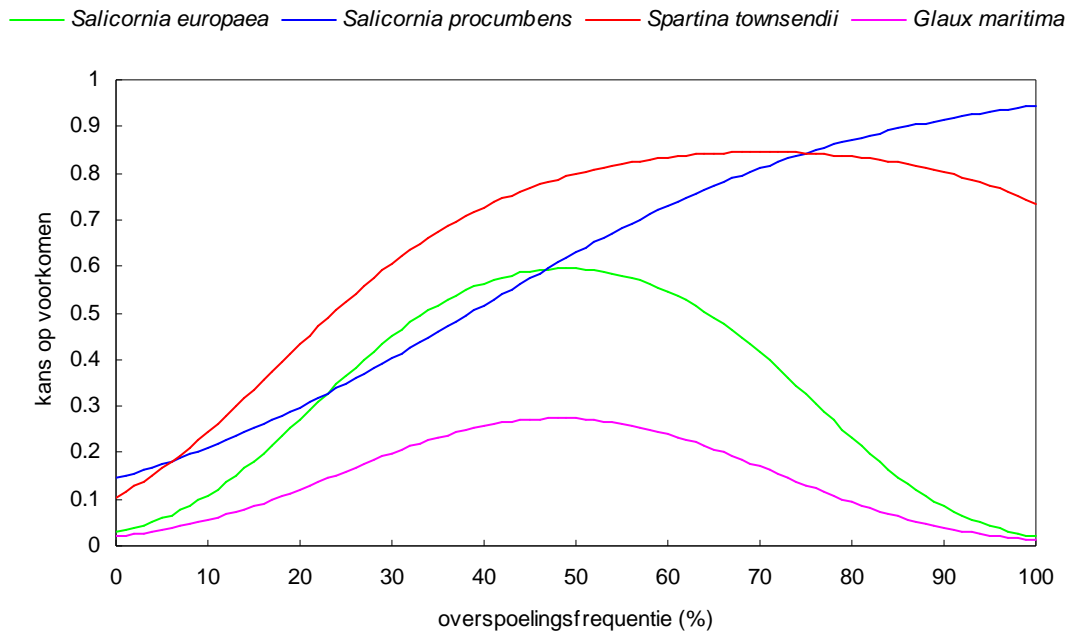
Figuur 3-12: Bovenste rij: kans op voorkomen van *Glaux maritima* in functie van de overspoelingsfrequentie en begrazing. Tweede rij: kans op voorkomen van *Salicornia europaea* in functie van de overspoelingsfrequentie en afstand tot de monding voor begraasde (links) en niet-begraasde (rechts) gebieden. Derde rij: kans op voorkomen van *Salicornia procumbens* in functie van de overspoelingsfrequentie en afstand tot de monding voor pionierszone (links) en niet-pionierszone (rechts) gebieden.



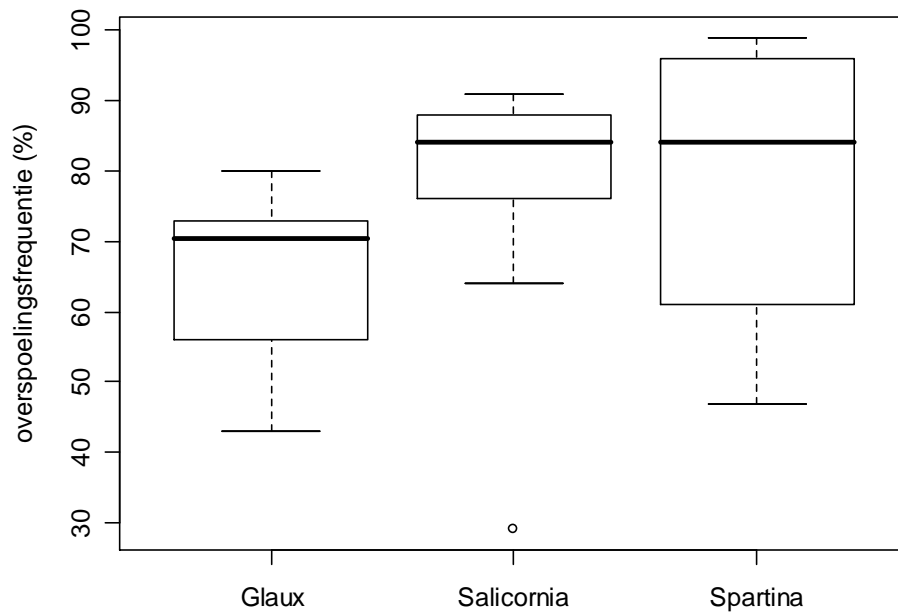
Figuur 3-13: Kans op voorkomen van *Spartina townsendii* in functie van de overspoelingsfrequentie en de afstand tot de monding voor op de oeverwal (links) en niet op de oeverwal (rechts) gelegen gebieden.

Voor alle soorten afzonderlijk bleek overspoelingsfrequentie een iets betere predictor dan hoogte boven de gemiddeld laagwaterlijn, maar de verschillen waren klein. De verklaarde variatie was beperkt. Voor *Salicornia procumbens* was dit ongeveer 45%, voor *Spartina townsendii* 30% en voor de beide andere soorten minder dan 20%. De uitkomst van de modellen mag daarom slechts globaal worden geïnterpreteerd. *Glaux maritima* en *Salicornia europaea* blijken beide positief te worden beïnvloed door begrazing, en hebben hun optimum rond een overspoelingsfrequentie van 50%. Dit is duidelijk buiten het optimum van de kolonistoren. Beide soorten komen behalve in pionierschorren echter ook voor in begraasde zilte graslanden, die hoger gelegen zijn. *Salicornia europaea* blijkt meer voor te komen langs de zoutere kant van de brakke zone. Dit geldt ook voor *Salicornia procumbens* en *Spartina townsendii*. *Salicornia procumbens* blijkt het meest voor te komen bij hoge overspoelingsfrequenties, en vertoont van de vier beschouwde soorten dus het sterkste pionierkarakter. *Spartina townsendii* is intermediair met een optimum rond een overspoelingsfrequentie van 70%. *Spartina townsendii* heeft echter een breed bereik van overspoelingsfrequenties. Het komt ook voor bij lagere overspoelingsfrequenties, voornamelijk weg van oeverwallen in minder gedraineerde zones. Bovenstaande wordt nogmaals samengevat in Figuur 3-14, waar de vier soorten worden vergeleken in functie van de gemodelleerde overspoelingsfrequentie.

De waargenomen overspoelingsfrequenties voor de drie vegetatietypes van de pioniergroep zijn in boxplot weergegeven in Figuur 3-15. Ook hier zien we dat de *Salicornia*-groep voorkomt bij de hoogste overspoelingsfrequenties, en de *Glaux*-groep bij iets lagere overspoelingsfrequenties. De *Spartina*-groep heeft een breder bereik die met het bereik van de twee andere groepen overlapt.



Figuur 3-14: Kans op voorkomen van pioniersoorten in functie van de overspoelingsfrequentie.



Figuur 3-15: Waargenomen bereik van overspoelingsfrequenties voor de verschillende deelgroepen van kolonisatoren: Glaux (vegetatietype k), Salicornia (vegetatietype b) en Spartina (vegetatietype c).

3.4.1.2 Hoofdtype biezten A

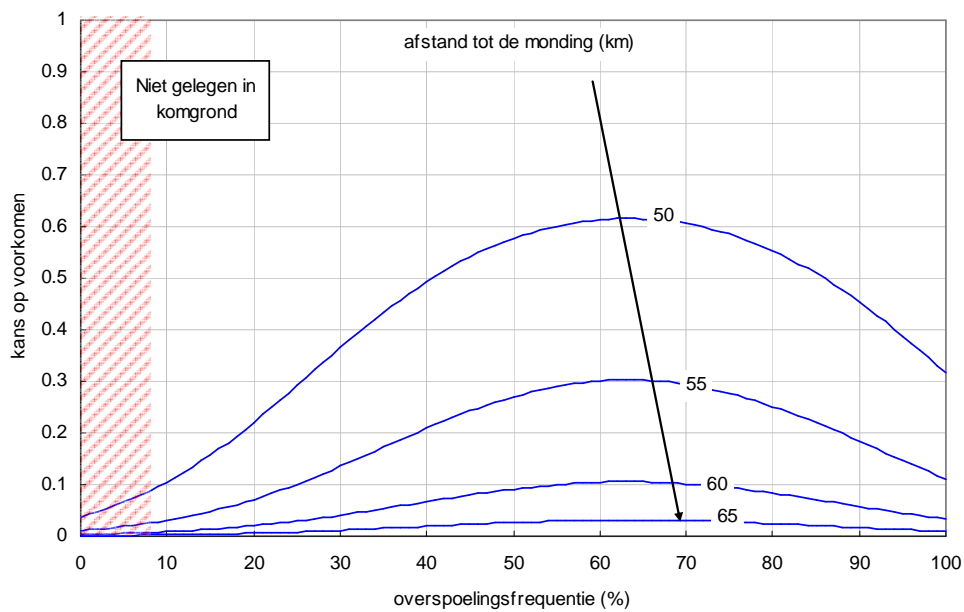
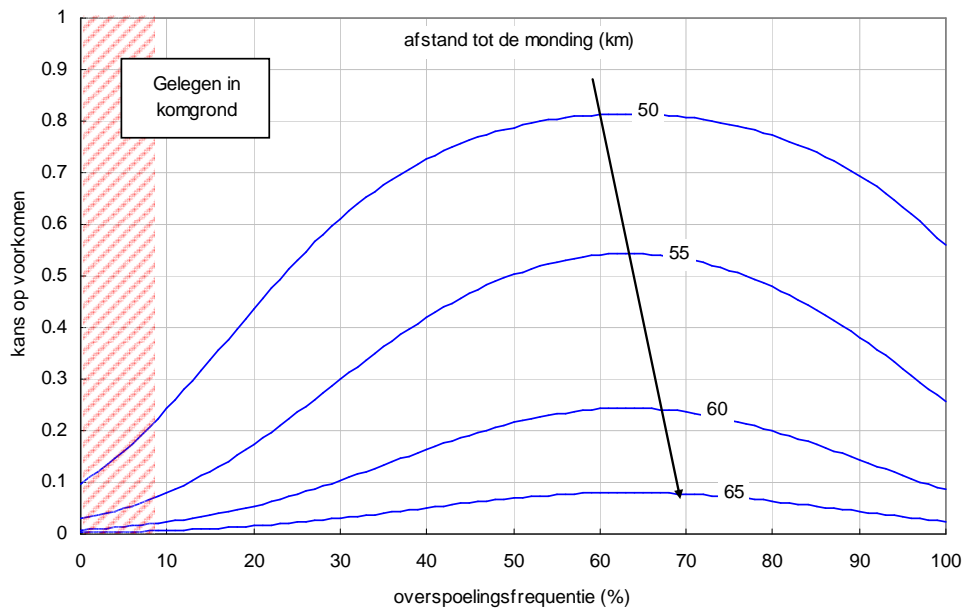
Het modelleren van de volledige vegetatiegroep d (Zeebiesvegetaties) van de brakke vegetatietynologie leverde geen zinvolle resultaten op. Daarom werd deze groep gesplitst in Hoofdtypes biezten A en biezten B. Het hoofdtype biezten A omvat de vegetatietypes 000110101 (getypeerd door *Scirpus maritimus* met bijmenging van *Agrostis stolonifera*) en 000110100 (getypeerd door *Scirpus maritimus* met bijmenging van *Aster tripolium* en *Puccinellia maritima*) uit de vegetatiegroep d van de brakke vegetatietynologie. De aanwezigheid van het type biezten A wordt het sterkst bepaald door overspoelingsfrequentie en afstand tot de monding. Daarnaast komt het type ook meer voor in komgronden. Modelmatig kan echter slechts iets meer dan 20% van de variatie in standplaats worden verklaard. De gemodelleerde kans op voorkomen is in Figuur 3-16 weergegeven in functie van de significante parameters. Hieruit volgt duidelijk dat dit hoofdtype vooral voorkomt in het zoutere deel van het mesohaliene. De optimale overspoelingsfrequentie ligt rond 65%.

De coëfficiënten zijn samen met de standaardfouten weergegeven in tabel 3.8. Door het grote aandeel aan niet verklaarde variatie zijn de standaardfouten op de geschatte parameters redelijk groot waardoor het model minder geschikt is voor voorspellingen op zeer lokale schaal.

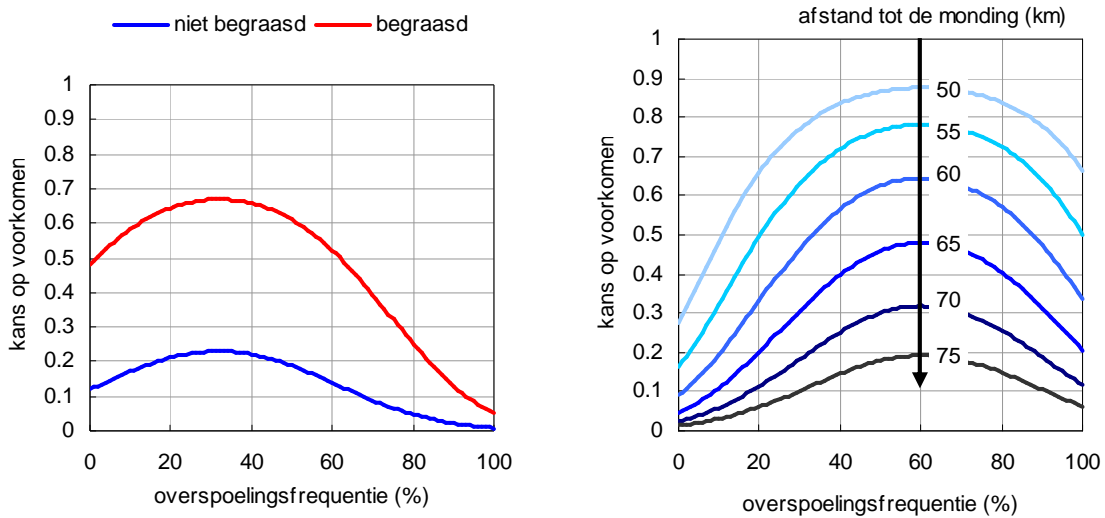
Tabel 3-8: Coëfficiënten van het model voor biezten A.

Parameter	Schatting	Standaard fout
a0	9.816725	3.208218
OF_dtm: a1	0.116763	0.043072
OF_dtm: a2	-0.00092	0.062358
Afst_Monding: a1	-0.26083	0.000422
Komgrond: a1	1.006073	0.49719

Het was niet mogelijk modelmatig onderscheid te maken tussen beide vegetatietypes die deel uitmaken van deze groep. Aan de hand van de soortmodellen van de begeleidende soorten *Agrostis stolonifera* en *Aster tripolium* kan wel worden afgeleid dat het type 000110101 met *Agrostis stolonifera* eerder voorkomt bij de lagere overspoelingsfrequenties en het type 000110100 met *Aster tripolium* eerder bij de hogere overspoelingsfrequenties. De resultaten van de soortmodellering van deze beide soorten is weergegeven in Figuur 3-17.



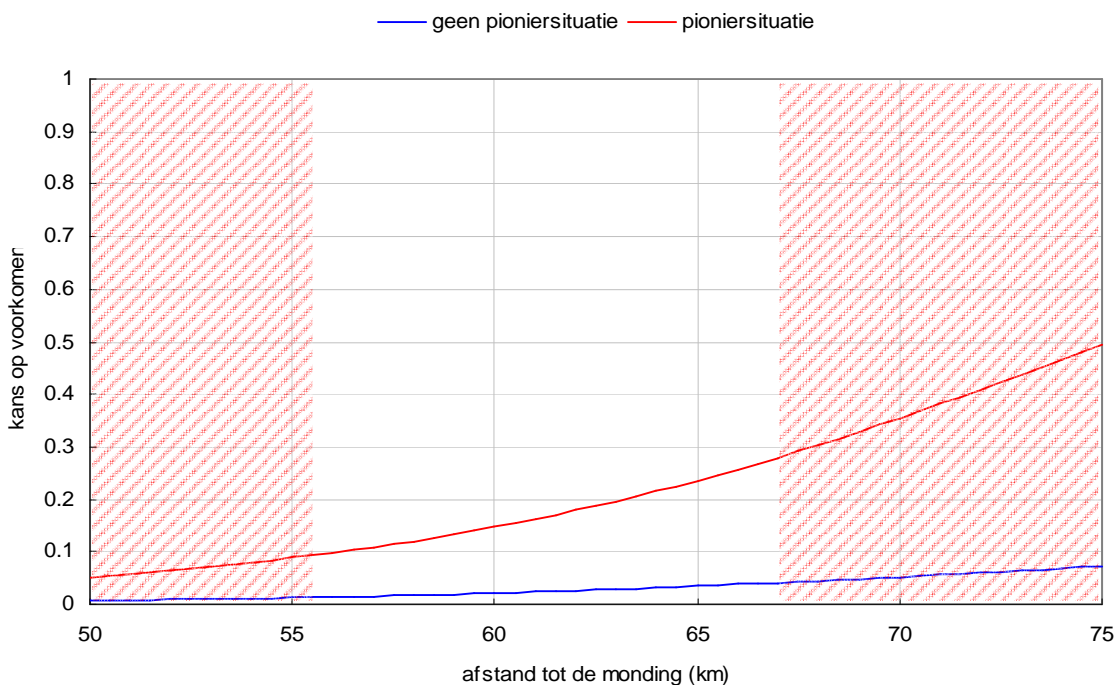
Figuur 3-16: Kans op voorkomen van het hoofdtype biezen A in functie van overspoelingsfrequentie, afstand tot de monding en ligging in een komgrond. Het rood gearceerde deel is een overspoelingsbereik waarbinnen er geen opnames van biezen A in de dataset aanwezig waren. Afstand tot de monding varieerde in de dataset van 46km tot 67km.



Figuur 3-17: Links: kans op voorkomen van *Agrostis stolonifera* in functie van de overspoelingsfrequentie en begrazing, Rechts: kans op voorkomen van *Aster tripolium* in functie van de overspoelingsfrequentie en de afstand tot de monding.

3.4.1.3 Hoofdtype biezten B

Het hoofdtype biezten B omvat de vegetatietypes 0001111 (Zuivere zeebies waarin naast Zeeaster weinig andere soorten voorkomen) en 0001110 (getypeerd door *Scirpus maritimus* met bijmenging van *Atriplex prostrata*) uit de vegetatiegroep d (Zeebiesvegetaties) uit de brakke vegetatietypologie.



Figuur 3-18: Kans op voorkomen van het hoofdtype biezten B in functie van afstand tot de monding en pioniersituatie. Het rood gearceerde deel is een afstandsgebied waarbinnen er geen opnames van biezten B in de dataset aanwezig waren.

De aanwezigheid van het type biezen B wordt vooral bepaald door het pionierkarakter van de standplaats en afstand tot de monding. Overspoelingsfrequentie of parameters die de hoogte in het getijdenster bepalen waren niet significant. Modelmatig kan echter slechts ongeveer 15% van de variatie in standplaats worden verklaard. De gemodelleerde kans op voorkomen is in Figuur 3-18 weergegeven in functie van de significante parameters. Dit biezen type heeft in tegenstelling tot het voorgaande een grotere kans op voorkomen in het zoetere deel van het mesohaliene.

De coëfficiënten zijn samen met de standaardfouten weergegeven in tabel 3.9. Door het grote aandeel aan niet verklaarde variatie zijn de standaardfouten op de geschatte parameters redelijk groot waardoor het model minder geschikt is voor voorspellingen op zeer lokale schaal.

Tabel 3-9: Coëfficiënten van het model voor biezen B.

Parameter	Schatting	Standaard fout
a0	-10.5947	3.24065
Afst_Monding: a1	0.11546	0.05122
Pionierzone: a1	1.91291	0.53086

Het was niet mogelijk modelmatig onderscheid te maken tussen beide vegetatietypes die deel uitmaken van deze groep.

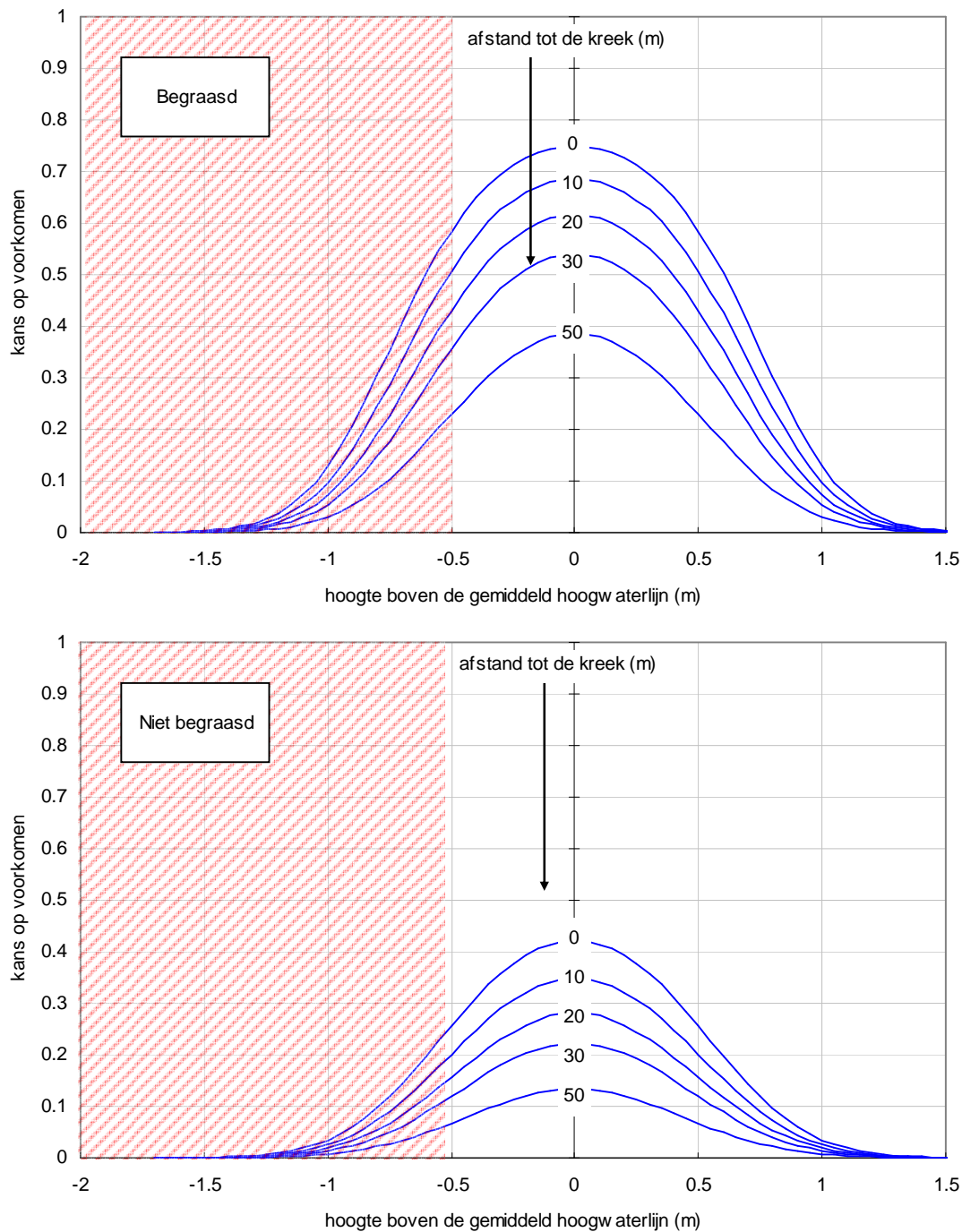
3.4.1.4 Hoofdtype zilt grasland

Het hoofdtype zilt grasland omvat de vegetatietypes f (Zilt grasland van Schorrenzoutgras), g (Zilt grasland van Gewoon kweldergras), h (Zilt grasland van Gewoon kweldergras met Fioringras), i (Zilt grasland van Rood zwenkgras) en j (Zilt grasland van Zilte rus) uit de brakke typologie. Bij dit hoofdtype geeft het gebruik van de positie t.o.v. de gemiddeld hoogwaterlijn een beter model dan het gebruik van de overspoelingsfrequentie. Daarnaast is begrazing een sterk bepalende factor. Ook afstand tot de kreek is significant. Met deze drie factoren samen kan modelmatig slechts minder dan 20% van de variatie in standplaats worden verklaard. De gemodelleerde kans op voorkomen is in Figuur 3-19 weergegeven in functie van de significante parameters. Zilte graslanden hebben hun optimum rond de gemiddeld hoogwaterlijn, waarbij zilte graslanden meer voorkomen in de nabijheid van de kreek. Afstand tot de kreek werd in het model in de eerste plaats mee opgenomen om verschillen in drainage weer te geven. In dit geval is het echter ook mogelijk dat afstand tot de kreek als significant naar voor komt, doordat dieren de neiging hebben de kreek te volgen als ze zich door het schor verplaatsen (pers. comm. Alexander Van Braeckel).

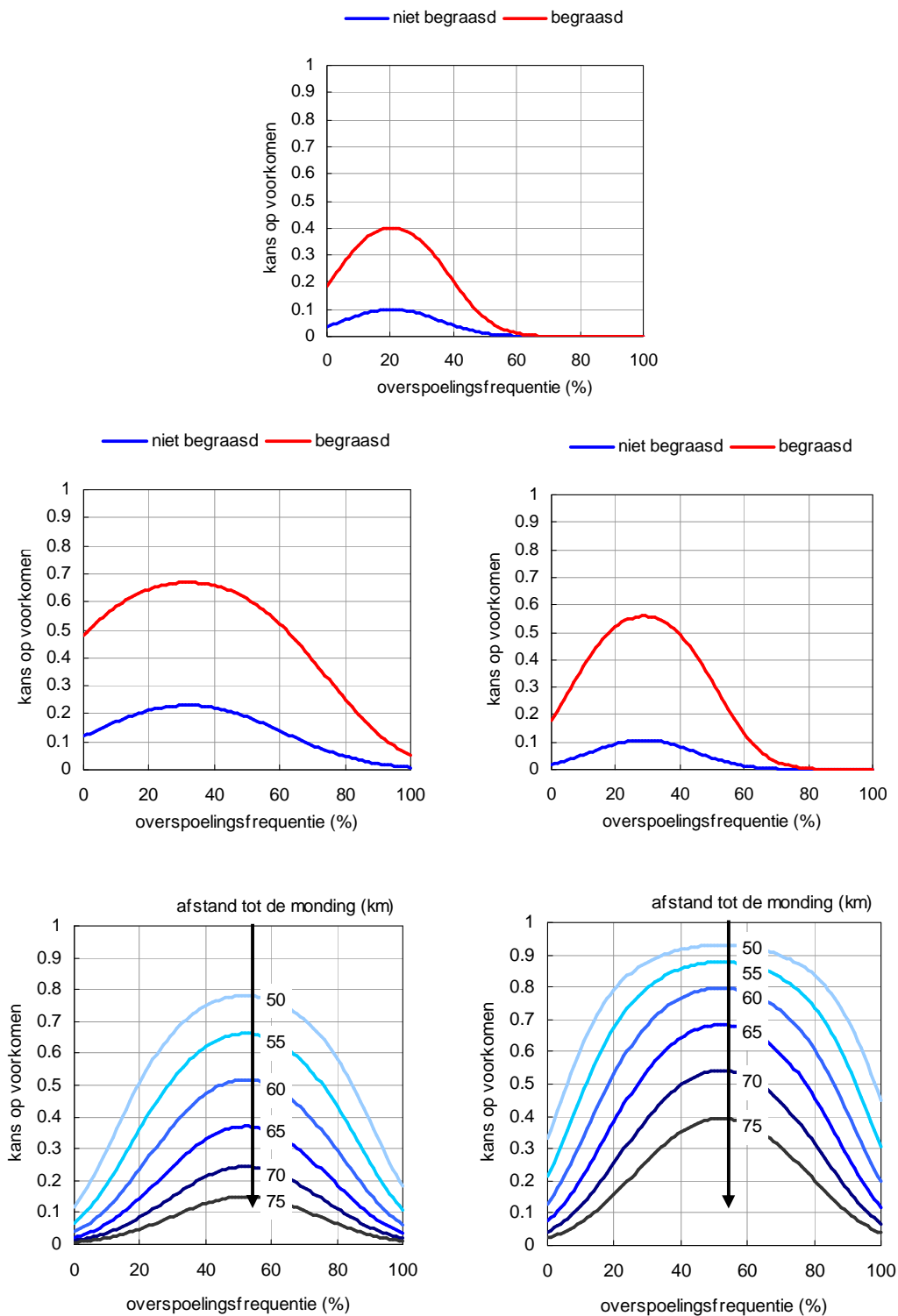
Tabel 3-10: Coëfficiënten van het model voor zilt grasland.

Parameter	Schatting	Standaard fout
a0	-0.31506	0.27806
POSGHW_dtm: a1	-	-
POSGHW_dtm: a2	-3.00827	0.98472
Begrazing: a1	1.40934	0.34704
Afst_Kreekrand: a1	-0.03115	0.01371
Afst_Kreekrand: a2	-	-

De coëfficiënten zijn samen met de standaardfouten weergegeven in tabel 3.10. Door het grote aandeel aan niet verklaarde variatie zijn de standaardfouten op de geschatte parameters redelijk groot waardoor het model minder geschikt is voor voorspellingen op zeer lokale schaal.



Figuur 3-19: Kans op voorkomen van het hoofdtype zilt grasland in functie van hoogte boven de gemiddeld hoogwaterlijn, afstand tot de kreek en begrazing. Het rood gearceerde deel is een hoogtebereik waarbinnen er geen opnames van zilt grasland in de dataset aanwezig waren. Afstand tot de monding varieerde in de dataset van 0.5m tot 36m. De kans op voorkomen beneden -0.5m t.o.v. de gemiddeld hoogwaterlijn kan overschat zijn ten gevolge van het ontbreken van asymmetrische termen in het model.

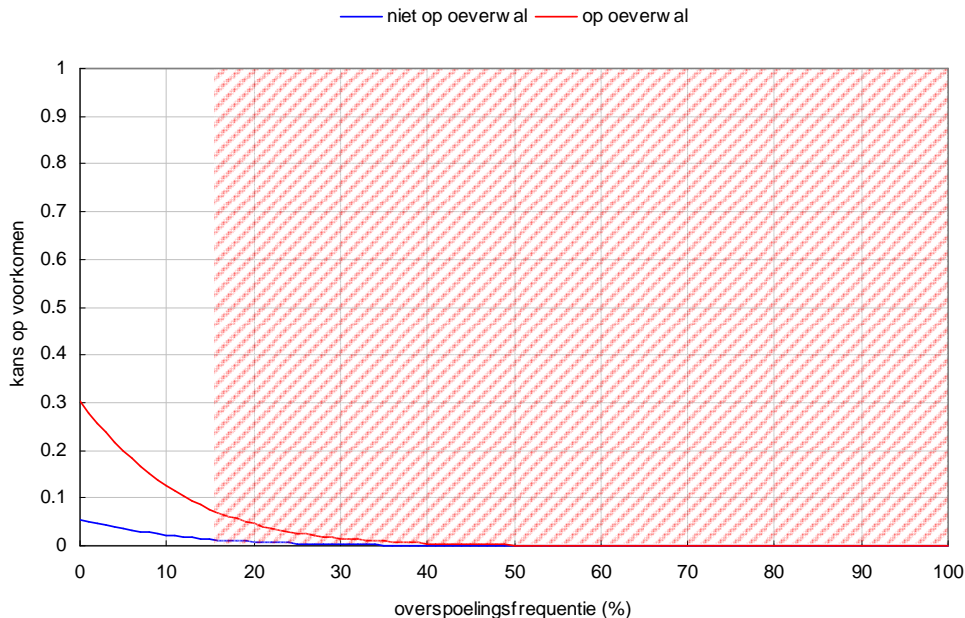


Figuur 3-20: Boven: kans op voorkomen van *Festuca rubra* in functie van overspoelingsfrequentie en begrazing. Midden: kans op voorkomen van *Agrostis stolonifera* in functie van overspoelingsfrequentie en begrazing (links) en kans op voorkomen van *Juncus gerardi* in functie van overspoelingsfrequentie en begrazing (rechts). Onder: kans op voorkomen van *Puccinellia maritima* in functie van overspoelingsfrequentie en afstand tot de monding in niet begraasde situaties (links) en in begraasde situaties (rechts).

Binnen de groep zilte graslanden kan in de verschillende vegetatietypes een verschil worden gezien naargelang de hoogte of overspoelingsfrequentie van de standplaats. De soortmodellen van de voornaamste soorten zijn weergegeven in Figuur 3-20. Bij de soortmodellen werd uitgegaan van overspoelingsfrequentie, omdat voor een aantal soorten hoogte tot de gemiddeld hoogwaterlijn geen bruikbaar model opleverde. Uit deze modellen volgt dat het type met Rood zwenkgras *Festuca rubra* het hoogst zal voorkomen. Daarna komt Fioringras *Agrostis stolonifera* erin, en de types met Gewoon kweldergras *Puccinellia maritima* zijn de natste. Zilte rus *Juncus gerardi* komt in standplaats overeen met *Agrostis stolonifera*, maar is minder breed van overspoelingsbereik. Schorrezoutgras *Triglochin maritima* kon niet gemodelleerd worden.

3.4.1.5 Hoofdtype zilverschoongrasland

Het hoofdtype zilverschoongrasland omvat de vegetatiegroep L (Zilverschoongrasland) uit de brakke vegetatietynologie. Het voorkomen is beperkt tot hoger gelegen, weinig overstroomde zones, vooral op oeverwallen. Een model met overspoelingsfrequentie en ligging op een oeverwal verklaart ongeveer 25% van de variatie. De gemodelleerde kans op voorkomen is in Figuur 3-21 weergegeven.



Figuur 3-21: Kans op voorkomen van het hoofdtype zilverschoongrasland in functie van overspoelingsfrequentie en ligging op een oeverwal. Het rood gearceerde deel is een overspoelingsbereik waarbinnen er geen opnames van zilverschoongrasland in de dataset aanwezig waren.

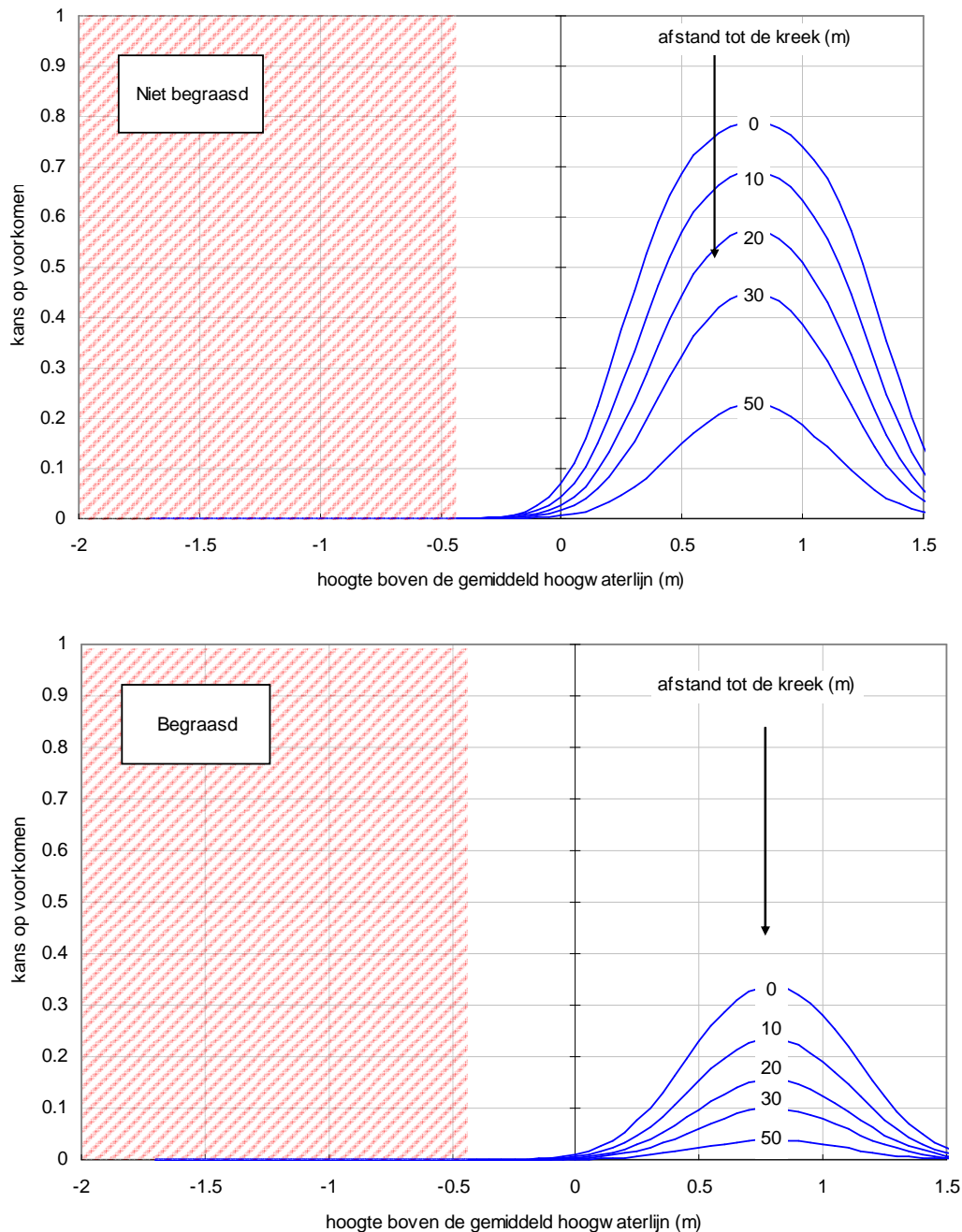
De coëfficiënten zijn samen met de standaardfouten weergegeven in tabel 3.11. Door het grote aandeel aan niet verklaarde variatie zijn de standaardfouten op de geschatte parameters redelijk groot waardoor het model minder geschikt is voor voorspellingen op zeer lokale schaal.

Tabel 3-11: Coëfficiënten van het model voor zilverschoongrasland.

Parameter	Schatting	Standaard fout
a0	-2.54451	0.63413
OF_dtm: a1	-0.10978	0.04466
OF_dtm: a2	-	-
Oeverwal: a1	1.70491	0.70544

3.4.1.6 Hoofdtype strandkweek

Het hoofdtype strandkweek omvat de vegetatiegroep e (Strandkweekvegetaties) uit de brakke vegetatietypologie. Het voorkomen van het hoofdtype strandkweek wordt significant beïnvloed door de hoogte boven de gemiddeld hoogwaterlijn, de afstand tot de kreek en begrazing. Een model met deze drie variabelen verklaart een kleine 30% van de variatie. De gemodelleerde kans op voorkomen is in Figuur 3-22 weergegeven.



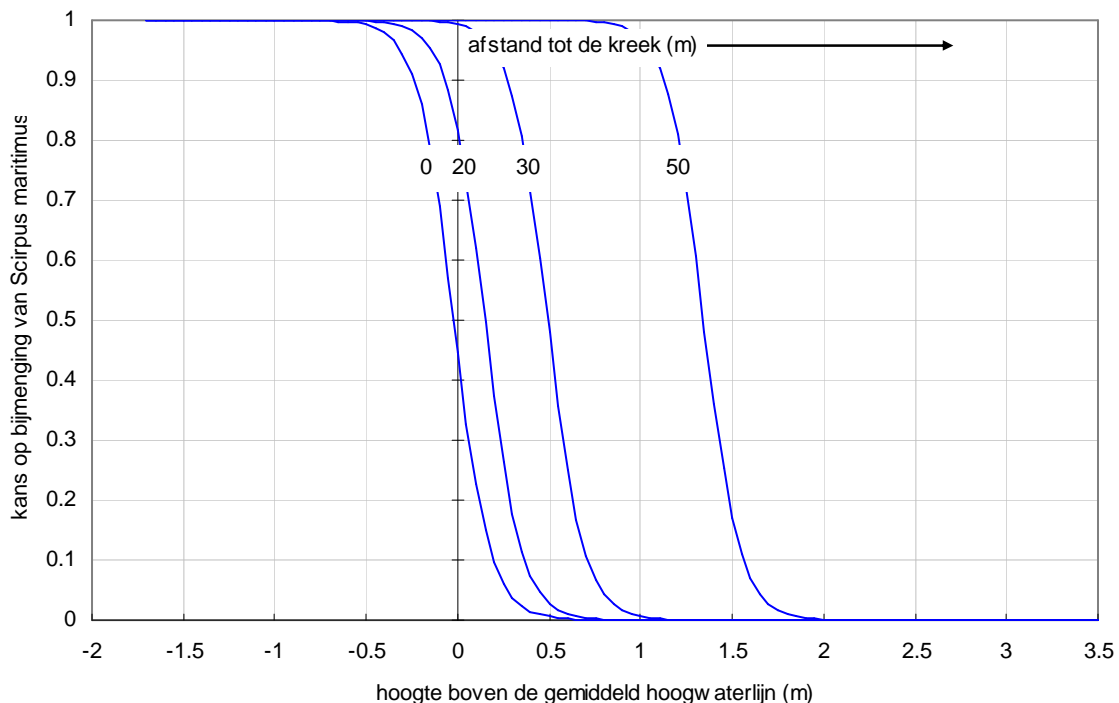
Figuur 3-22: Kans op voorkomen van het hoofdtype strandkweek in functie van hoogte boven de gemiddeld hoogwaterlijn, afstand tot de kreek en begrazing. Het rood gearceerde deel is een hoogtebereik waarbinnen er geen opnames van Strandkweek in de dataset aanwezig waren. Afstand tot de kreek varieerde in de dataset van 0.5m tot 43m.

Het hoofdtype strandkweek komt gemiddeld genomen hoger voor dan het hoofdtype zilt grasland, met een optimum rond 0,8 meter boven de gemiddeld hoogwaterlijn. Verder komt het meer voor dicht bij de kreken, en reageert het negatief op begrazing. Een bijkomende modellering met enkel data van dit type gaf aan dat bijmenging van *Scirpus maritimus* meer voorkomt op grotere afstand van de kreken. Dichter bij kreken gebeurt deze bijmenging vooral in de lager gelegen zones van het type. De bijmenging wijst dus op vochtigere, minder gedraineerde standplaatsen. Dit is aan de hand van de modelresultaten weergegeven in Figuur 3-23.

De coëfficiënten zijn samen met de standaardfouten weergegeven in tabel 3.12. Door het grote aandeel aan niet verklaarde variatie zijn de standaardfouten op de geschatte parameters redelijk groot waardoor het model minder geschikt is voor voorspellingen op zeer lokale schaal.

Tabel 3-12: Coëfficiënten van het model voor strandkweek.

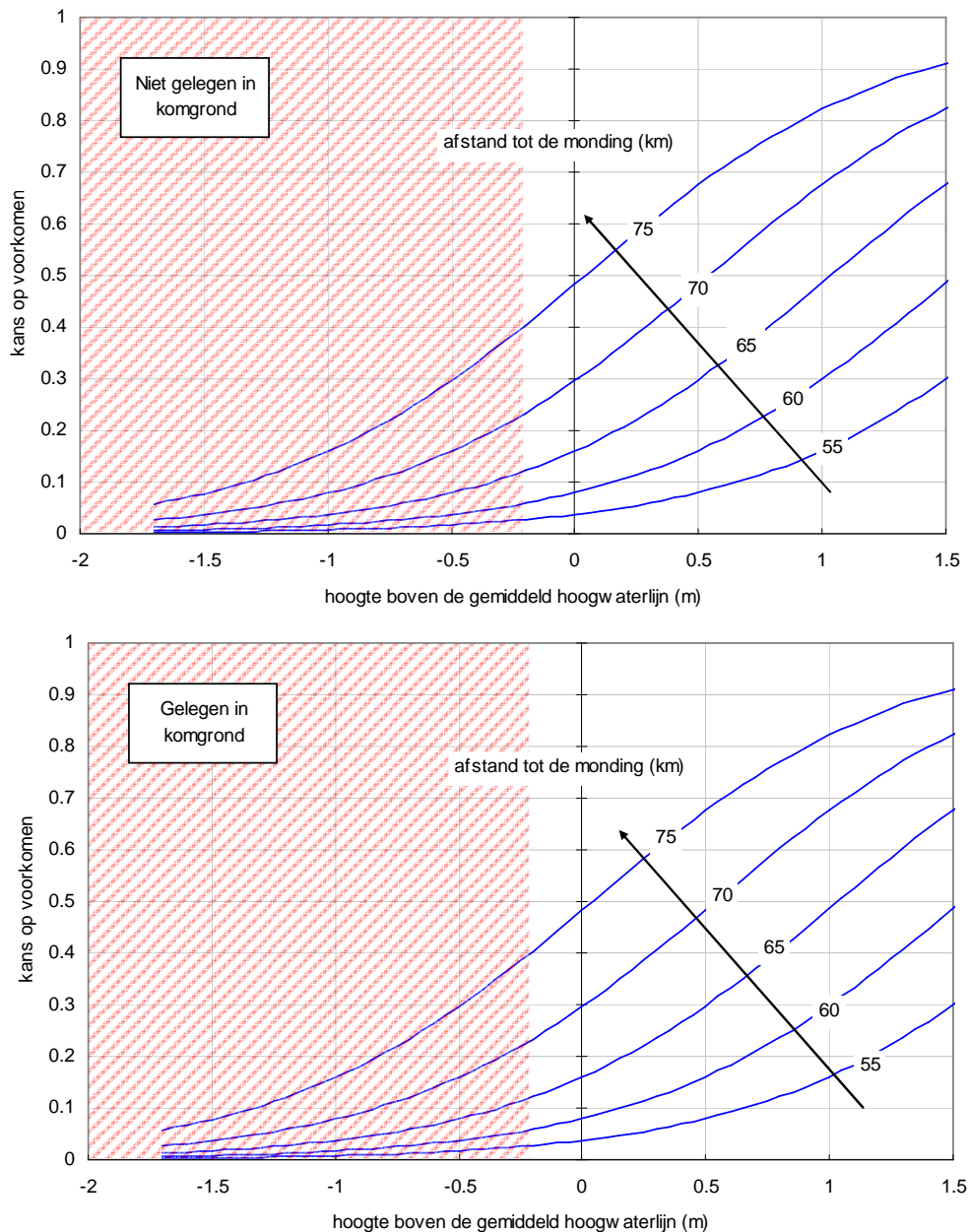
Parameter	Schatting	Standaard fout
a0	-2.57364	0.57845
POSGHW_dtm: a1	9.81861	1.94854
POSGHW_dtm: a2	-6.19271	1.3498
Afst_Kreekrand: a1	-0.05066	0.01725
Afst_Kreekrand: a2	-	-
Begrazing: a1	-1.99491	0.50445



Figuur 3-23: Kans op bijmenging van *Scirpus maritimus* in het hoofdtype strandkweek.

3.4.1.7 Hoofdtype riet

Het hoofdtype riet omvat de groep o (Rietvegetaties) uit de brakke typologie. Het voorkomen van het hoofdtype riet wordt significant beïnvloed door de hoogte boven de gemiddeld hoogwaterlijn, de afstand tot de monding en ligging in een komgrond. Een model met deze drie variabelen verklaart ongeveer 25% van de variatie. De gemodelleerde kans op voorkomen is in Figuur 3-24 weergegeven. Riet komt in het mesohaliene deel van de Schelde voor op de hoogste delen. Het type komt duidelijk meer voor in het zoetere deel van de mesohaliene zone. Het komt ook meer voor in komgronden. Het aantal opnames met bijmening van *Scirpus maritimus* was te beperkt om afzonderlijk te modelleren.



Figuur 3-24: Kans op voorkomen van het hoofdtype riet in functie van hoogte boven de gemiddeld hoogwaterlijn, afstand tot de monding en ligging in een komgrond. Het rood gearceerde deel is een hoogtebereik waarbinnen er geen opnames van Riet in de dataset aanwezig waren. Afstand tot de monding varieerde in de dataset van 55km tot 73km.

De coëfficiënten zijn samen met de standaardfouten weergegeven in tabel 3.13. Door het grote aandeel aan niet verklaarde variatie zijn de standaardfouten op de geschatte parameters redelijk groot waardoor het model minder geschikt is voor voorspellingen op zeer lokale schaal.

Tabel 3-13: Coëfficiënten van het model voor riet.

Parameter	Schatting	Standaard fout
a0	-13.4461	3.1595
POSGHW_dtm: a1	1.59954	0.3295
POSGHW_dtm: a2	-	-
Afst_Monding: a1	0.15899	0.0496
Komgrond: a1	1.45553	0.4616

3.4.2 Zoete vegetaties

De correlaties tussen de parameters zijn voor het zoete deel weergegeven in tabel 3.14. Vermits in het zoete deel voor alle opnames RTK hoogtes beschikbaar waren, werden deze gebruikt voor de modellering, omdat ze veel nauwkeuriger zijn dan DTM hoogtes. Een eerste stap in de modellering, waarbij beide werden vergeleken, bevestigde dit. DTM hoogtes bleken duidelijk minder geschikt om te modelleren. De parameters GTV en GTVS die het getijverschil beschrijven bleken in het zoete deel niet meer gecorreleerd met de afstand tot de monding, maar wel met de hoogte ten opzichte van de laagwaterlijn. Zij werden daarom ook in dit deel niet meegenomen in de modellering. De parameters die de positie in het getijdenster beschrijven bleken minder sterk gecorreleerd dan in het brakke, maar nog steeds te sterk om ze allemaal mee te nemen. Daarom werd er opnieuw slechts één van deze parameters in het model opgenomen. Wel werden verschillende modellen gemaakt met de verschillende positieparameters, zodat op die manier de best verklarende parameter kon worden geselecteerd. Overspoelingsfrequentie en overspoelingsduur bleken in het brakke deel niet meer gecorreleerd met de parameters die de positie in het getijdenster beschrijven.

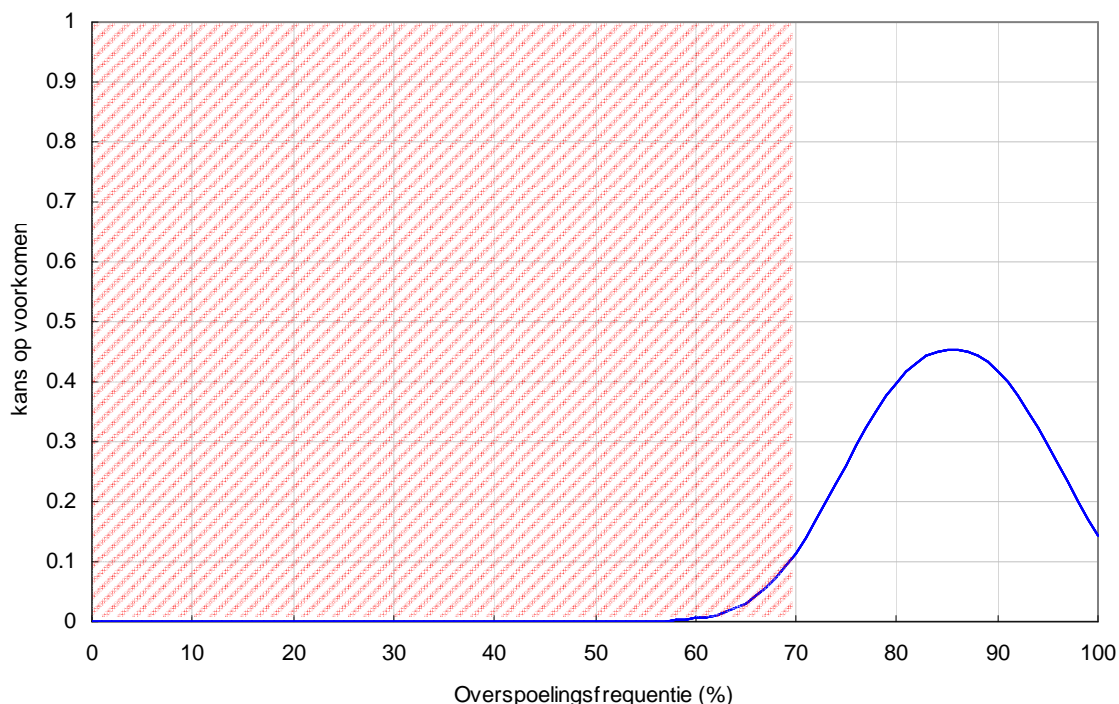
Tabel 3-14: Correlatiematrix voor de parameters van het brakke deel. Enkel correlatiecoëfficiënten groter dan 0.5 zijn weergegeven.

	AfstMonding	GTV9800	GTVS9800	OFrtk	ODrtk	POSGLWrtk	POSGLWSrtk	POSGHWrtk	POSGHWDrtk	POSGHWSrtk	POSUHWrtk	AfstSchor	AfstKreek
AfstMonding	1.00												
GTV9800		1.00	1.00			0.94	0.95		0.59		0.56		
GTVS9800		1.00	1.00			0.94	0.95		0.58		0.56		
OFrtk				1.00	0.91								
ODrtk				0.91	1.00								
POSGLWrtk		0.94	0.94			1.00	1.00	0.73	0.82	0.65	0.81		
POSGLWSrtk		0.95	0.95			1.00	1.00	0.71	0.80	0.63	0.79		
POSGHWrtk						0.73	0.71	1.00	0.99	0.99	0.99		
POSGHWDrtk		0.59	0.58			0.82	0.80	0.99	1.00	0.96	1.00		
POSGHWSrtk						0.65	0.63	0.99	0.96	1.00	0.97		
POSUHWrtk		0.56	0.56			0.81	0.79	0.99	1.00	0.97	1.00		
AfstSchor												1.00	
AfstKreek													1.00

3.4.2.1 Hoofdtype kolonisatoren

Het hoofdtype kolonisatoren omvat de pioniervegetatietypes k (Helofytengemeenschap van Grote lisdodde, Rietgras en Grote egelskop), l (Pioniervegetatie van Waterpeper en Rietgras), m (Pioniervegetatie van Rietgras en Grote kattenstaart), o (Pioniervegetatie van Nopjeswier en Blauwe waterereprijs) en p (Pioniervegetatie van Waterpeper en Blauwe waterereprijs) van de zoete typologie. De aanwezigheid van kolonisatoren wordt modelmatig best verklaard door de overspoelingsfrequentie. Overspoelingsfrequentie verklaart daarbij iets meer dan 30% van de

variatie. Andere parameters waren niet significant. De gemodelleerde kans op voorkomen is in Figuur 3-25 weergegeven in functie van de overspoelingsfrequentie. Kolonisatoren komen in het zoete deel van de Schelde voor bij hoge overspoelingsfrequenties, met een optimum overspoelingsfrequentie van 85%. Het was modelmatig niet mogelijk een onderscheid te maken tussen de verschillende types kolonisatoren.



Figuur 3-25: Kans op voorkomen van kolonisatoren in functie van de overspoelingsfrequentie in het zoete deel. Het rood gearceerde deel is een overspoelingsbereik waarbinnen er geen opnames van kolonisatoren in de dataset aanwezig waren.

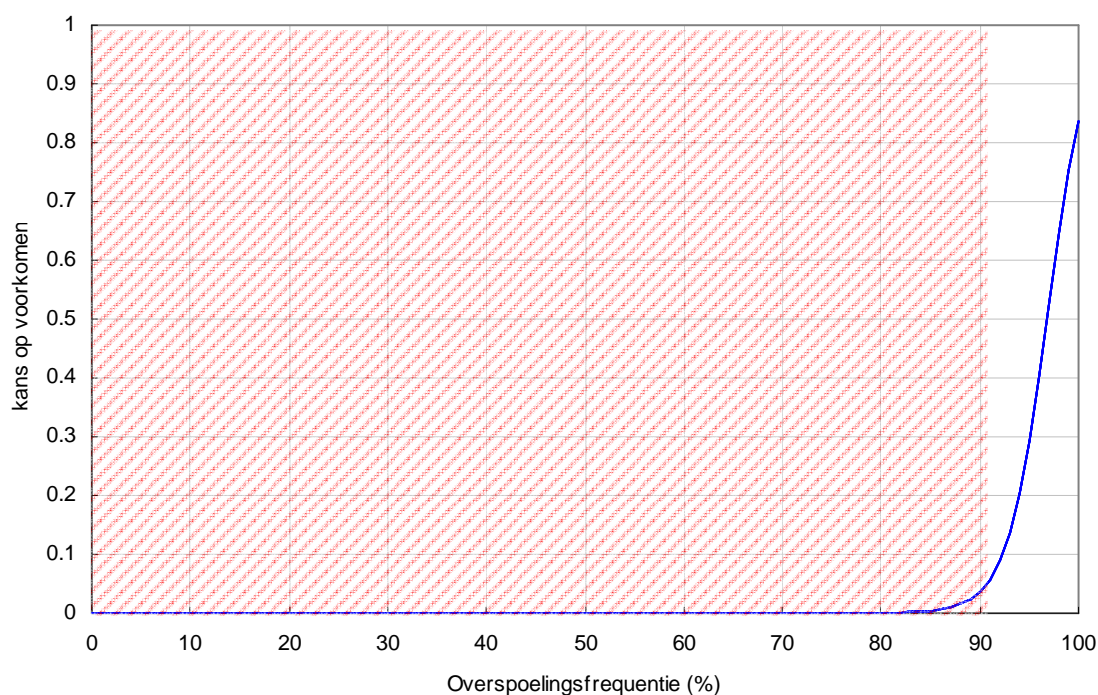
De coëfficiënten zijn samen met de standaardfouten weergegeven in tabel 3.15. Door het grote aandeel aan niet verklaarde variatie zijn de standaardfouten op de geschatte parameters redelijk groot waardoor het model minder geschikt is voor voorspellingen op zeer lokale schaal.

Tabel 3-15: Coëfficiënten van het model voor kolonisatoren.

Parameter	Schatting	Standaard fout
a0	-56.6925	24.11304
OF_dtm: a1	1.321442	0.570127
OF_dtm: a2	-0.00773	0.003324

3.4.2.2 Hoofdtype biesen

Het hoofdtype biesen omvat de vegetatietypes n (Bastaardbiesvegetatie) en q (Zoete Zeebiesvegetatie) van de zoete typologie. De aanwezigheid van biesen wordt modelmatig best verklaard door de overspoelingsfrequentie. Overspoelingsfrequentie verklaart daarbij ongeveer 25% van de variatie. Andere parameters waren niet significant. De gemodelleerde kans op voorkomen is in Figuur 3-26 weergegeven in functie van de overspoelingsfrequentie. Biesen komen in het zoete deel van de Schelde voor bij de hoogste overspoelingsfrequenties. Het was modelmatig niet mogelijk een onderscheid te maken tussen de verschillende types biesen.



Figuur 3-26: Kans op voorkomen van biezen in functie van de overspoelingsfrequentie in het zoete deel. Het rood gearceerde deel is een overspoelingsbereik waarbinnen er geen opnames van biezen in de dataset aanwezig waren.

De coëfficiënten zijn samen met de standaardfouten weergegeven in tabel 3.16. Door het grote aandeel aan niet verklaarde variatie zijn de standaardfouten op de geschatte parameters redelijk groot waardoor het model minder geschikt is voor voorspellingen op zeer lokale schaal.

Tabel 3-16: Coëfficiënten van het model voor biezen.

Parameter	Schatting	Standaard fout
a0	-24.0445	9.728553
OF_dtm: a1	-	-
OF_dtm: a2	0.002567	0.001004

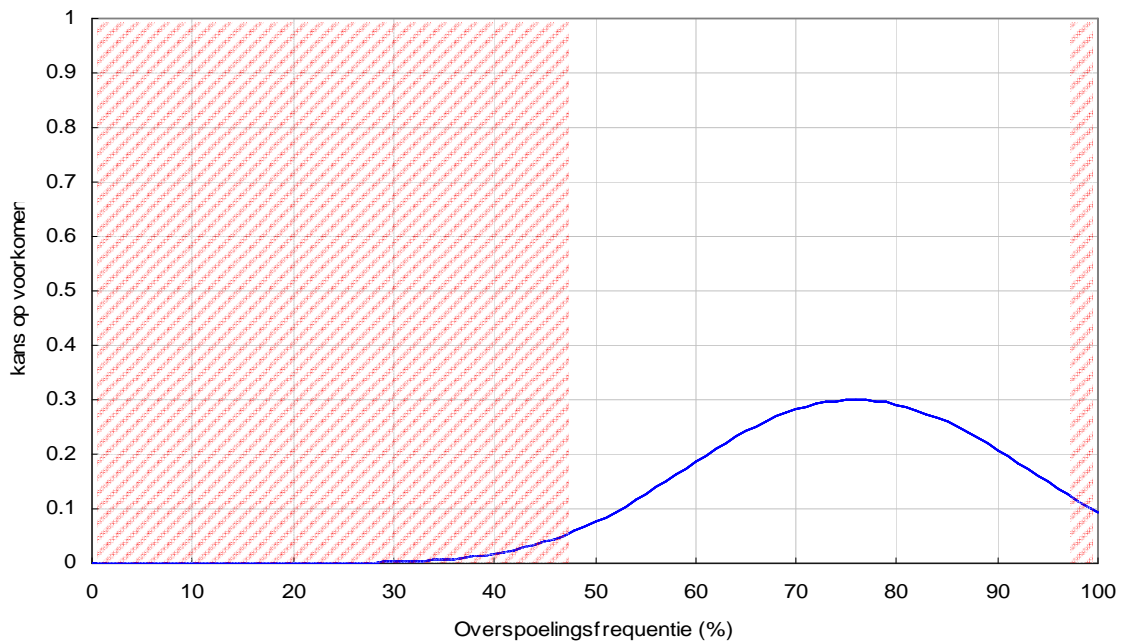
3.4.2.3 Hoofdtype riet

Het hoofdtype riet omvat het vegetatietype a (Rietvegetaties) van de zoete typologie. De aanwezigheid van riet wordt modelmatig best verklaard door de overspoelingsfrequentie. Het model verklaart daarbij echter slechts minder dan 15% van de variatie. Andere parameters waren niet significant. De gemodelleerde kans op voorkomen is in Figuur 3-27 weergegeven in functie van de overspoelingsfrequentie. Riet komt in het zoete deel van de Schelde voor bij de hoge overspoelingsfrequenties, met een optimum overspoelingsfrequentie rond 75%.

Tabel 3-17: Coëfficiënten van het model voor riet.

Parameter	Schatting	Standaard fout
a0	-15.0865	5.375041
OF_dtm: a1	0.375077	0.149985
OF_dtm: a2	-0.00247	0.001007

De coëfficiënten zijn samen met de standaardfouten weergegeven in tabel 3.17. Door het grote aandeel aan niet verklaarde variatie zijn de standaardfouten op de geschatte parameters redelijk groot waardoor het model minder geschikt is voor voorspellingen op zeer lokale schaal.



Figuur 3-27: Kans op voorkomen van riet in functie van de overspoelingsfrequentie in het zoete deel. Het rood gearceerde deel is een overspoelingsbereik waarbinnen er geen opnames van riet in de dataset aanwezig waren.

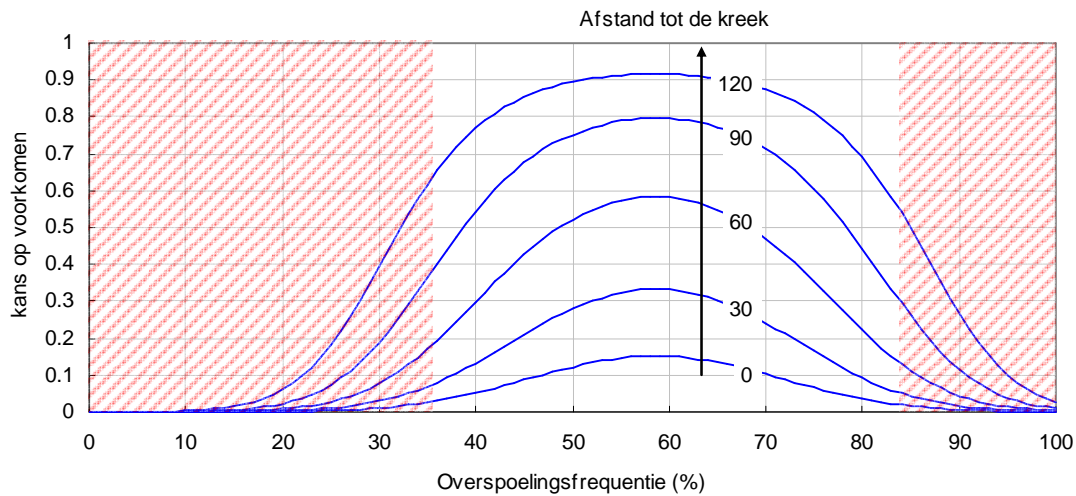
3.4.2.4 Hoofdtype rietruigte

Het hoofdtype rietruigte omvat het vegetatietypes b (Rietruigte met Harig wilgenroosje en Reuzenbalsemien) en e (Rietruigte met Grote brandnetel en Harig wilgenroosje) van de zoete typologie. De aanwezigheid van rietruigte wordt modelmatig best verklaard door de overspoelingsfrequentie en afstand tot de kreek. Het model verklaart daarbij echter slechts iets minder dan 20% van de variatie. Andere parameters waren niet significant. De gemodelleerde kans op voorkomen is in Figuur 3-28 weergegeven in functie van de overspoelingsfrequentie en afstand tot de kreek. Rietruigte komt in het zoete deel van de Schelde voor bij overspoelingsfrequenties iets lager dan riet, met een optimum overspoelingsfrequentie tussen 55% en 60%. Rietruigte heeft echter een zeer breed oeverspoelingsbereik waarbinnen het voorkomt. Verder blijkt rietruigte meer voor te komen verder van de kreek.

Tabel 3-18: Coëfficiënten van het model voor rietruigte.

Parameter	Schatting	Standaard fout
a0	-13.5641	5.064084
OF_dtm: a1	0.404408	0.166832
OF_dtm: a2	-0.00345	0.001378
Afstand tot de kreek: a1	0.034302	0.011856
Afstand tot de kreek: a2	-	-

De coëfficiënten zijn samen met de standaardfouten weergegeven in tabel 3.18. Door het grote aandeel aan niet verklaarde variatie zijn de standaardfouten op de geschatte parameters redelijk groot waardoor het model minder geschikt is voor voorspellingen op zeer lokale schaal.



Figuur 3-28: Kans op voorkomen van rietruigte in functie van de overspoelingsfrequentie en afstand tot de kreek in het zoete deel. Het rood gearceerde deel is een overspoelingsbereik waarbinnen er geen opnames van rietruigte in de dataset aanwezig waren. Afstand tot de kreek varieerde van 3m tot 110m.

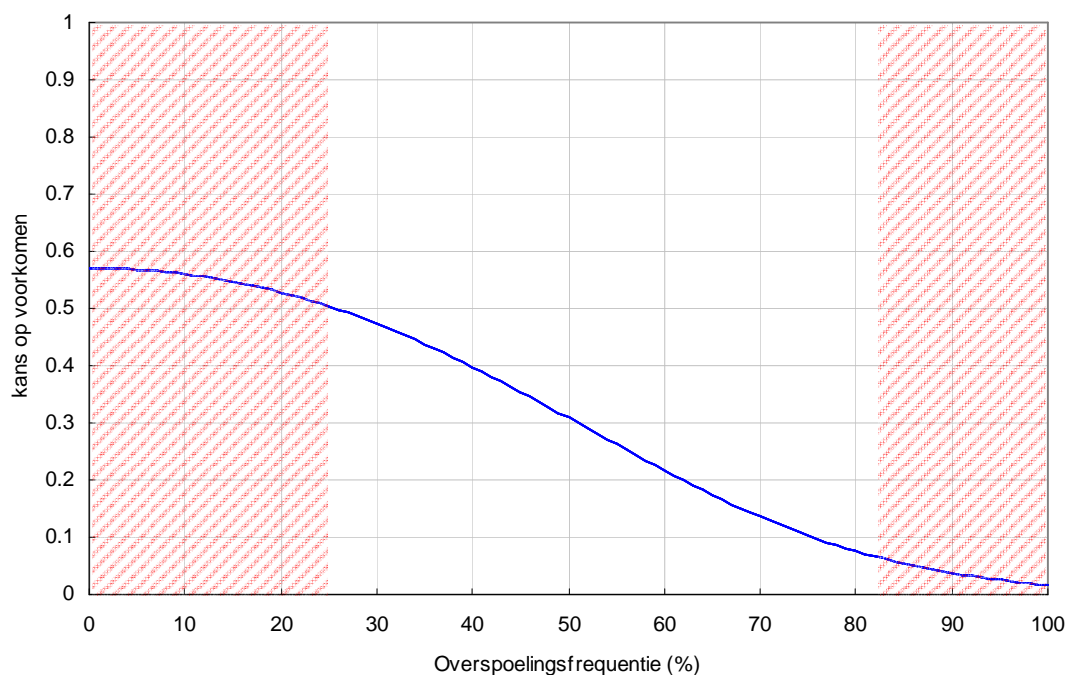
3.4.2.5 Hoofdtype ruigte

Het hoofdtype ruigte omvat het vegetatietypes c (Ruigte van Harig wilgenroosje met Liesgras), d (Ruigte van Reuzenbalsemien met Riet en Grote brandnetel) en f (Ruigte van Grote brandnetel met Reuzenbalsemien en Harig wilgenroosje) van de zoete typologie. De aanwezigheid van rietruigte wordt modelmatig best verklaard door de overspoelingsfrequentie. Het model verklaart daarbij echter slechts 15% van de variatie. Andere parameters waren niet significant. De gemodelleerde kans op voorkomen is in Figuur 3-29 weergegeven in functie van de overspoelingsfrequentie. Ruigte komt in het zoete deel van de Schelde voor bij lage overspoelingsfrequenties, maar heeft daarbinnen wel een redelijk breed bereik.

De coëfficiënten zijn samen met de standaardfouten weergegeven in tabel 3.19. Door het grote aandeel aan niet verklaarde variatie zijn de standaardfouten op de geschatte parameters redelijk groot waardoor het model minder geschikt is voor voorspellingen op zeer lokale schaal.

Tabel 3-19: Coëfficiënten van het model voor ruigte.

Parameter	Schatting	Standaard fout
a0	0.284511	0.441681
OF_dtm: a1	-	-
OF_dtm: a2	-0.00044	0.000129



Figuur 3-29: Kans op voorkomen van ruijgte in functie van de overspoelingsfrequentie in het zoete deel. Het rood gearceerde deel is een overspoelingsbereik waarbinnen er geen opnames van rietruijgte in de dataset aanwezig waren.

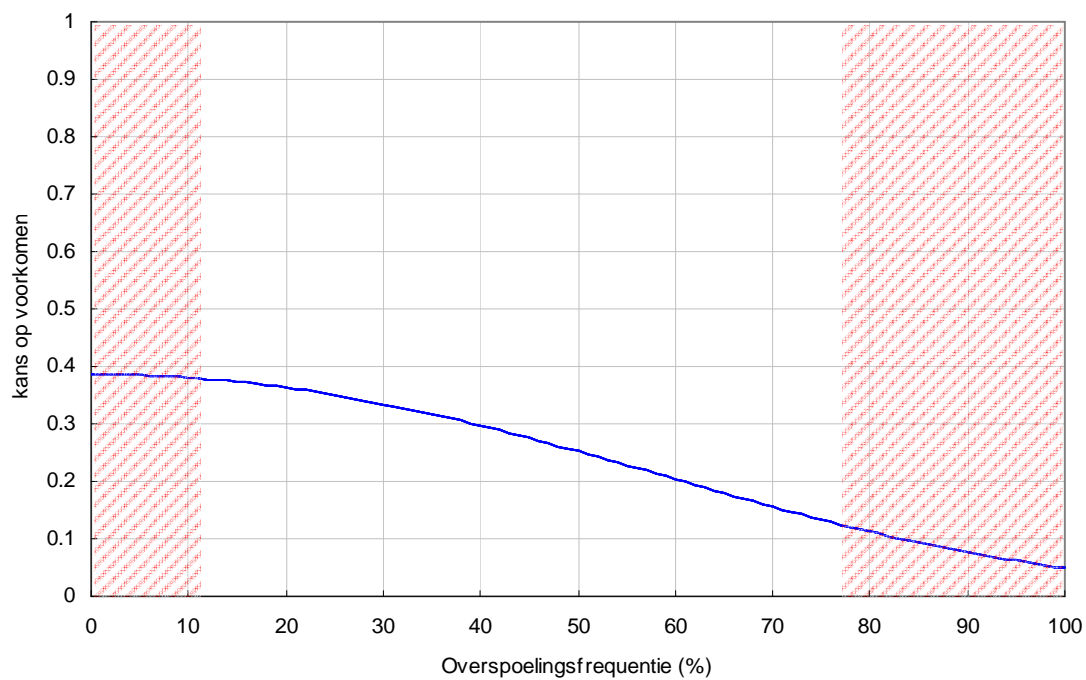
3.4.2.6 Hoofdtype struweel en bos

Het hoofdtype struweel en bos omvat de vegetatietypes g (Nat struweel van *Salix x dasyclados* en *Salix x mollissima*/ Bos van *Salix x rubens*), h (Droog struweel van *Salix x dasyclados* en *Salix x mollissima*), i (Schietwilgenbos) en j (Populierenbos) van de zoete typologie. De aanwezigheid van bos en struweel wordt modelmatig best verklaard door de overspoelingsfrequentie. Het model verklaart daarbij echter slechts minder dan 10% van de variatie. Andere parameters waren niet significant. De gemodelleerde kans op voorkomen is in Figuur 3-30 weergegeven in functie van de overspoelingsfrequentie. Struweel en bos komen in het zoete deel van de Schelde voor bij lage overspoelingsfrequenties, maar heeft daarbinnen wel een redelijk breed bereik.

De coëfficiënten zijn samen met de standaardfouten weergegeven in tabel 3.20. Door het grote aandeel aan niet verklaarde variatie zijn de standaardfouten op de geschatte parameters redelijk groot waardoor het model minder geschikt is voor voorspellingen op zeer lokale schaal.

Tabel 3-20: Coëfficiënten van het model voor struweel en bos.

Parameter	Schatting	Standaard fout
a0	-0.46061	0.415682
OF_dtm: a1	-	-
OF_dtm: a2	-0.00025	0.000101



Figuur 3-30: Kans op voorkomen van bos en struweel in functie van de overspoelingsfrequentie in het zoete deel. Het rood gearceerde deel is een overspoelingsbereik waarbinnen er geen opnames van rietruigte in de dataset aanwezig waren.

3.4.3 Conclusies uit de modellering van standplaatsvereisten

In dit hoofdstuk werden de standplaatsvereisten gemodelleerd van de vegetatietypes die eerder afgebakend waren in de vegetatietypologie (hoofdstuk 3.1). Uit de resultaten van de analyses van de vegetatiepatronen (hoofdstuk 3.2) volgde dat dit best per zone gebeurt omdat het relatief belang van de onderzochte standplaatsfactoren telkens anders is. Voor elke zone werden ook de vijf variabelen geselecteerd die daarvoor best aanmerking komen (Tabel 3-5). De detailstudie van de waterhuishouding (hoofdstuk 3.3) bevestigde het belang van waterhuishouding en bodemtextuur voor de mesohaliene zone.

Door gebrek aan voldoende gestratificeerde data echter werd terug gegrepen naar de twee zones waarop de vegetatietypologie gebaseerd is. Bovendien moesten vegetatietypes gegroepeerd worden in ecologisch relevante vegetatiegroepen, omdat het aantal vegetatieopnames met simultane informatie over omgevingskenmerken niet voldoende was voor elk van de onderscheiden schorvegetatietypes om deze individueel te modelleren. Bijkomende informatie werd uit modellering van begeleidende soorten bekomen.

De modellering startte terug van de volledige set van omgevingsvariabelen. Variabelen die geen significant deel van de variatie verklaarden werden door stapsgewijze achterwaartse selectie verwijderd zodat enkel de best passende overbleven. In het beste geval zouden die overeenkomen met de in hoofdstuk 3.2 geselecteerde variabelen. In de mesohaliene zone komen deze vijf aangeduide variabelen inderdaad terug in minstens sommige van de modellen voor vegetatietypes en begeleidende soorten (Tabel 3-21).

Tabel 3-21: Belangrijkste verklarende parameters uit de globale analyse van vegetatiepatronen en voor modellering van vegetatietypen en soorten in de mesohaliene zone.

Vegetatie- en soortmodellering in de Mesohaliene zone	Mesohaliën globale analyse	koloniatoren	<i>Glaux maritima</i>	<i>Salicornia europaea</i>	<i>Salicornia procumbens</i>	<i>Spartina townsendii</i>	Biezen A	<i>Agrostis stolonifera</i>	<i>Aster tripolium</i>	Biezen B	zilt grasland	<i>Festuca rubra</i>	<i>Agrostis stolonifera</i>	<i>Juncus gerardi</i>	<i>Puccinellia maritima</i>	Strandkweek	Zilver schoon grasland	Riet
	PosGHW											X					X	
Afst_Kreekrand											X					X		
Afst_monding				X	X	X	X		X	X					X			X
Begrazing			X	X				X			X	X	X	X	X	X		
Komgrond							X											X
Oeverwal						X												X
Overspoelingsfrequentie		X	X	X	X	X	X	X	X			X	X	X	X		X	
Pionierschor					X					X								

Geselecteerde variabelen in de globale analyse zijn gerelateerd aan saliniteit, hoogte in het tijvenster, geomorfologie, drainage, bodemtextuur en beheer. Elk van deze factoren is aan meer dan één variabele gerelateerd. Het is logisch dat in de globale analyse de grootste gemene deler naar voor komt maar dat voor specifieke vegetatietypes of soorten de ene variabele net meer relevant is dan de andere (vb PosGHW en Overspoelingsfrequentie als proxy voor hoogte in het getijvenster). Het is ook logisch dat in de globale analyse variabelen naar voor komen omdat ze een aantal van de vegetatietypes sterk beïnvloeden, zonder dat ze daarbij per se voor elk vegetatietype geselecteerd worden (vb afstand tot de monding). Omgekeerd zijn hier ook variabelen geselecteerd die niet in de globale analyse naar voor komen omdat ze bijvoorbeeld een eerder beperkt aantal vegetatietypes of soorten beïnvloeden (vb pionierzone/schor).

In de zoete zone is deze overeenkomst van geselecteerde omgevingsfactoren beduidend minder. Dit is zeer waarschijnlijk het gevolg van de te beperkte dataset die onvoldoende gestratificeerd is over de omgevingsgradiënten en vegetatietypes, waardoor zowel de zones als de vegetatietypes noodgedwongen gegroepeerd werden en detailmodellen niet konden worden opgemaakt (Tabel 3-22).

Tabel 3-22: Belangrijkste verklarende parameters uit de globale analyse van vegetatiepatronen en voor modellering van vegetatietypen en soorten in de zoete zone.

Vegetatie- en soortmodellering in de Zoete zone	Oligohaliën globale analyse	zoet lang globale analyse	zoet kort globale analyse	Kolonisatoren	Biezen	Riet	Rietruigte	Ruigte	Struweel en bos
PosGHW									
Afst_Kreekrand							X		
Afst_monding									
Afst_Schorrand									
PosUHW									
Hoogte_rtk									
Overspoelingsduur									
Overspoelingsfrequentie				X	X	X	X	X	X
Pionierschor									

De geselecteerde variabelen in de globale analyse voor de zoete zone zijn gerelateerd aan hoogte in het tijvenster, geomorfologie, drainage en beheer. Het lijkt logisch dat Overspoelingsfrequentie, die in de globale analyse gemeenschappelijk is aan alle zones ook telkens terug komt als proxy voor hoogte in het getijvenster in de modellen over de zones heen. Het differentiërend effect van afstand tot de schorrand op de vegetaties situeert zich op een kleiner schaalniveau en is subtieler dan dat van de overspoelingsfrequentie. Bovendien is dit een meer complexe proxy voor zowel drainage als geomorfologie. Dit soort detailinformatie ging verloren in de verregaande aggregatie van data en komt enkel terug in de vorm van Afstand tot de kreek voor de rietvegetaties. In de zoete zone met korte verblijftijd zijn afstand tot de monding en Pos UHW een proxy voor de relatieve invloed van bovenafvoer en getij. Door over de zones heen te modelleren ging deze informatie voor deze zone verloren. Hetzelfde geldt voor Overspoelingsduur die het belang van de veranderende getijcurve aangeeft in de zoete zone met lange verblijftijd.

Ondanks de beperkingen die voortvloeiden uit de dataset leverden deze modelleringen in de mesohaliene zone reeds een verfijning op van de relatie tussen het voorkomen van vegetaties en omgevingsfactoren. Dit bekrachtigt de potenties van de gekozen werkwijze en variabelen indien deze toegepast worden op een goed gestratificeerde dataset. De performantie van de modellen kan ook verder verbeterd worden door de relatie tussen puntsgewijze informatie over drainage en bodemstructuur met de gebiedsdekkende informatie over geomorfologie beter te definiëren.

In alle gebouwde modellen bleef de onverklaarde variatie echter relatief groot. Daardoor geldt voor alle modellen dat ze minder geschikt zijn voor voorspellingen op zeer lokale schaal. Voor voorspellingen op een groot aantal locaties zullen de fouten zich echter uitmiddelen, waardoor toch uitspraken kunnen worden gedaan. Er dient nog verder onderzocht te worden vanaf welk schaalniveau voorspellingen met de hier voorgestelde modellen de gewenste zekerheid kunnen bieden.

3.4.4 Aanbevelingen voor modellering van standplaatsvereisten

Bij het modelleren van de relatie tussen abiotische omstandigheden en het voorkomen van schorvegetaties in het Schelde-estuarium werd in de mate van het mogelijke gevolg gegeven aan de aanbevelingen uit Van Braeckel et al. (2008). Echter in alle gebouwde modellen bleef de onverklaarde variatie echter relatief groot. Daardoor zijn de modellen minder geschikt voor voorspellingen op zeer lokale schaal. Om de modelresultaten te verbeteren moeten we verder aandacht besteden aan volgende aspecten:

1. De representativiteit van de data:

- De modellering gebeurde op basis van een set vegetatieopnames die niet specifiek voor dat doel gemaakt werd. Een deel van de onverklaarde variatie kan worden verkleind door de dataset uit te breiden, gericht op een **betere stratificatie** over de volledige abiotische gradiënten en de daarin gedefinieerde vegetatietypes. Het huidige MONEOS programma zal daaraan verder invulling geven voor zover dat mogelijk is in het Schelde-estuarium. In de huidige toestand kennen de schorren namelijk een fragmentarische verspreiding in het estuarium waardoor deze stratificatie moeilijk helemaal te vervolledigen is. Het voorkomen van vegetatietypes is daardoor niet enkel het resultaat van de specifieke niche, maar evenzeer van de beschikbare locaties of combinaties van omstandigheden waar schorvorming mogelijk is. Indien vooral de beschikbaarheid van schorren het huidige voorkomen van een vegetatietype bepaalt, zullen modellen de ecotoop slechts gedeeltelijk voorspellen. Dit beeld zal waarschijnlijk vollediger zijn na de realisatie van de natuurontwikkelingsprojecten zoals die gepland zijn in de OS2010 en de actualisatie van het Sigmaphan.
- Vegetatieopnames zijn essentieel voor soortmodellen, maar voor het modelleren van de vegetaties kan relatief eenvoudig een, voor de huidige toestand van het estuarium, representatieve dataset opgebouwd worden door random gestratificeerd punten te selecteren uit de **vegetatiekaarten**. Hiermee kunnen standplaatsmodellen gemaakt worden per deelzones zoals die voorgesteld in de conclusies van de globale analyse van de vegetatiepatronen (hoofdstuk 3.2.4). Dit moet ook toelaten asymmetrie in de kansdistributies in rekening te brengen. De stratificatie dient te gebeuren over het bereik van alle parameters die als belangrijk naar voor kwamen in de analyse van het globale vegetatiepatroon, evenals alle parameters die bijkomend significant werden geselecteerd in een van de standplaatsmodellen.

2. De precisie van de data:

- Uit de ordinaties en de modellering van het zoete deel blijkt dat **RTK hoogtegegevens** betere resultaten opleveren dan DTM gegevens. Het bijeenbrengen van een dataset die ook voor het Nederlandse deel van de mesohaliene zone steunt op RTK gegevens zou de modellen in deze zone kunnen verbeteren, met name voor de vegetaties met een hogere en dichtere structuur (bv. deze met riet).

3. Selectie van de meest bepalende omgevingsvariabelen voor de ontwikkelingskansen van de schorvegetaties:

- **Overspoelingsregime:** Het ligt voor de hand dat deze in een gegeven saliniteitszone het de belangrijkste omgevingsvariabele is. Kunst is echter om de meest relevante descriptor te vatten. In de vorige studie (Van Braeckel et al., 2008) bleek de gemodelleerde overstromingsfrequentie geen goede voorspeller te zijn. Enerzijds werd voorgesteld om een relatie te zoeken tussen de werkelijke overstromingsfrequentie en de gemodelleerde. Hiertoe werd in Van Braeckel et al. (2009) een aanzet gegeven en dit vormt verder geen onderwerp in deze studie. Het dient aanbeveling deze piste verder uit te werken. Daarnaast werd overspoelingsduur als alternatieve variabele voorgesteld. Deze variabele lijkt enkel in de zoete zone met lange verblijftijd meer betekenis te hebben. Misschien is niet zozeer het

aantal keer of hoeveel percent van de tijd dat een plaats overspoelt die belangrijk zijn voor de ontwikkelingskansen van planten, maar eerder de gemiddelde overspoelingsvrije periode van de locatie tijdens een doortij-springtij cyclus. Deze descriptor moet uit de diverdata berekend worden om mee op te nemen in de modellen.

- **Drainage:** In deze studie werd gebruik gemaakt van informatie die we daarover verzamelden met CTD divers in geperforeerde peilbuizen op de schorren. Door praktische beperkingen werden grondwaterstanden echter op verschillende locaties in verschillende seizoenen gemeten. Evapotranspiratie werd aldus een bijkomende variabele in de gegevens die echter moeilijk te overrekenen was. Het uitgeteste model Menyanthes leek niet te werken in getijbeïnvloede omgevingen. Om deze relatie tussen waterhuishouding en gebiedsdekkende informatie te verbeteren moet ofwel verder gezocht worden naar een manier om de factor evapotranspiratie mee in rekening te brengen, ofwel moet er bij de bemonsteringstrategie over gewaakt worden dat de invloed ervan op de resultaten minimaal is. Dit kan enkel door zoveel mogelijk in hetzelfde seizoen te bemonsteren. Vooral in zoetwaterschorren is het belangrijk om hiermee rekening te houden (Hussey & Odum, 1992). Gedetailleerd en langduriger onderzoek, minstens over een volledig jaar, op enkele geselecteerde locaties is nodig om een beter inzicht te krijgen in de waterhuishouding.
- **Bodemkenmerken:** Verdere analyse van de relatie tussen geomorfologische vormen (oeverwal, komgrond, ...) die gebiedsdekkend te definiëren zijn en bodemeigenschappen, waarvan enkel puntsgewijze informatie kan bekomen worden, zou toelaten om de factor bodem beter mee in rekening te brengen voor de waterhuishouding. Oenema & Sierenveld (1983) wezen al op de potenties van deze aanpak. De hier gevolgde aanpak op basis van luchtfoto interpretatie leek echter niet toereikend. Het dient aanbeveling om in enkele focusgebieden dieper in te gaan op deze relatie door middel van topografische metingen en bodem beschrijvingen.
- **Dynamiek en morfologie aan slik-schor overgang:** De pionierzone aan de slik-schor overgang werd in deze studie niet verder gedifferentieerd. Er zijn echter sterke aanwijzingen dat invloed van golfslag, breuksteen en de helling van de zone mede bepalend zijn voor de ontwikkelingskansen van vegetaties. Deze dienen verder gekwantificeerd.

4 Het schorecotopenstelsel voor het Schelde-estuarium

De hoofddoelstelling van dit project was om, vertrekkende van Van Braeckel et al. (2008), schorecotopen stroomopwaarts Hansweert te karakteriseren, als onderdeel van een grensoverschrijdend ecotopenstelsel. Een ecotoop werd gedefinieerd als *een ruimtelijke eenheid die homogeen is qua (vegetatie-) structuur, successiestadium en de voornaamste abiotische factoren en antropogene invloeden die voor de biota van belang zijn*. We poogden hieraan tegemoet te komen door expliciet via modelleringen vegetaties te koppelen aan omgevingsfactoren, met als belangrijke uitdaging om schorecotopen te relateren aan de waterhuishouding.

Uit de modelresultaten volgt dat tot nader orde niet alle vegetatietypes afzonderlijk kunnen gekoppeld worden aan abiotische factoren. Omwille van statistische redenen (onvoldoende power) werden verschillende vegetatietypes samen genomen en werden hoofdtypes gedefinieerd die toch kunnen worden onderscheiden op basis van abiotiek. Rekening houdend met de dynamische aard van de estuariene omgeving en de ongrijpbare variatie die daar inherent aan is kunnen we voorstellen om voorlopig de eerder gehanteerde werkdefinitie voor een ecotoop te verruimen en met deze indeling in hoofdtypes verder te werken. Door verder te werken aan in 3.4.4 vermelde aanbevelingen kan in de toekomst de modellering, en dus ook de definitie van de schorecotopen, verder worden verfijnd. Het is waarschijnlijk dat we met bijkomende gegevens kunnen aantonen dat een of meerdere van deze vegetatietypes toch een aparte niche bezetten, en dus een aparte ecotoop vormen, wat kan leiden tot het formuleren van meer precieze en krachtiger modellen.

Op basis van de huidige beschikbare gegevens is de hier voorgestelde indeling, gebaseerd op de modelresultaten, echter de best mogelijke. In Tabel 4-1 wordt per vegetatietype samengevat tot welk ecotoop het behoort. De vegetatietypes Raaigrasland en Akkerdistelruigte in de brakke zone werden niet aan een ecotoop toegewezen, omdat het gaat om weinig voorkomende vegetatietypes die niet typisch zijn voor schorren.

Tabel 4-1: Toekenning van de onderscheiden vegetatietypen aan ecotopen in de brakke en de zoete zone.

BRAKKE SCHORREN		ZOETE SCHORREN	
Pionierschor		Pionierschor	
Zeekraalvegetatie	b	Helofietengemeenschap	k
Slijkgrasvegetatie	c	Waterpeper en Rietgras	l
Melkkruidvegetatie	k	Rietgras en Grote kattestaart	m
Laag schor		Nopjeswier en Blauwe waterereprijs	
Zeeastervegetatie	a	Waterpeper en Blauwe waterereprijs	p
Zeebiesvegetatie A (zoutere variant)	d	Biezen	
Zeebiesvegetatie B	d	Bastaardbiesvegetatie	n
Middelhoog schor		zoete Zeebiesvegetatie	
Strandkweekvegetatie	e	Riet	
Zilt grasland Schorrezoutgras	f	Rietruigte	
Zilt grasland kweldergras	g	RR met Harig Wilgenroosje en Reuzebalsemien	b
Ziltgrasland kweldergras en fioringras	h	RR met Grote brandnetel en Harig wilgenroosje	e
Ziltgrasland Rood zwenkgras	i	Ruigte	
Ziltgrasland Zilte rus	j	van Harig wilgenroosje met liesgras	c
Hoog schor		van Reuzebalsemien met Riet en Grote brandnetel	
Zilverschoon grasland	l	van Grote brandnete met Reuzebalsemien en Harig wilgenroosje	f
Riet	o	Struweel en bos	
		nat wilgenstruweel	g
		droog wilgenstruweel	h
		schietwilgenbos	i
		populierenbos	j

4.1 Brakke schorecotopen

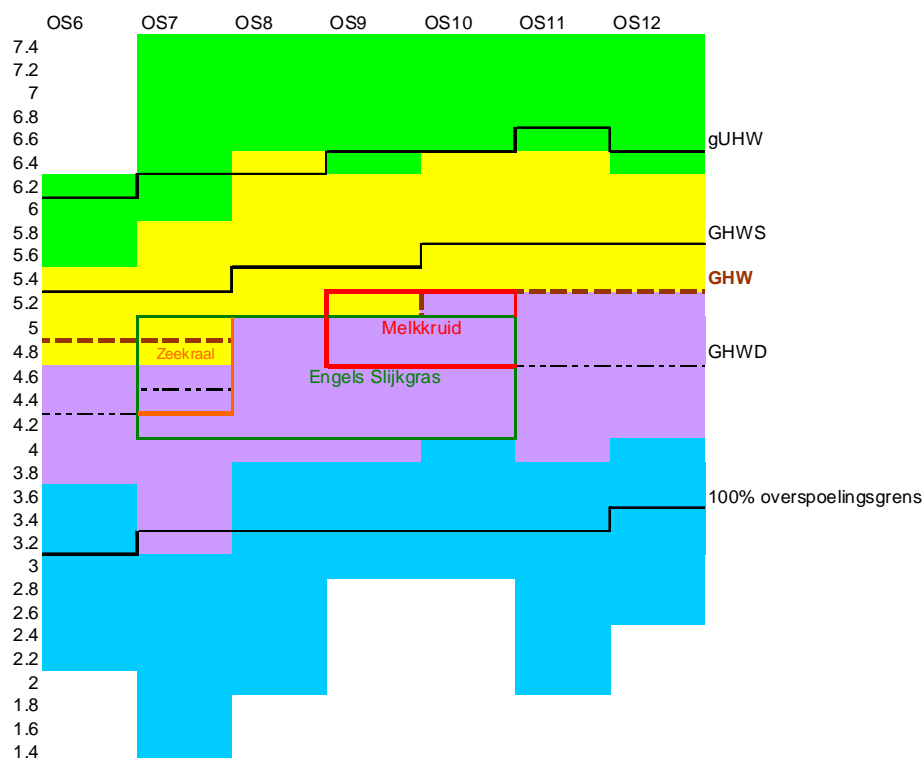
Uit de modelresultaten blijkt dat de vegetatiegroepen in de brakke zone, met uitzondering van de kolonistoren, niet echt kunnen gekarakteriseerd worden door hun ligging in het getijdenvenster zoals ze in het ZES ecotoopenstelsel onderscheiden worden.

Op basis van de modelresultaten kunnen we echter naast de pionierzone wel drie 'ecotopen', in de bredere zin van het woord, onderscheiden in de brakke schorren. Deze noemen we pragmatisch 'laag', 'middelhoog' en 'hoog' schor om binnen de brakke zone overeenstemming te vinden met het Nederlands ecotoopenstelsel ZES, en zo de grensoverschrijdende rapportering te vereenvoudigen. De termen "laag", "middelhoog" en "hoog" zijn hier echter geen zuivere weergave van de ligging in het getijdenvenster, maar ouderdom in de successiereeks en ligging in het fysiotoop zijn eveneens mee in rekening gebracht.

In Figuur 4-5 wordt voor brak pionierschor en voor enkele kenmerkende vegetatiegroepen van laag, middelhoog en hoog schor weergegeven wat hun kans van voorkomen is in de OMES segmenten 6 tem 12 (zoutgradiënt) in functie van de hoogteligging in het schor (mTAW). Naast zout en hoogteligging zijn er per vegetatiegroep ook andere omgevingsfactoren die deze berekeningen kunnen verfijnen. Deze worden hieronder per ecotoop toegelicht.

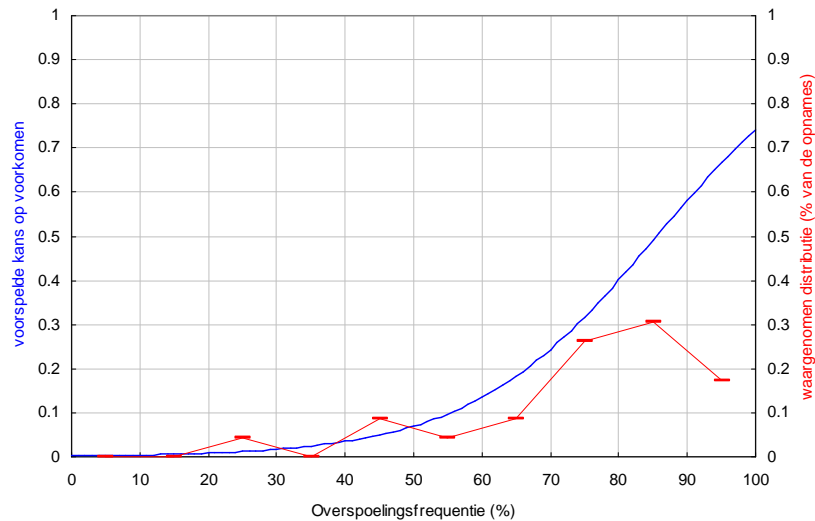
4.1.1 Pionierschor

De vegetaties die tot de vegetatiegroep 'kolonistoren' behoren (zeekraalvegetatie, slijkgrasvegetatie en melkkruidvegetatie) bevinden zich in het getijdenvenster ter hoogte van de hoge pionierzone zoals gedefinieerd door Van Braeckel et al. (2008, Figuur 4-1). Zeekraalvegetaties werden vooral stroomafwaarts aangetroffen, Melkkruidvegetaties vooral stroomopwaarts en iets hoger in het getijdenvenster. Slijkgrasvegetaties liggen lager en hebben een groter saliniteitsbereik.



Figuur 4-1: Hoofdtype kolonistoren in het brakke deel van de Schelde: Situering van de opnames ten opzichte van de fysiotoepen uit Van Braeckel et al. (2008). Blauw: Lage pionierzone, Paars: hoge pionierzone, geel: schorzone, groen: hogere schorzone. Hoogteligging is links aangegeven in mTAW.

Modelmatig werden kolonisatoren voorspeld bij hoge overspoelingsfrequenties. Vergelijking met de waargenomen overspoelingsfrequenties geeft aan dat deze vegetatiegroep vooral voorkomt bij overspoelingsfrequenties hoger dan 70% (Figuur 4-2). De structuur van de pionierzone is vrij eenvoudig, er zijn nog geen oeverwal-komgrondsysteemen ontstaan. Het lijkt dan ook logisch dat zout en getij hier een primaire rol spelen.



Figuur 4-2: Verspreidingspatroon van kolonisatoren: vergelijking van het model met de ligging van de opnames.

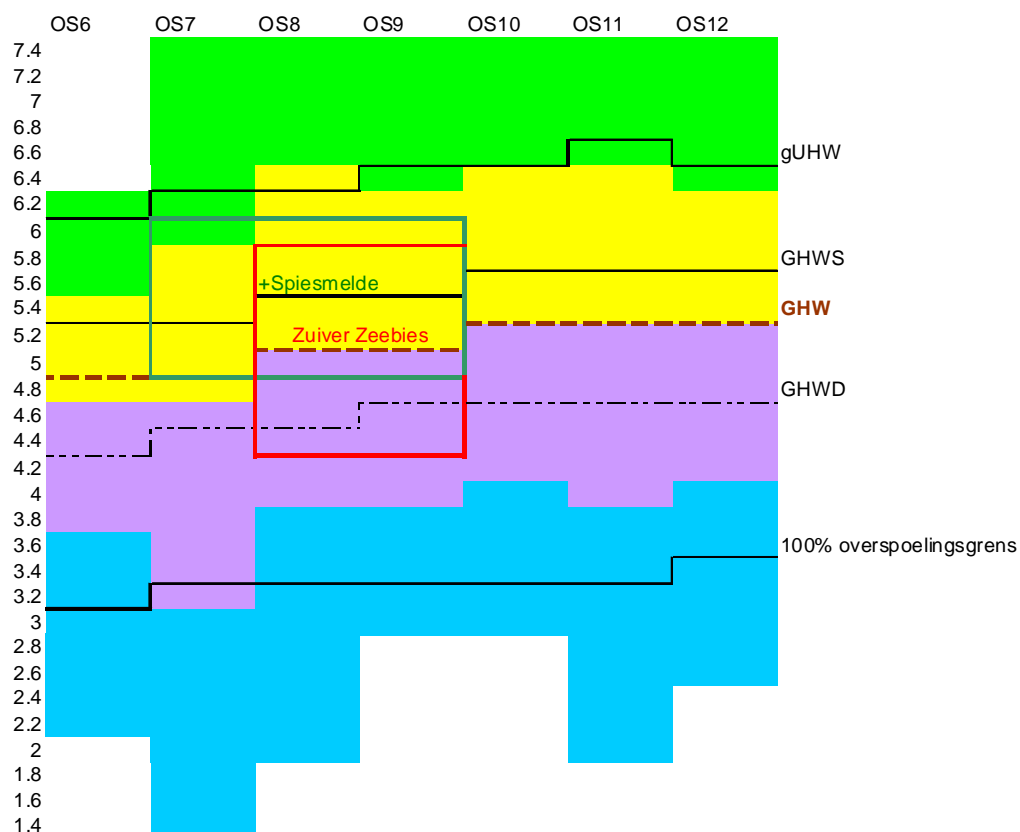
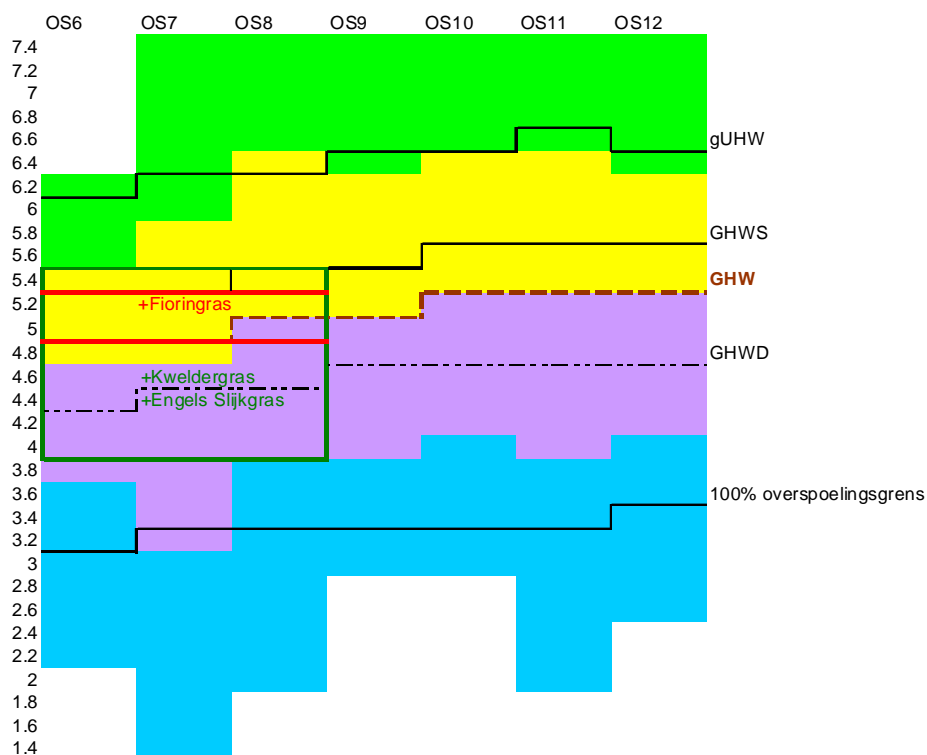
De pionierzone zoals gedefinieerd door Van Braeckel et al. (2008) kan samen met de vegetatiegroep kolonisatoren van het brakke deel dus worden beschouwd als de afgebakende ecotoop pionierschor. Dit ecotoop kan aan een hoogteligging in het getijvenster gerelateerd worden en komt voor bij overspoelingsfrequenties tussen 70% en 100%. Voorlopig is er echter geen motivatie om het onderscheid tussen laag en hoog pionierschor te maken.

4.1.2 Laag schor

De ecotoop laag schor omvat de vegetaties behorende tot de hoofdtypes biezten A en biezten B, en de zeeastervegetaties. Deze groepen zijn niet echt te situeren in het getijvenster en vertonen eerder geomorfologische varianten. Ze laten zich dus moeilijk modelleren in dit stadium.

Er werden 4 TWINSPAN groepen voor de biezten in de brakke zone onderscheiden. Het onderscheid hangt ondermeer samen met saliniteit (biezten A is de 'zoutere' groep), maar zoals reeds aangegeven in de model resultaten hebben de zeebiesvegetaties in het brakke deel een zeer breed bereik van voorkomen. Zij komen zowel in de hoge pionierzone als in de schorzzone voor en vormen een overgang naar de andere hoofdtypes van de schorzzone zoals gedefinieerd in Van Braeckel et al. (2008) (Figuur 4-3). Van Braeckel et al. (2008) maakte eerder onderscheid in een 'laagdynamische' en een 'hoogdynamische' variant.

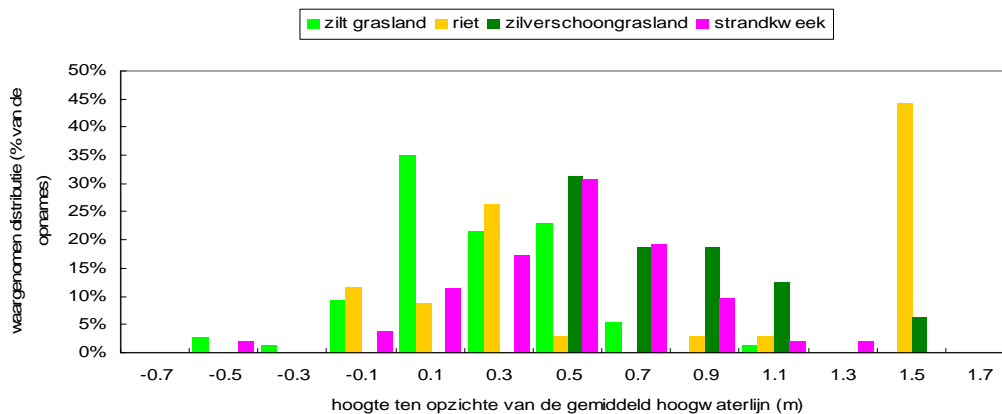
Ook zeeastervegetaties vertonen uiteenlopende subtypen. Ze komen voor als kolonisor, maar ook in hogere successiereeksen en hoger in het getijvenster. Zeeastervegetaties konden in dit stadium nog niet afzonderlijk gemodelleerd worden en zijn voorlopig bij de ecotoop laag schor ondergebracht.



Figuur 4-3: Biezen A (boven) en biezen B (onder) in het brakke deel van de Schelde: situering van de opnames ten opzichte van de fyiotopen uit Van Braeckel et al. (2008). Blauw: Lage pionierzone, Paars: hoge pionierzone, geel: schorzone, groen: hogere schorzone. Hoogteligging is links aangegeven in mTAW.

4.1.3 Middelhoog schor

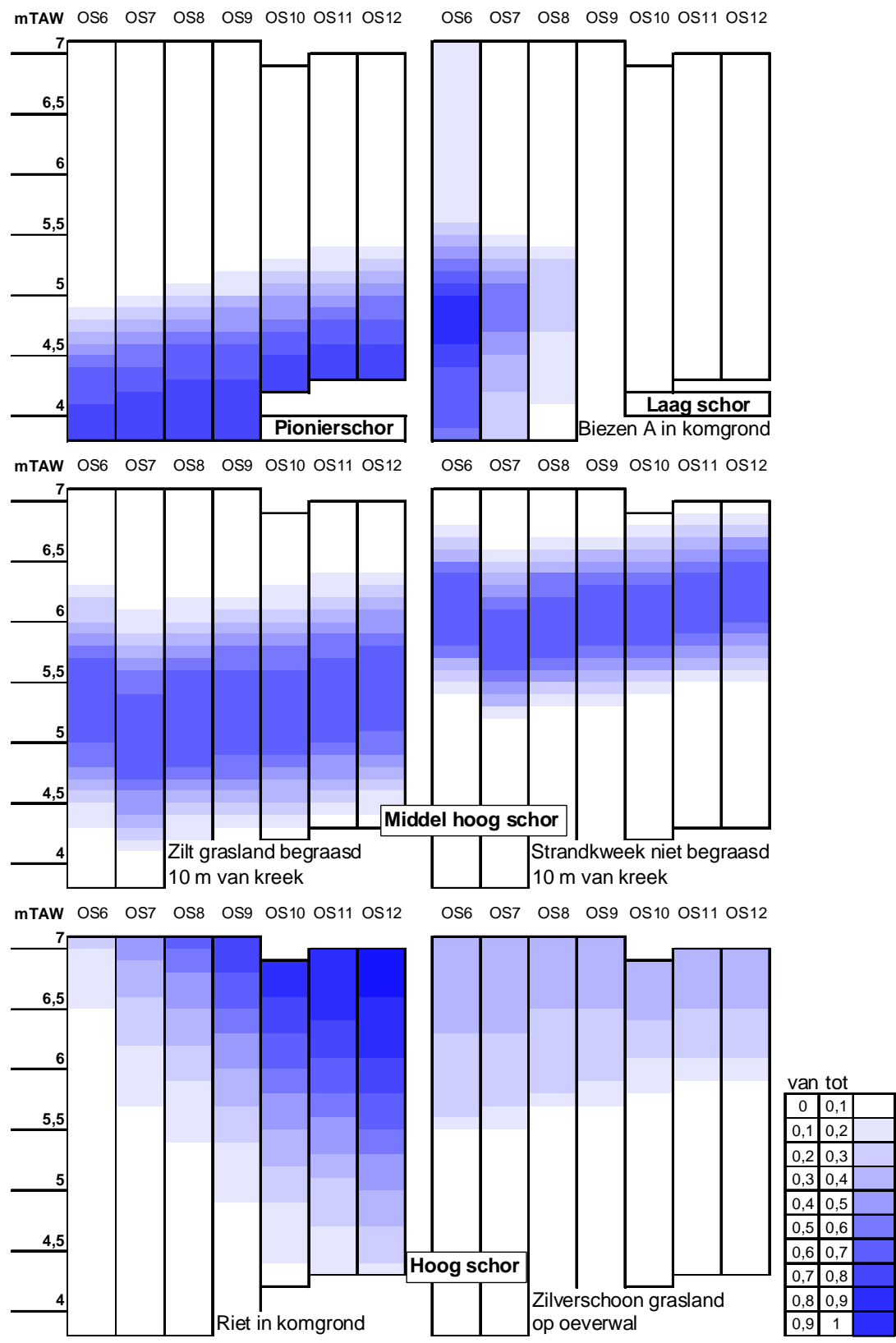
De ecotoop middelhoog schor omvat de vegetaties die behoren tot de hoofdtypes zilt grasland en strandkweek. Het verticaal bereik van Zilt grasland en Strandkweek situeert zich in de schorzone zoals die door Van Braeckel et al. (2008) gedefinieerd is. Hoewel in er een zekere differentiatie te zien is ten opzichte van de gemiddeld hoogwaterlijn, is er veel verticale overlap van de vegetatietypes in de schorzone. Dit wordt geïllustreerd aan de hand van de ligging van de opnames in Figuur 4-4. Het verschil in optimum van beide hoofdtypes hangt samen met de positie ten opzichte van GHW maar ook met afstand tot de dichtst bijzijnde kreek, afstand tot de monding en begrazing. Stroomopwaarts zal Riet dominant aanwezig zijn in niet begraasde situaties. Meer stroomafwaarts in de brakke zone zullen Strandkweek en Zilverschoongrasland meer voorkomen in de hogere zones. Zilt grasland van het type Kweldergras kan ook doordringen in de hoogste zones van de hoge pionierzone.



Figuur 4-4: Voorkomen van opnames van de vegetatietypes in de brakke schorzone.

4.1.4 Hoog schor

Het hoog schor omvat de vegetaties die behoren tot de hoofdtypes riet en zilverschoongrasland. Hoewel riet overal in het schorfysiotoop kan voorkomen, wordt dit als climaxvegetatie mee tot hoog schor gerekend. Zilverschoongraslanden komen enkel op de hoger gelegen weinig overstroomde zones voor, vooral op oeverwallen.



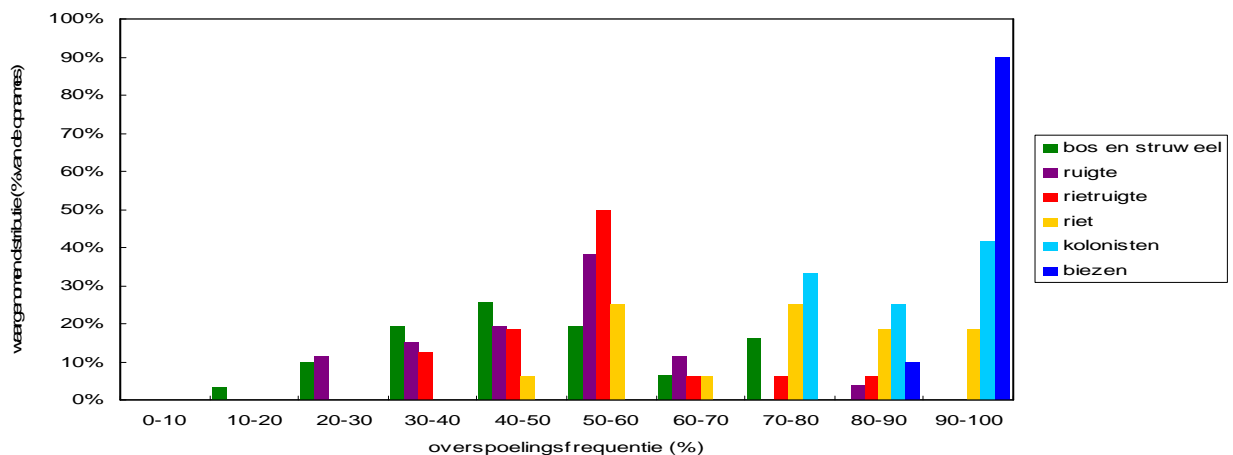
Figuur 4-5: Brakke schorecotopen: kans van voorkomen van kenmerkende vegetatiegroepen langs de Schelde per OMES-segment (OS6 tem 12) in functie van de hoogteligging (mTAW).

4.2 Zoete schorecotopen

Door de verregaande groepering van data is de overspoelingsfrequentie voorlopig de enige omgevingsvariabele die uit de modelresultaten naar voren komt als bepalende factor voor het voorkomen van de verschillende vegetatietypes stroomopwaarts Burcht. In het zoete is er een geleidelijke verschuiving van vegetatiegroepen langs de overspoelingsgradiënt, met veel overlap over het volledige getijdenvenster (Figuur 4-6). Enkele de biezten en de kolonistoren zijn verticaal af te zonderen. De andere vegetatiegroepen in de zoete zone kunnen dus nog niet zozeer gerelateerd worden aan scherp afgeleide fysiotoepen.

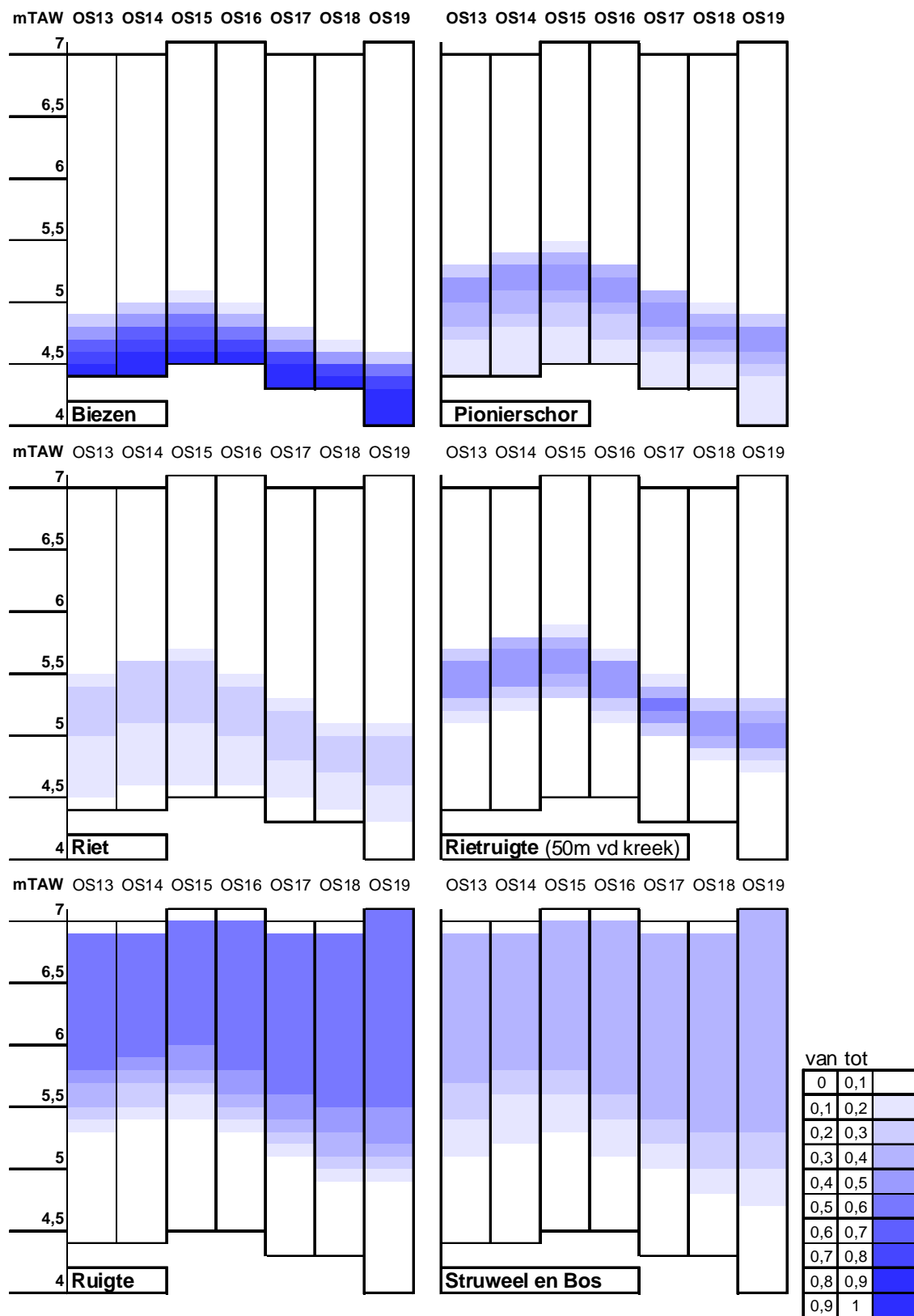
Op basis van de globale vegetatieanalyse weten we dat er ook andere factoren de schorvegetaties mee bepalen in de verschillende zones. De abiotische karakterisering van de zoete schorvegetaties dient te worden verfijnd zoals beschreven in de aanbevelingen in 3.5.

We stellen voor om voorlopig de zes hoofdgroepen (kolonistoren, biezten, riet, rietruigte, ruigte en bos en struweel) als afzonderlijke ecotopen te beschouwen. De biezten vormen samen met het fysiotoop lage pionierzone de ecotoop biezten, de kolonistoren vormen samen met fysiotoop hoge pionierzone de ecotoop pionierschor. De andere ecotopen zijn eerder onderscheiden op basis van structuurkenmerken van de vegetatie dan van standplaatsfactoren die voortvloeien uit modelresultaten.



Figuur 4-6: Voorkomen van opnames van de vegetatietypes in het zoete deel in functie van de overspoelingsfrequentie.

In Figuur 4-7 wordt voor deze zes ecotopen van de zoete zone weergegeven wat hun kans van voorkomen is in de OMES segmenten 13 tem 19 (longitudinale gradiënt) in functie van de hoogteligging in het schor (mTAW). Voor Rietruigte wordt daar ook nog de afstand tot de kreek voor mee in rekening gebracht.



Figuur 4-7: Zoete schorecotopen: kans van voorkomen langs de Schelde per OMES-segment (OS13 tem 19) in functie van de hoogteligging (mTAW).

5 Algemene besluiten

5.1 Hoeveel verder staan we nu?

5.1.1 Modellen van schorvegetaties;

In Nederland ontwikkelde van de Rijt (1993) het model EMOE (Ecohydrologisch Model voor de Oevervegetatie van Estuaria) voor de zuidrand van het Noordelijk Deltabekken. Later werd dit model door van de Rijt en Duijnste (1996) uitgebreid naar de Zuid-Hollandse en Zeeuwse buitendijkse gebieden, onder andere op basis van vegetatieopnames uit de Zeeschelde (Hoffmann, 1993). In Vlaanderen is er het vegetatiemodel voor de brakke en zoete schorren van de Zeeschelde (Criel et al., 1999). De brakke schorren in dit model zijn beperkt tot het Belgische deel.

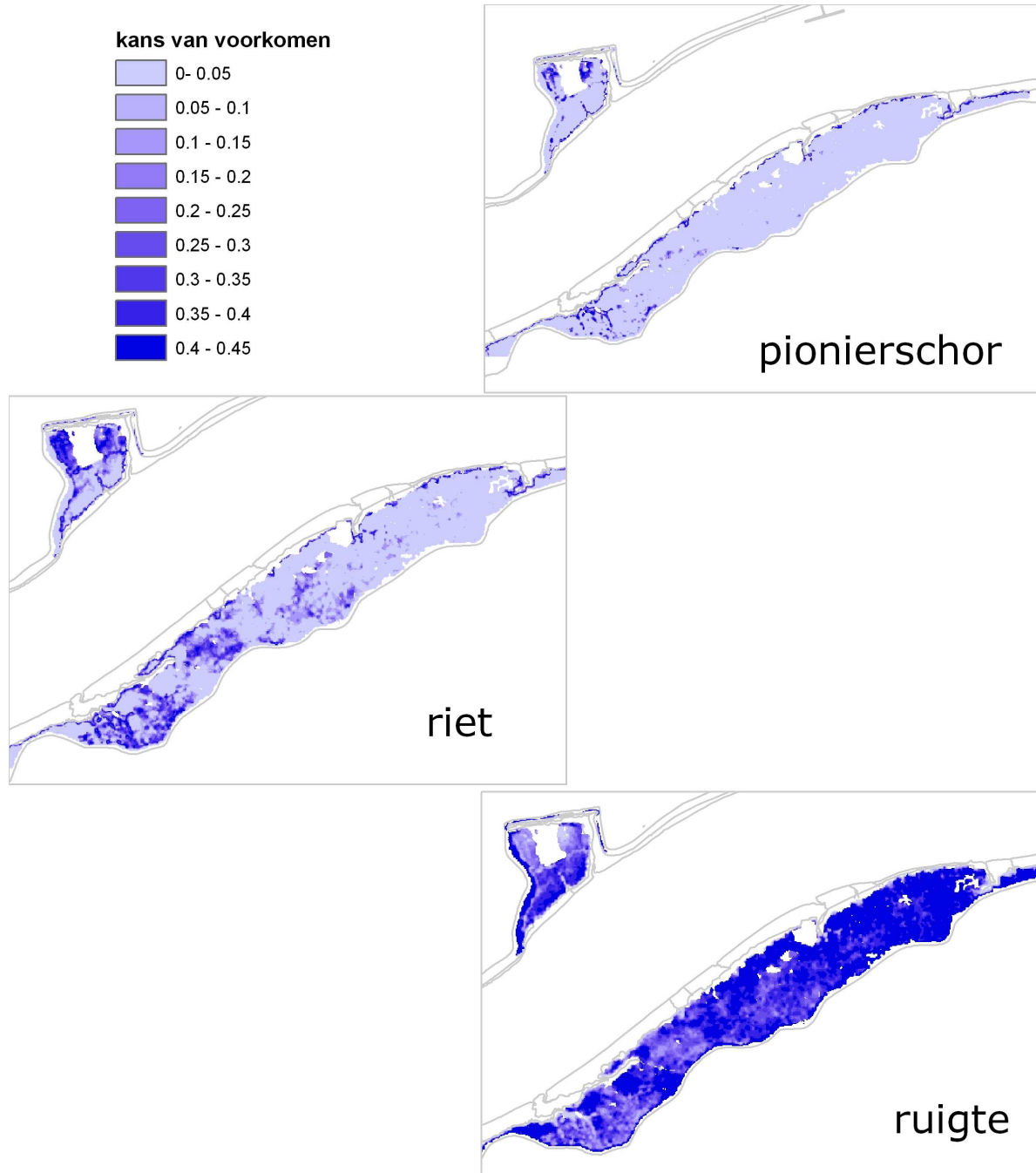
Beide vegetatieresponsmodellen berekenen de kans van voorkomen van vegetaties of groepen van vegetaties in functie van zout, overspoelingsfrequentie en beheer met logistische regressies. In EMOE is zout mee opgenomen als één van de continue variabelen terwijl er voor de Zeeschelde een brak en een zoet submodel is. Criel et al. (1999) onderzocht de relevantie om naast deze variabelen ook, sedimentatie, grondwaterschommelingen en -kwaliteit en bodemstructuur mee in het model in te bouwen en bestudeerde de relatie tussen grondwaterregime enerzijds en geomorfologie, pedologie, vegetatie, weersomstandigheden en invloed van de binnendijkse gebieden anderzijds. Uit de resultaten van een MDS analyse werd beslist dat, met de gegeven dataset, enkel de drie vermelde omgevingsvariabelen voldoende verklarend waren voor de vegetatiestructuur. Vervolgens werden vegetaties gegroepeerd op basis van hun respons op deze geselecteerde omgevingsvariabelen. Deze die door het model niet konden onderscheiden worden werden samengevoegd en de resulterende vegetatieclusters werden tenslotte in het model opgenomen. Aldus werden in het zoetwatergetijdengebied 5 en in de brakke zone 7 vegetatiegroepen gemodelleerd.

De hier gevolgde aanpak is enigszins anders. Vegetaties werden zo veel mogelijk apart gemodelleerd en werden enkel gegroepeerd in ecologische groepen wanneer dat noodzakelijk was om voldoende statistische power te bekomen. Bovendien werden voor sommige vegetaties ook kensoorten gemodelleerd om aanvullende aanwijzingen te bekomen. Er werd ook niet a priori gestart met de 5 standplaatsfactoren die uit de globale vegetatieanalyse als meest onderscheidend naar voor kwamen. Die hebben weliswaar het grootste sorterend vermogen op het geheel aan aanwezige vegetaties, maar het volgt daarom niet noodzakelijk dat ze voor elke vegetatie de meest bepalende zijn. Hier werden met stapsgewijze achterwaartse selectie telkens de meest bepalende omgevingsvariabelen geselecteerd voor iedere gemodelleerde vegetatiegroep, -type, of soort.

Overspoelingsfrequentie, beheer en saliniteit (hier benaderd als afstand tot de monding) bleken in de meeste gevallen wel een goede predictor te zijn, maar voor de hoger gelegen vegetatiegroepen in het brakke deel van de Schelde konden betere modellen worden gemaakt op basis van de hoogte ten opzichte van de gemiddeld hoogwaterlijn. Ook morfologische parameters die gerelateerd zijn aan de drainagetoestand kwamen in verschillende modellen als significant naar voor. Overspoelingsduur was in geen enkel model een betere predictor dan overspoelingsfrequentie. De zoete zone met lange verblijftijd, waar die volgens de globale analyse wel relevant is werd in de modellering echter noodgedwongen samengenomen met andere zones.

Ondanks de beperkingen die voortvloeiden uit de dataset leverden deze modelleringen nu reeds een verfijnder inzicht in de relatie tussen het voorkomen van vegetaties en omgevingsfactoren. Dit bekrachtigt de potenties van de gekozen werkwijze mits het gericht verder uitbouwen van de dataset.

Het model EMOE is gekoppeld aan een GIS applicatie waarmee drie typen scenariokaarten kunnen gegenereerd worden: Overspoelingskaarten, vegetatiekaarten en potentiekaarten. Voor het Schelde-estuarium werd dergelijke tool niet ontwikkeld maar via ARC GIS is het mogelijk om op basis van de modelresultaten potentiekaarten voor de gedefinieerde ecotopen bij gegeven omgevingsomstandigheden ruimtelijk weer te geven op kaarten. Figuur 5-1 geeft bijvoorbeeld de kans van voorkomen weer voor pionierschor, riet en ruigte op het schor van de Notelaer en het Kijkverdriet in de huidige omstandigheden.



Figuur 5-1: Kans van voorkomen van het vegetatietype ruigte, riet en pionier in het zoete deel (Notelaer en Kijkverdriet; Hingene-Steendorp).

De onzekerheden bij deze ecotopen zijn echter nog relatief groot en omdat nog niet alle determinerende factoren in de ecotoopdefinitie vervat zitten is er nog een grote ruimtelijke overlap in de voorspelde kansen van voorkomen. Daarom is het beter om bij scenario analyses voorlopig potentiekaarten voor elke ecotoop apart te genereren, eerder dan vegetatiekaarten die op elk rasterpunt de ecotoop met de grootste berekende kans van voorkomen weergeven.

5.1.2 Schorecotopen

Schorecotopen zijn onder andere nodig als rapportage eenheid over de toestand van de schorren in het Schelde-estuarium. Daarnaast willen we ze ook gebruiken om de gevolgen van wijzigingen in omgevingsfactoren voor het ecosysteem te begroten. Ideaal gezien zijn ecotopen dus abiotische eenheden met daaraan gekoppeld vegetaties of functionele groepen. In Van Braeckel et al. (2008) werden de schorfysiotopen al gekarakteriseerd met als voorstel om binnen die fysiotopen op zoek te gaan naar de juiste abiotische determinanten voor de vegetaties die er in voorkomen en die bijgevolg geschikt zijn om de ecotopen verder te definiëren (Figuur 1-2). Via de globale vegetatie analyse, de modellen en studie van het hydrologische regime hebben we hiertoe belangrijke stappen ondernomen in deze studie.

Uit de globale vegetatie analyse leerden we dat in elke saliniteitszone andere omgevingsvariabelen het voorkomen van vegetaties bepalen. Het is dus belangrijk om verder onderzoek meer gebiedsgericht per zone of per OMES segment uit te voeren. Anderzijds bevestigden deze resultaten onze vermoedens dat overspoelingsfrequentie niet de enige belangrijke getijparameter is en dat ook de geomorfologie en het grondwaterregime een rol spelen. We hebben wel nog niet zo goed in de vingers onder welke vorm we deze laatste variabelen het beste in de modellen verwerken.

De modellen leverden reeds een verfijning op van de vegetatie karakterisering t.o.v. eerdere studies. Daartoe werden andere, bijkomende standplaatsfactoren in de modellen verwerkt. Ze stelden ons ook in staat om voorlopig brakke ecotopen zodanig af te bakenen dat ze min of meer naadloos overlopen in het ZES ecotopenstelsel. In de zoete zone leverden de modellen één ecotoop verfijning op in vergelijking met Criel et al., (1999). Biezen konden fysisch afgezonderd worden van de pioniers. De andere ecotopen zijn voorlopig gebaseerd op structuurkenmerken eerder dan modelresultaten. Op die manier beschikken we nu reeds over een werkinstrument dat kan ingezet worden voor rapportage en in beperkte mate voor effectbeoordeling. Ondertussen kunnen we verder werken aan de verfijning van de ecotopen en bij elke nieuwe stap kunnen potenties en scenario's herberekend worden op basis van de nieuwe inzichten.

De fysiotopen zoals die door Van Braeckel et al. (2008) voorgesteld werden zijn voorlopig niet geheel behouden. In de brakke zone ondersteunen de data enerzijds het onderscheid tussen laag en hoog pionierschor niet, anderzijds kan het onderscheid tussen hoog- en laag dynamisch schor nog niet ondersteund worden door modelresultaten. In de zoete zone wordt het onderscheid tussen lage en hoge pionierzone wel behouden. De lage pionierzone vormt samen met de biezen de ecotoop biezen, de hoge pionierzone vormt samen met de koloniatoren de ecotoop pionierschor. De andere ecotopen zijn pragmatisch gedefinieerd op basis van structuurkenmerken van vegetaties en dienen nog verder abiotische gekarakteriseerd en gevalideerd te worden.

5.2 Doelstellingen gehaald?

Het opstellen van een vegetatietypologie: Er werd een vegetatietypologie opgesteld voor de brakke en de zoete schorren van de Schelde. In stroomafwaartse richting werden de gedefinieerde vegetaties ook toegekend aan een type uit de SALT08 typologie zodat vegetatiekaarten over de volledige estuariene gradiënt kunnen gemaakt worden.

Het bestuderen van vegetatiepatronen in relatie tot omgevingsfactoren op ecosysteemniveau:

Uit deze analyse leerden we:

- Modelleren van het verband tussen vegetaties en omgevingsparameters dient per deelzone te gebeuren.
- Binnen de mesohaliene zone en de zoete zone met korte verblijftijd wordt idealiter nog met kleinere zones gewerkt.
- Voor elke saliniteitszone is er een set van de vijf meest invloedrijke variabelen.
- Deze verschilt per saliniteitszone, wat opnieuw aantoont dat een opsplitsing nodig is.
- De veronderstelde drainage gerelateerde variabelen "afstand tot de kreek" en "afstand tot de schorrand" lijken aan belang te winnen vanaf de oligohaliene zone stroomopwaarts.
- Overstromingsduur is belangrijk in de zoete zone met lange verblijftijd.
- Overspoelingsfrequentie wordt in alle zones geselecteerd. Dit wijst erop dat overspoelingsfrequentie overal een belangrijke sturende factor voor vegetatiesamenstelling is.

Het modelleren van standplaatsvereisten van de eerder afgeleide vegetatietypes.

- Door gebrek aan voldoende gestratificeerde data was de hierboven aanbevolen opsplitsing niet mogelijk.
- Bovendien moesten vegetatietypes gegroepeerd worden omdat de data onvoldoende gestratificeerd waren.
- Bijkomende informatie werd uit modellering van begeleidende soorten bekomen.
- In de mesohaliene zone komen de vijf meest invloedrijke variabelen terug in minstens sommige van de modellen.
- In de zoete zone is de overeenkomst van geselecteerde omgevingsfactoren beduidend minder door het verregaand samenvoegen van data.
- De modelleringen leverden in de mesohaliene zone reeds een verfijning op van de relatie tussen vegetaties en omgevingsfactoren.
- Dit bekrachtigt de potenties van de gekozen werkwijze en variabelen.
- In alle modellen bleef de onverklaarde variatie relatief groot, de onzekerheidsmarges bij de voorspellingen kon NIET berekend worden.

De schorecotopen beter definiëren op basis van de modelresultaten

- Met de eerder gehanteerde omgevingsvariabelen saliniteit en overspoelingsfrequentie konden de ecotopen in de pionierzone modelmatig gedefinieerd. In de brakke zone wordt het pionierschor gedefinieerd zonder verder onderscheid te maken in de hoge en de lage pionierszone. In de zoete zone wordt de ecotoop biezengedefinieerd in de lage pionierzone en de ecotoop pionierschor in de hoge pionierzone. Het aandeel onverklaarde variatie bij deze ecotopen moet verder gereduceerd worden door de dynamiek en de morfologie in de overgangszone slik-schor mee op te nemen als omgevingsvariabelen in de modellen.
- In de schorzonen en de hoge schorzonen spelen de andere omgevingsvariabelen een relatief grote rol. De belangrijkste konden wel geïdentificeerd worden voor elke saliniteitszone maar ze kunnen voorlopig nog niet voldoende in de modellen ingebouwd worden om de ecotopen te definiëren. Hier werd een voorlopig werkbaar ecotopenstelsel gedefinieerd dat moet verfijnd en gevalideerd worden.

- In het mesohalien werden voor de schorzone de ecotopen laag en middelhoog schor van het ZES ecotopenstelsel verder doorgetrokken zodat continuïteit in de rapportage gegarandeerd is. Anders dan in ZES konden al wel enkele verfijningen op basis van bijkomende omgevingsvariabelen toegevoegd worden, de naam dekt dus niet volledig de inhoud. De hoge schorzone werd op basis van vegetaties gedefinieerd zonder verdere abiotische karakterisering.
- In de andere saliniteitszones werden boven de pionierszone de ecotopen riet, rietruigte, ruigte en bos en struweel gedefinieerd op basis van de structuurkenmerken van de vegetatie eerder dan op abiotische karakterisering.
- Dit ecotopenstelsel kan voorlopig gehanteerd worden voor de rapportering, maar moet verder gedefinieerd en gevalideerd worden.

Aangeven van onzekerheidsmarges bij de afbakening van deze schorecotopen.

- De onzekerheidsmarge op deze voorlopige versie is nog groot maar kon niet echt gekwantificeerd worden.

Verkennde detailstudie van patronen en effecten van lokale waterhuishouding op schorren en hun vegetaties

- Doordat de metingen met dataloggers niet overal in hetzelfde seizoen gebeurden werd evapotranspiratie een bijkomende variabele. Er werd getracht om dit effect te kalibreren met het model Menyanthes maar dit leek niet echt geschikt voor het berekenen van grondwaterregimes in getijgebonden vegetaties.
- Dit effect is minder groot in de brakke vegetaties, voor de mesohaliene zone konden daardoor reeds indicatief enkele relaties aangetoond worden: in deze zone wordt drainage beïnvloed door hoogteligging, afstand tot de meest nabije kreek en bodemtextuur.

Verkennde studie naar de relatie tussen lokaal gemeten standplaatsfactoren en variabelen die gebiedsdekkend voorhanden zijn

- Drainage wordt, althans in de brakke zone best meegenomen in een standplaatsmodellering via de hoogtematen en afstand tot de meest nabije kreek. In de andere saliniteitszones kon dit voorlopig niet verder onderzocht worden. De resultaten van de globale vegetatieanalyse suggereren wel dat de afstand tot de schorrand daar belangrijker wordt.
- Bodemtextuur: hiernaar werd geen detail onderzoek verricht de relatie met de ligging in een komgrond of op een oeverwal moet nader onderzocht worden.

5.3 Hoe moet het nu verder?

De modelleringen in deze studie gebeurden op basis van gegevens die niet met dat doel verzameld werden. Dit was een groot struikelblok. Desondanks leverde de combinatie van vegetatiemodellen enerzijds en soortmodellen van sleutelsoorten anderzijds reeds een verfijning op van inzichten in de relatie tussen het voorkomen van vegetaties en omgevingsfactoren in de mesohaliene zone. Op die manier konden toch enkele stappen naar de definitie van schorecotopen gezet worden.

Dit bekrachtigt de potenties van de gekozen werkwijze. Om deze verder te ontwikkelen zijn volgende stappen vereist:

1. Modelleren van vegetaties per saliniteitszone of kleiner. Uit de globale vegetatieanalyse blijkt immers dat in iedere zone andere omgevingsfactoren primeren.
- *Voor soortmodellen* moeten bijkomend vegetatieopnames gemaakt worden, gericht op een betere stratificatie over de volledige abiotische gradiënten. Het huidige MONEOS programma zal daaraan verder invulling geven.
 - *Voor vegetatiemodellen:* kan relatief eenvoudig een, voor de huidige toestand van het estuarium, representatieve dataset opgebouwd worden door random gestratificeerd over de volledige abiotische gradiënten en de daarin gedefinieerde vegetatietypes punten te selecteren uit de vegetatiekaarten. Daarmee kunnen dan standplaatsmodellen per zone gemaakt worden op voorwaarde dat de abiotische informatie voldoende gedocumenteerd is.
2. Het beter vatten van de informatie over omgevingsvariabelen.
- *Variabelen die gerelateerd zijn aan het overstromingsregime* worden berekend of gemodelleerd uit getijgegevens en DTM's. Enerzijds werd in deze studie aangetoond dat fouten in het DTM zorgen voor ruis in de modellen. Anderzijds maakt deze methode abstractie van de locale getijcurve en de geomorfologie. Er werd al eerder voorgesteld om een relatie te zoeken tussen de werkelijke overstromingsvariabelen, zoals die gemeten worden in het veld, en de gemodelleerde. Hiertoe werd in Van Braeckel et al. (2009) een aanzet gegeven. Het dient aanbeveling deze piste verder uit te werken. Daarnaast moeten andere kandidaat afgeleide variabelen geëvalueerd worden. Bijvoorbeeld de overstromingsvrije periode in een doottij-springtij cyclus.
 - *Waterhuishouding en bodemkenmerken:* uit de analyses bleek dat deze standplaatsfactoren mee de potenties voor vegetaties bepalen. Informatie hierover kan echter enkel puntsgewijs bekomen worden. Om inzichten in de relatie tussen deze variabelen en gebiedsdekkende informatie te verbeteren is gedetailleerd en langduriger onderzoek nodig in een aantal focusgebieden. Hiertoe is een multidisciplinaire aanpak aangewezen door middel van grondwateronderzoek, topografische metingen en bodem beschrijvingen. Studie naar de waterhuishouding dient rekening te houden met seizoensverschillen en kan best over een volledig jaar gebeuren.

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.
- 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.
- Brouwer, E., Rijnders, C.W.C.J., van de Rijt C.W.P.M en C.W.P.M Blom, 1992. De statistische en oecologische samenhang tussen plantengemeenschappen in het Noordelijk Deltabekken en hun omgeving.
- Claessens, J. & Meyvis, L. 1994. Overzicht van de tijwaarnemingen in het Zeescheldebekken gedurende het decennium 1981-1990. Antwerpse Zeehavendienst: Antwerpen. 108 pp.
- Criel, B., Muylaert, W. Hoffmann, M. De Loose, L. & Meire, P. 1999. Vegetatiemodellering van de buitendijkse gebieden langs de Zeeschelde. Onderzoek Milieu-Effecten Sigmaplan (OMES). AMIS DS7.2, deelstudie 8.
- Declerck, S., J. Vandekerckhove, L. Johansson, K. Muylaert, J. M. Conde-Porcuna, K. Van der Gucht, C. Perez-Martinez, T. Lauridsen, K. Schwenk, G. Zwart, W. Rommens, J. Lopez-Ramos, E. Jeppesen, W. Vyverman, L. Brendonck, & L. De Meester. 2005. Multi-group biodiversity in shallow lakes along gradients of phosphorus and water plant cover. *Ecology* 86:1905-1915.
- De Jong D.J., Dijkema K.S., Bossinade J.H., & Janssen J.A.M., 1998. SALT97. Classificatieprogramma voor kweldervegetaties. Rijkswaterstaat RIKZ, Dir. Noord-Nederland, Meetkundige Dienst; IBN-DLO.
- Ellenberg, H. 1991. Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. *Scripta Geobotanica* XVIII.248pp.
- Hoffmann, M. 1993. Vegetatiekundig-ecologisch onderzoek van de buitendijkse gebieden langs de Zeeschelde met vegetatiekartering. RUG, Gent. 223 p.
- Hill, M.O. 1979. TWINSPLAN - a FORTRAN program for arranging multivariate data in an ordered two-way table by classification of the individuals and attributes. Section of Ecology and Systematics, Cornell University: New York, NY (USA). 90 pp.
- Hussey, B. & Odum, W. 1992. Evapotranspiration in tidal marshes. *Estuaries*, 15 (1): 59-67. *Estuaries and Coasts*
- Kers B., de Jong D., Bergwerff J., Dijkema K., & Hennekens S., in prep. SALT2008. Toedelingssleutel voor zoute en brakke vegetaties voor de Nederlandse kwelders en stranden. Rijkswaterstaat, IMARES, ALTERRA.
- Leps, J. & Smilauer, P. 2003. Multivariate analysis of ecological data using CANOCO. Cambridge University Press.
- Oenema, O. & Sierveld J.J. 1983. Variabiliteitsonderzoek van de schorbodem op Rattekaai. Rijkswaterstaat, Ministerie van Verkeer en Waterstaat NL. notitie DDMI-83.570. 31 pp.
- R Development Core Team, 2009. R, a language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, <http://www.R-project.org>.

- Reitsma J.M., 2006. Vegetatiekartering van de Westerschelde 2004-2005 op basis van false colour luchtfoto's 1:5000/10000. AGI-2006-GSMH-013 in opdracht van Rijkswaterstaat, RIKZ, Den Haag, 64 p. + bijlagen.
- Schaminée J.H.J., Weeda E.J., & Westhoff V., 1995. De vegetatie van Nederland. Deel 2 Plantengemeenschappen van wateren, moerassen en natte heiden. Opulus Press, Uppsala, Leiden, 360 p.
- 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.
- Silvestry S., Defina A. & Marani M. 2005. Tidal regime, salinity and salt marsh plant zonation. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 62(1-2): 119-130.
- Soetaert, K., & Herman. P.M.J. 1995. Estimating estuarine residence times in the Westerschelde (The Netherlands) using a box model with fixed dispersion coefficients. *Hydrobiologia* 311: 215-224.
- Speybroeck J., Van Ryckegem G., Vandevoorde B., & Van de Bergh E., 2011. Evaluatie van natuurontwikkelingsprojecten in het Schelde-estuarium. 2de rapportage van de projectmonitoring periode 2006-2009. Rapport INBO.R.2011.21. Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel, 160 p.
- Stortelder A.H.F., Schaminée J.H.J., & Hommel P.W.F.M., 1999. De vegetatie van Nederland. Deel 5: Ruigten, struwelen, bossen. Opulus Press, Uppsala, Leiden, 376 p.
- ter Braak, C.J.F. & P. Šmilauer. 2002. CANOCO Reference Manual and CanoDraw for Windows User's Guide: Software for Canonical Community Ordination (version 4.5).
- Van Braeckel A., Vandevoorde B., & Van den Bergh E. 2008. Schorecotopen van de Schelde. Aanzet tot de ontwikkeling van één schorecotopenstelsel voor Vlaanderen en Nederland. Rapport Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek INBO.R.2008.29, Brussel, 54p.
- Van Braeckel, A., Piesschaert, F. & E. Van den Bergh. 2006. Historische analyse van de Zeeschelde en haar getijgebonden zijrivieren. 19e eeuw tot heden. INBO.R.2006.29. Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel, 178 pp.
- Van Braeckel, A.; Mikkelsen, J.H.; Dillen, J.; Piesschaert, F.; Van den Bergh, E.; Coen, L.; De Mulder, T.; Ides, S.; Maximova, T.; Peeters, P.; Plancke, Y.; Mostaert, F. (2009). Inventarisatie en historische analyse van Zeescheldehabitats: Vervolgstudie: resultaten van het tweede jaar. Interne rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, 2009,34. INBO: Brussel
- Van Damme S., Ysebaert T., Meire P., & Van den Bergh E., 1999. Habitatstructuren, waterkwaliteit en leefgemeenschappen in het Schelde-estuarium. Rapport Instituut voor Natuurbehoud 99.24, Brussel, 119 p. + bijlage.
- van de Rijt, C.W.C.J. 1993. EMOE. Een Ecohydrologisch model voor de Oeverzonering van vegetatietypen in de zuidrand van het noordelijk deltabekken. Rapport nr 39. Vakgroep Oecologie, Nijmegen.
- Van de Rijt, C & Duijnste I. 1996. Een Ecohydrologisch model voor de oevervegetatie in Estuaria. Katholieke Universiteit Nijmegen. NL,
- van de Rijt, C.W.C.J. & Esselink, P. 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.

- Vandevorde B., Van Braeckel A., Mertens W., Piesschaert F., & Van den Bergh E., in prep. Vegetatiekartering van de schorren van Zeeschelde, Durme en Rupel (2003). Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek. INBO, Brussel.
- Williams, W.D. 1986. Conductivity and salinity of Australian salt lakes. *Australian Journal of Marine and Freshwater Research* 37(2) 177 – 182.
- 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.

Bijlagen

Bijlage 1: Meetlocaties, vegetatiegroepen*, bodemtype en meetperiode van de meetsessies waterhuishouding op het schor.

Nr	Meetsessie	Begindatum	Einddatum	Vegetatiegroep	Schor	Bodemtype
1	2008001	06-feb-08	20-mrt-08	Strandkweek	Groot Buitenschoor	Z
2	2008001	06-feb-08	20-mrt-08	Zuiver Riet	Groot Buitenschoor	Z
3	2008001	06-feb-08	20-mrt-08	Zeebiespionier	Groot Buitenschoor	Z
4	2008001	06-feb-08	20-mrt-08	Zeeaster	Paardeschor	Z
5	2008001	06-feb-08	20-mrt-08	Zeeaster	Ketenisse Z	Z
6	2008002	20-mrt-08	21-apr-08	Secundaire Zeebies	Schor Ouden Doel N	K
7	2008002	20-mrt-08	21-apr-08	Zeeaster	Schor Ouden Doel N	K
8	2008002	20-mrt-08	21-apr-08	Strandkweek	Schor Ouden Doel N	K
9	2008002	20-mrt-08	21-apr-08	Strandkweek	Schor Ouden Doel N	K
10	2008002	20-mrt-08	21-apr-08	Zeebiespionier	Ketenisse Z	Z
11	2008003	21-apr-08	19-jun-08	Zilt grasland	Schor Ouden Doel N	K
12	2008003	21-apr-08	19-jun-08	Strandkweek	Schor Ouden Doel N	Z
13	2008003	21-apr-08	30-jun-08	Zuiver Riet	Schor Ouden Doel N	K
14	2008003	21-apr-08	19-jun-08	Zeebiespionier	Z Centrale Doel	Z
15	2008003	21-apr-08	09-jul-08	Zeebiespionier	St.-Anna-Blokkersdijk	Z
16	2008004	19-jun-08	18-jul-08	Zuiver Riet	Z Centrale Doel	Z
17	2008004	19-jun-08	18-jul-08	Zeeaster	Ketenisse Z	Z
18	2008004	19-jun-08	18-jul-08	Rietruigte	Ketenisse Z	K
19	2008005	30-jun-08	21-aug-08	Zuiver Riet	St.-Anna-Blokkersdijk	Z
20	2008005	18-jul-08	21-aug-08	Strandkweek	Galgenschoor	K
21	2008005	18-jul-08	21-aug-08	Strandkweek	Galgenschoor	Z
22	2008005	18-jul-08	21-aug-08	Zuiver Riet	Galgenschoor	K
23	2008006	25-aug-08	09-okt-08	Slik	Heusden LO	K
24	2008006	25-aug-08	09-okt-08	Zoete Pionier	Heusden LO	K
25	2008006	25-aug-08	09-okt-08	Zoete Pionier	Heusden LO	Z
26	2008006	25-aug-08	09-okt-08	Lisdodde	Heusden LO	K
27	2008006	27-aug-08	09-okt-08	DuitseDotstruweel	Heusden LO	K
28	2008007	09-okt-08	18-nov-08	Zuiver Riet	Paddebeek	Z
29	2008007	09-okt-08	18-nov-08	Zuiver Riet	Paddebeek	K
30	2008007	09-okt-08	18-nov-08	Zuiver Riet	Appelschor	K
31	2008007	09-okt-08	18-nov-08	Zuiver Riet	Nieuw Schor van Appels	K
32	2008007	09-okt-08	18-nov-08	Zoete Pionier	Nieuw Schor van Appels	Z
33	2008008	18-nov-08	23-dec-08	Reuzenbalsemienruigte	Groot Schoor van Hamme	K
34	2008008	18-nov-08	23-dec-08	Amandelwilggroepstruweel	Groot Schoor van Hamme	K
35	2008008	18-nov-08	23-dec-08	Rietruigte	Groot Schoor van Hamme	K
36	2008008	18-nov-08	23-dec-08	Zuiver Riet	Groot Schoor van Hamme	K
37	2008008	18-nov-08	23-dec-08	Kraakwilg-S.rubensgroep	Groot Schoor van Hamme	K
38	2009001	23-dec-08	05-feb-09	Brandnetelruigte	St.-Amandsschoor	Z
39	2009001	23-dec-08	05-feb-09	Rietruigte	St.-Amandsschoor	K
40	2009001	23-dec-08	05-feb-09	DuitseDotstruweel	St.-Amandsschoor	K
41	2009001	23-dec-08	05-feb-09	Brandnetelruigte	St.-Amandsschoor	K
42	2009001	23-dec-08	05-feb-09	Zuiver Riet	Schor Gespoelde put	K
43	2009002	05-feb-09	18-mrt-09	Kraakwilg-S.rubensgroep	Notelaer	K
44	2009002	05-feb-09	18-mrt-09	Rietruigte	Notelaer	?
45	2009002	05-feb-09	18-mrt-09	Zuiver Riet	Notelaer	?
46	2009002	05-feb-09	18-mrt-09	Kraakwilg-S.rubensgroep	Notelaer	K
47	2009002	05-feb-09	18-mrt-09	Zuiver Riet	Notelaer	?
48	2009003	18-mrt-09	29-apr-09	Brandnetelruigte	Durmemonding	K
49	2009003	18-mrt-09	29-apr-09	Brandnetelruigte	Durmemonding	K
50	2009003	18-mrt-09	29-apr-09	Brandnetelruigte	Durmemonding	K
51	2009003	18-mrt-09	29-apr-09	Brandnetelruigte	Durmemonding	K
52	2009003	18-mrt-09	29-apr-09	Zuiver Riet	Durmemonding	K
53	2009004	09-jun-09	05-aug-09	Zuiver Riet	Notelaer	K
54	2009004	09-jun-09	23-jun-09	Slik	Notelaer	K
55	2009004	09-jun-09	05-aug-09	Zuiver Riet	Notelaer	K
56	2009004	09-jun-09	12-jun-09	Vaucheria	Notelaer	?
57	2009004	09-jun-09	05-aug-09	Zuiver Riet	Notelaer	?
58	2009004	09-jun-09	12-jun-09	Zuiver Riet	Notelaer	?
59	2009004	09-jun-09	12-jun-09	Kreek	Notelaer	?
60	2009004	09-jun-09	19-aug-09	Reuzenbalsemienruigte	Notelaer	?
61	2009004	09-jun-09	19-aug-09	Rietruigte	Notelaer	?
62	2009004	09-jun-09	12-jun-09	Kreek	Notelaer	?
63	2009004	09-jun-09	05-aug-09	Reuzenbalsemienruigte	Notelaer	?
64	2009004	09-jun-09	12-jun-09	Rietruigte	Notelaer	?
65	2009004	09-jun-09	12-jun-09	Slik	Ballooi	?
66	2009004	09-jun-09	05-aug-09	Rietruigte	Ballooi	?
67	2009004	09-jun-09	05-aug-09	Zuiver Riet	Ballooi	?

Nr	Meetsessie	Begindatum	Einddatum	Vegetatiegroep	Schor	Bodemtype
68	2009005	11-mei-09	01-jul-09	Rietgras – Kattestaart-type EH	Schor van Zele	K
69	2009005	11-mei-09	01-jul-09	Rietgras – Kattestaart-type PA	Schor van Zele	K
70	2009005	11-mei-09	01-jul-09	Brandnetelruigte	Schor van Zele	K
71	2009005	11-mei-09	01-jul-09	Brandnetelruigte	Schor van Zele	K
72	2009005	11-mei-09	01-jul-09	Rietruigte	Schor van Zele	K
73	2009006	03-jul-09	18-aug-09	Spiesmelde	Saeftinghe	Z
74	2009006	02-jul-09	18-aug-09	Zeebiespionier	Schor Ouden Doel Ned	?
75	2009006	02-jul-09	18-aug-09	Strandkweek	Schor Ouden Doel Ned	?
76	2009006	02-jul-09	18-aug-09	Secundaire Zeebies	Schor Ouden Doel Ned	?
77	2009006	02-jul-09	18-aug-09	Zuiver Riet	Schor Ouden Doel Ned	?
78	2009007	18-aug-09	12-okt-09	Zeeaster	Paardenschoor	K
79	2009007	18-aug-09	12-okt-09	Zeeaster	Schor Ouden Doel Noord	K
80	2009007	18-aug-09	12-okt-09	Strandkweek	Schor Ouden Doel Noord	Z
81	2009007	18-aug-09	12-okt-09	Engels slijkgras	Schor Ouden Doel Noord	Z
82	2009008	12-okt-09	02-dec-09	Natte Pionier - Liesgras	Schor van Branst	K
83	2009008	12-okt-09	02-dec-09	Reuzenbalsemienruigte	Schor van Branst	K
84	2009008	12-okt-09	02-dec-09	Natte Pionier - Lisodde	Schor van Branst	K
85	2009008	12-okt-09	02-dec-09	Zeebiespionier	SOW Schor van Branst	K
86	2009009	02-dec-09	25-jan-10	Kraakwilg-S.rubensgroep	Schor van Branst	K
87	2009009	02-dec-09	25-jan-10	DuitseDotstruweel	Schor van Branst	K
88	2009009	02-dec-09	25-jan-10	Kraakwilg-S.rubensgroep	Notelaer	Z
89	2009009	02-dec-09	25-jan-10	Schietwilg-type	Notelaer	Z
90	2009009	07-dec-09	25-jan-10	Zeebiespionier	SOW Notelaer	Z
91	2010001	01-mrt-10	20-apr-10	Natte Pionier - Lisodde	Schor Mariekerke	Z
92	2010001	01-mrt-10	20-apr-10	DuitseDotstruweel poa	Schor Mariekerke	K
93	2010001	01-mrt-10	20-apr-10	Amandelwilggroepstruweel	Schor Mariekerke	K
94	2010001	01-mrt-10	20-apr-10	DuitseDotstruweel poa	Schor Mariekerke	K
95	2010001	01-mrt-10	20-apr-10	Rietgras – Kattestaart-type EH	Schor Mariekerke	K
96	2010001	01-mrt-10	20-apr-10	DuitseDotstruweel poa	Schor Mariekerke	K
97	2010001	01-mrt-10	20-apr-10	Rietruigte	Notelaer	K
98	2010001	01-mrt-10	20-apr-10	DuitseDotstruweel poa	Notelaer	K
99	2010002	12-mei-10	05-jul-10	Reuzenbalsemienruigte	KBRschor ten Z Kallebeek	K
100	2010002	12-mei-10	05-jul-10	Rietruigte	KBRschor ten Z Kallebeek	K
101	2010002	12-mei-10	05-jul-10	Brandnetelruigte	KBRschor ten Z Kallebeek	K
102	2010002	12-mei-10	05-jul-10	Natte Pionier - Liesgras	KBRschor ten Z Kallebeek	K
103	2010002	12-mei-10	05-jul-10	Reuzenbalsemienruigte	KBRschor ten Z Kallebeek	K
104	2010002	12-mei-10	05-jul-10	Rietruigte	KBRschor ten N Barbierbeek	K
105	2010002	12-mei-10	05-jul-10	Rietgras – Kattestaart-type EH	KBRschor ten Z Kallebeek	K
106	2010002	12-mei-10	05-jul-10	Rietgras – Kattestaart-type EH	KBRschor ten Z Kallebeek	K
107	2010002	12-mei-10	05-jul-10	Rietgras – Kattestaart-type EH	KBRschor ten Z Kallebeek	K
108	2010003	06-jul-10	27-aug-10	Rietgras – Kattestaart-type EH	Rietsnijderij	K
109	2010003	06-jul-10	30-aug-10	Pionier Polygonum - Rietgras	Tijarm	K
110	2010003	06-jul-10	30-aug-10	Pionier Polygonum	Tijarm	K
111	2010003	06-jul-10	30-aug-10	Zuiver Riet	Tijarm	K
112	2010003	06-jul-10	30-aug-10	Pionier Rietgras - Reuzenbalsemien	Tijarm	K
113	2010003	06-jul-10	30-aug-10	Zuiver Riet	Tijarm	K

*de vegetatiegroepen in bovenstaande tabel fungeerden als werkversie vooraleer de vegetatietypologie is opgesteld.

Bodemtype: Z = bodem met zandige bijmenging en K = zuiver klei of slib zonder zandige bijmenging.

Bijlage 2: Beschrijvende bodemprofielen van de meetlocaties

Nr	Begrenzing (cm)		Beschrijving
	Boven	Onder	
1	0	50	klei met hoge zandfractie, met organisch materiaal (wortels) en gley
1	50	80	klei met hoge zandfractie, met gley
1	80		grof zand
2	0	30	klei met zandfractie, donkerbruin, met gley
2	30	80	klei met zandfractie, met organisch materiaal (wortels) en gley
2	80	83	veenlaag
2	83	100	klei met zandfractie, met organisch materiaal (wortels) en gley
2	100		zand (niet boven te halen)
3	0	40	slib met zandfractie, bruin, gley
3	40	100	slib met zandfractie, met zwarte en grijze banden
3	100		zand met slib, worst
4	0	10	donkerbruin-grijs slib met zandfractie en gley
4	10	70	grof zand, waterverzadigd, bovenste deel met gley
5	0	12	slib
5	12	30	zand
5	30	155	gereduceerd zand
5	155		klei
6	0	30	donkerbruine tot grijze klei, gley, organisch materiaal, vrij vast
6	30	50	organisch materiaal, gereduceerd, donkergrijs tot zwart, klei, vrij vast
6	50	120	gereduceerd donkergrijze tot zwarte klei, slap
7	0	40	slib, met organisch materiaal, donkergrijs, gereduceerd
7	40	90	vaste klei, zwart, met organisch materiaal, gereduceerd
7	90	200	gereduceerd, waterverzadigde klei, zwart (geen wortels)
8	0	30	klei met gley, donkerbruin tot zwart, met organisch materiaal
8	30	70	klei met gley, donkerbruin
8	70	120	klei, gereduceerd, grijs-zwart, op +/- 100 cm organisch laagje
9	0	30	klei, bruin tot grijs, met gley en organisch materiaal
9	30	70	klei met gley, bruin tot grijs
9	70	120	klei, zwart, gereduceerd
10	0	15	slib
10	15	30	zand met gley
10	30		gereduceerd zand
11	0	30	klei, bruin-grijs, met organisch materiaal en gley, vrij kruimelig
11	30	50	klei, donkergrijs met gley
11	50	70	grijs-zwarte klei, gereduceerd, vrij vast
11	70		van grijs naar zwart, klei, gereduceerd, slap
12	0	20	zand met kleifractie, donkerbruin-beige, gelaagd: zand afgewisseld met kleilaagjes, gleyverschijnselen, organisch materiaal, kruimelig
12	20	60	zand met kleifractie, donkerbruin tot beige, gelaagd, gley
12	60	120	klei met zandfractie (worsten die breken), donkerbruin met beige vlekjes, gley
12	120	200	gereduceerde klei, vrij slap, donkerbruin tot grijs
13	0	30	klei, organisch materiaal, bruin, vrij kruimelig
13	30	70	klei, organisch materiaal (wortels van riet), gleyverschijnselen, donkerbruin
13	70	215	klei, gereduceerd, vrij slap, zwart, organisch materiaal
14	0	50	klei met hoge zandfractie, organisch materiaal, naar onderen toe minder organisch materiaal
14	50	90	zand, slibfractie, gereduceerd, grijs tot zwart
14	90		grof zand, beige-zandkleur

Nr	Begrenzing (cm)		Beschrijving
	Boven	Onder	
15	0	40	slib, kleine zandfractie, grijs, organisch materiaal, gleyverschijnselen
15	40	70	slib, zand, organisch materiaal, grijs (donkerder)
15	70	110	slib, zwart, gereduceerd
16	0	20	bruin slib, gley, organisch materiaal
16	20	60	donkergrijs-zwart slib, organisch materiaal, gereduceerd
16	60		zand
17	0	30	slibrijk zand, gley, organisch materiaal, grijs-zwart
17	30	40	slib, donkerbruin tot grijs-zwart, gereduceerd
17	40	50	slib, donkerbruin tot grijs-zwart, gereduceerd, korrelig
18	0	30	bruin korrelslib met organisch materiaal
18	30	60	bruin korrelslib met organisch materiaal, gley, minder korrelig
18	60	90	bruin slib met gley, organisch materiaal
18	90	90	laagje bruin grof zand met schelpfragmenten en gley
18	90		grijs slib, elastisch, gereduceerd
19	0	25	bruine tot grijze klei, organisch materiaal, gley
19	25	70	donkergrijze tot zwarte klei, gereduceerd, organisch materiaal
19	70	80	grof zand, grijs, schelpfragmenten
19	80		grof zand, grijs, gereduceerd
20	0	60	bruine klei, organisch materiaal en gleyverschijnselen
20	60		grijs-zwarte klei, gereduceerd
21	0	20	bruine klei met kleine zandfractie, kruimelig, organisch materiaal
21	20	30	bruine klei met kleine zandfractie, kruimelig, organisch materiaal, gleyverschijnselen
21	30	70	bruine klei, gley, lichte zandfractie, beetje organisch materiaal
21	70	130	klei, grijs-zwart, met bandjes organisch materiaal (zwart, zwarter naar beneden toe) afgewisseld met klei
21	130		zwarte klei, gereduceerd, grijs
22	0	30	bruine klei, kruimelig, organisch materiaal
22	30	70	bruine klei, gleyverschijnselen, organisch materiaal
22	70		grijs-zwarte klei, gereduceerd, zwarte vlekjes; lager af en toe grijze laagjes, kleilig
23	0	30	donkergrijs, slap, waterverzadigd slib
23	30	60	originele bodem, bruine, kruimelige klei met organisch materiaal (veraard veen?)
23	60	90	zwarte klei, grijs
23	60	60	steenresten (rode baksteen)
23	90	120	laagjes klei en zand, beige tot oker, met laagjes ijzer, overwegend klei
24	0	10	slib (afgezet), bruin-zwart
24	10	40	zwart-bruine, kruimelige klei met organisch materiaal
24	40	70	grijze klei, gley
24	70	130	zand met kleilaagjes en ijzerlaagjes, gley, gelaagd, beige
24	130		gereduceerd zand
25	0	5	slib (afgezet), donkerbruin
25	5	30	grijs zand met hoge slibfractie, gley, organische stof
25	30	60	blauwgrijs zand, gereduceerd
25	60	104	beige tot oker zand
26	0	15	afgezet grijsbruin slib
26	15	40	donkerbruine, kruimelige klei met zandfractie en organisch materiaal
26	40	70	bruine klei met beige tot okerkleurige vlekken met hoge zandfractie, licht kruimelig, gleyverschijnselen
26	70	100	donkergrijze, zware harde klei

Nr	Begrenzing (cm)		Beschrijving
	Boven	Onder	
26	100		gereduceerd, grofkorrelig zand met laagjes klei, ook zwarte laagjes ertussen
27	0	20	afgezet slib, waterverzadigd en slap
27	20	30	organisch materiaal, veen, voormalige strooisellaag
27	30	70	egaal grijze klei met kleie bruine vlekjes (roest?)
27	70	100	beige tot grijze klei met roestvlekken
27	100	120	zandlaagjes met kleilaagjes ertussen, blauwgrijs tot beige met ijzerlaagjes
28	0	20	slib, organisch materiaal, klevend, donkergrijs
28	20	30	vastere klei, organisch materiaal, donkergrijs
28	30	80	zand, donkergrijs-bruin
28	80		donkergrijs tot zwart, gereduceerd, zware klei; lager nog zand met schelpfragmenten
29	0	15	bruin-grijs slib, organisch materiaal
29	15	40	klei, organisch materiaal, zwarte vlekken, plakkerig, worst
29	40	50	harde klei, organisch materiaal, beige, grijze-zwarte laagjes, brekende worst
29	50	70	laag met steengruis en artefacten, zwarte klei
29	70	100	zandleem, beige-okerkleurig, brekende worst, steengruis (90 cm)
29	100	120	zandlemig (brekende worst), beige-grijs + koperkleurig
29	120	125	veenlaagje
29	125		bruin-grijs, kruimelig, veraard veen
30	0	15	slap slib, organisch materiaal, bruin
30	15	50	bruin-grijze klei, organisch materiaal, stevig, nat
30	50		zwarte klei, organisch materiaal, waterverzadigde klei
31	0	15	klei, gleyverschijnselen, lichtkruimelig, organisch materiaal, bruin-grijs, veel gley en roestvlekken
31	15	50	bruine klei, slap/nat, organisch materiaal, plastisch
31	50	70	zwarte klei, organisch materiaal
31	70		zwarte klei, plakkerig, zandfractie, organisch materiaal (minder), oliegeur
32	0	3	slap slib, zwart (gereduceerd?), Vaucheria
32	3	15	bruin, slap, plastisch slib, gleyverschijnselen
32	15	50	donkergrijze-zwarte klei, gereduceerd, vast
32	50		grijs tot zwart, vrij vast, zand met slibfractie, oliegeur
33	0	20	bruine, kruimelige klei
33	20	50	bruine klei, organisch materiaal
33	50	70	donkergrijze klei, organisch materiaal, gleyverschijnselen
33	70	150	zwarte-grijze klei, gereduceerd; op 100 cm petroleumgeur
33	150	175	plastische klei, grijs met groene schijn
34	0	45	bruine, kruimelige klei, organisch materiaal
34	45	60	bruin-grijze klei, korrelig, organisch materiaal
34	60	80	kleilig materiaal met hoge zandfractie, afwisselend bruin, grijs, beige, organisch materiaal
34	80	130	zwarte-grijze klei, gereduceerd; 100-120: petroleumgeur
34	130	163	zware klei, vast, grijs met zwarte vlekjes
35	0	40	bruine klei, kruimelig, organisch materiaal
35	40	50	bruine klei, vast, organisch materiaal
35	50	80	donkergrijze klei, gereduceerd, vast, organisch materiaal
35	80	100	donkergrijze tot zwarte klei, vast, beetje organisch materiaal
35	100	110	donkergrijze tot zwarte klei, vast, beetje organisch materiaal, kruimelige laag
35	110	150	zand met kleifractie, plakkerig, organisch materiaal; gelaagd bruin-grijs-zwart
35	150	186	donkergrijze klei, vast, organisch materiaal, zwarte vlekjes
36	0	40	bruine, kleverige klei, organisch materiaal, bovenaan licht korrelig
36	40	90	donkergrijs, kleverig, klei, organisch materiaal
36	90	140	donkergrijs tot zwart, vaste klei, gereduceerd

Nr	Begrenzing (cm)		Beschrijving
	Boven	Onder	
36	140	165	zeer harde, donkergrijze klei, zwarte vlekjes
37	0	20	bruine, kruimelige klei, toplaag met organisch materiaal
37	20	50	bruine, nattere en plakkerige klei, organisch materiaal
37	50	100	donkergrijze klei, organisch materiaal, gereduceerd
37	100	130	zwarte klei, plakkerig
37	130	158	zwarte klei, vast, zwarte vlekjes, donkergrijs met groene schijn
38	0	40	bruine, korrelige klei, organisch materiaal, vochtig
38	40	70	beige, grof zand, vochtig tot nat
38	70	180	grof zand, gereduceerd, grijs
38	180		zwart slib met zandfractie; oliegeur
39	0	40	bruine klei, organisch materiaal, vochtig, licht kruimelig, lemig
39	40	70	grijze klei, gereduceerd, organisch materiaal
39	70	130	grijze vastere klei, organisch materiaal, laagjes zwart organisch materiaal
40	0	30	bruine klei, organisch materiaal, vochtig, vast
40	30	80	grijze tot zwarte klei, organisch materiaal, zwarte lagen, beetje gley, nat, vrij slap
40	80		zeer slappe, zwarte, plakkerige, natte klei, gereduceerd, vanaf 110 cm oliegeur
41	0	35	bruine klei, kruimelig, lemig, organisch materiaal
41	35	60	grijze klei, organisch materiaal, bruine laagjes, +/-gereduceerd
41	60	90	lemige laag, vast, bruin-zwarte laagjes, grijze klei, nat, vrij vast, gereduceerd
41	90	110	vaste, grijze klei, organisch materiaal
41	110		vaste, plastische klei, grijs, zwarte laagjes, organisch materiaal
42	0	30	klei + organisch materiaal + veel gley, zwarte laagjes, nat, vrij slap
42	30	60	gereduceerd, klei + veel organisch materiaal, grijs, slap, nat
42	60	100	zwarte tot grijze klei, organisch materiaal, vast, zwarte laagjes
42	100	120	lemige laag, vast, bruinzwarte laagjes + grijze klei, nat, vrij vast, gereduceerd
42	120		grijs, zwarter wordend naar onder, plastische klei, nat, vrij slap + organisch materiaal (zwart)
43	0	25	bruine klei + organisch materiaal
43	25	50	donkerbruine tot zwarte klei
43	50	170	zwarte, gereduceerde klei + veel organisch materiaal
44	0	25	bruin
44	25	50	beige
44	50	90	grijs
44	90	190	continue gereduceerd, zwart, zandbanden
45	0	30	lichtbruin, sporen van stratificatie, rietwortels
45	30	70	granulaire structuur, rietwortels
45	70	120	grijs
45	120	170	anthraciet grijs; kleine witte, blinkende korreltjes (pyriet?)
46	0	55	bruin, kruimelig
46	55	80	grijs, klei + organisch materiaal in laagjes
46	80	150	anthracietgrijs, witte schelpjes, klei + organisch materiaal, in laagjes
47	0	40	lichtbruin, roestvlekkken
47	40	80	grijs
47	80	160	anthracietgrijs
47	160	170	anthracietgrijs + wortelknollen van zeebies
48	0	20	bruin, kruimelig, klei + organisch materiaal
48	20	70	bruine klei + gleyverschijnselen + organisch materiaal + schelpfragmenten
48	70	170	grijze klei + schelpfragmenten, gereduceerd, stevig

Nr	Begrenzing (cm)		Beschrijving
	Boven	Onder	
48	170		grijze klei + schelpfragmenten, gereduceerd, stevig, waterverzadigd
49	0	20	kruimelig, organisch materiaal + bruine klei
49	20	70	bruine klei, vochtig + organisch materiaal; vanaf 50 cm water; op 60 cm rietrhizomen; geen duidelijke gleyverschijnselen
49	70	130	gereduceerde, natte klei, organisch materiaal, grijs tot blauw
49	130	160	natte klei, grijs tot zwart, minder organisch materiaal, oliegeur
49	160	190	grijze, gereduceerde klei, organisch materiaal
50	0	30	bruine, kruimelige klei, organisch materiaal
50	30	70	veel organisch materiaal, bruine klei, geen duidelijke gleyverschijnselen, op 60 cm wortelstokken van riet, nat vrij vast
50	70	110	grijze klei, veel organisch materiaal, gereduceerd
50	110	140	grijze tot zwarte klei, organisch materiaal, oliegeur, gereduceerd, nat en minder vast
50	140		vaste klei, grijs/zwarte stipjes, beetje schelpjes, beetje organisch materiaal, nat
51	0	30	bruin, kruimelige klei, organisch materiaal
51	30	70	bruine klei, vochtig, geen duidelijke gleyverschijnselen, op 30 cm water
51	70	110	natte klei, zandlaagjes + sliblaagjes (donker -> oker), gleyverschijnselen, organisch materiaal, slappe laag
51	110	120	donkergrijs/zwart, gereduceerde klei, organisch materiaal
51	120		donkergrijs/zwart, zwarte stipjes, weinig tot geen organisch materiaal
52	0	20	bruine klei, organisch materiaal
52	20	40	bruine klei, organisch materiaal, gleyverschijnselen, vochtig, op 40 cm wortelstokken riet
52	40	120	grijze klei, gereduceerd, organisch materiaal afnemend naar beneden, vast
52	120		grijze klei, beetje dood organisch materiaal, meer schelpjes
68	0	5	bruine klei, kruimelig, met organisch materiaal
68	5	75	bruine klei, vochtig met levende wortels, her en der zwarte vlekjes, schelprestanten, geen gley te zien; op 50 cm: 'tak'
68	75	100	bruine tot grijze, natte klei met organisch materiaal, vrij slap
68	100	160	donkergrijze, vaste klei met zwarte puntjes, met schelprestjes, gereduceerd
68	160	190	zand met slibfractie, donkergrijs, vrij vast, gelaagd, ook laagjes zwart organisch materiaal
69	0	45	bruine, vrij slappe klei, nat, met organisch materiaal en wortels, schelpjes
69	45	45	laagje organisch materiaal, geen gley
69	45	90	donkergrijze klei, vrij slap, nat, met organisch materiaal, gereduceerd, op 90 cm roest
69	90	120	donkergrijze, vaste klei met zwarte puntjes met schelprestjes
69	120	150	zand met hoge slibfractie, donkergrijs, vast, gelaagd, ook laagjes zwart organisch materiaal
70	0	20	bruine klei met organisch materiaal, kruimelig (regenwormen), levende wortels, geen gley
70	20	50	bruine, vaste klei met organisch materiaal, levende wortels, geen gley
70	50	100	donkergrijze, vaste klei, vochtig tot nat, met organisch materiaal en zwarte vlekjes, gereduceerd
70	100	180	donkergrijze vaste klei, met kleine zwarte vlekjes en schelpfragmenten
70	180	190	klei met hoge zandfractie (of omgekeerd), grijs, gelaagd met laagjes zwart organisch materiaal
71	0	20	bruine klei met organisch materiaal en levende wortels, licht kruimelig, schelpjes
71	20	45	bruine klei met organisch materiaal en schelpjes, geen duidelijke gley, op 40 cm: zandlaagje
71	45	100	donkergrijze tot zwarte klei, vrij vast, nat, veel organisch materiaal, klein beetje witte puntjes (schelpjes)
71	100	130	vaste, donkergrijze klei met zwart organisch materiaal en schelpjes
71	130	150	vaste, grijze klei met groen laagje of vlekken, schelpjes
72	0	20	bruine klei met organisch materiaal en levende wortels, licht kruimelig
72	20	50	bruine klei met organisch materiaal en levende wortels, geen duidelijke gleyverschijnselen, tussen 40-50 cm wortelstokken van riet
72	50	80	donkergrijze, vrij vaste klei met zwart organisch materiaal

Nr	Begrenzing (cm)		Beschrijving
	Boven	Onder	
72	80	130	donkergrijze vaste klei met zwart organisch materiaal, naar onder toe met klei vlekjes, erboven groen, met schelpjes
72	130	160	grijze vaste klei, met groene laagjes of vlekken, met schelpjes, ook zwarte puntjes, vrij matuur
73	0	50	zand, geoxideerd, roestbruin; bruingrijs afgewisseld met roestbruine lagen
73	50	75	overgang geoxideerd naar gereduceerd, zand, grijzer, geen roestbruine vlekken
73	75	125	gereduceerd zand
73	125		gereduceerd zand, stijgende kleifraction met diepte, iets kleverig
78	0	38	bruin + roest, kleilig + wortels, zwart + roestvlekken
78	38	58	gereduceerde horizont, zwarte, plakkerige klei + veel organisch materiaal
78	58		zandig moedermateriaal
79	0	30	klei, bruin, wortels
79	30	60	bruingrijs, klei, organisch materiaal, oude wortels, biezeknollen
79	60	160	zwarte klei, organisch materiaal
79	160		onrijpe bodem, geen materiaal naar boven te krijgen
80	0	50	korreilig, wortels, zandleem, bruinig
80	50	85	donkerbruin, zandlemig, klei, geen of minder korrels
80	85	100	bruin, klei naar overgang gereduceerd
80	100		grijsbruine klei, gereduceerd
81	0	30	bruin, zandig, wortels + rode oxidatieplekken
81	30	50	gereduceerd, bruingrijs, worst die breekt, oude wortels
81	50	200	zwart, plakkerig, gereduceerd, worst die niet breekt, kleilig, organisch materiaal, geen wortels
82	0	15	bruine slappe klei met veel organisch materiaal, veel fijne wortels
82	15	30	grijsbruin tot zwart, klei met veel organisch materiaal, ook levende wortels
82	30	50	zwarte, vrij slappe klei met dood organisch materiaal (oa. wortels), volledig gereduceerd
82	50	100	zwarte klei, met organisch materiaal (geen wortels), vrij slap
82	100		zeer amorfe, natte zwarte klei
83	0	25	bruine klei, organisch materiaal, veel fijne (levende) wortels, roestverschijnselen
83	25	110	grijze, vaste klei, organisch materiaal (zwart), weinig levende wortels (op 60 cm rietwortels), gradiënt naar natter
83	110	130	donkergrijs-zwarte zandige klei, organisch materiaal (zwart)
83	130	150	grijze vaste klei, organisch materiaal
83	150		grijsgroene vaste klei, weinig organisch materiaal
84	0	35	bruine klei, organisch materiaal, wortels, gleyverschijnselen, onderaan gereduceerde vlekken, bovenaan kruimelig
84	35	70	grijsbruin, veel organisch materiaal (dood, zwart), vrij slap
84	70	110	gereduceerd, donkergrijs, vrij vast, organisch materiaal (zwart)
84	110	125	zand afgewisseld met grijze klei met vlekjes zwart organisch materiaal
84	125	201	grijsgroene vaste klei, organisch materiaal
85	0	10	beige, slap slib, nat, geoxideerd
85	10	40	grijze klei, organisch materiaal (zwart), levende wortels
85	40	90	grijze vaste klei met organisch materiaal (zwart)
85	90	199	vaste klei met zwarte vlekjes, gelaagd (voormalig slik)
86	0	30	bruine klei, kruimelig met organisch materiaal en levende wortels
86	30	50	bruin tot grijze klei, minder kruimelig, vast met organisch materiaal en levende wortels
86	50	80	bruingrijze klei met veel organisch materiaal en gley, veel dode wortels
86	80	130	grijze, gereduceerde klei met grote zwarte vlekken, zeer slap, waterverzadigd, moeilijk op te boren
86	130	165	vaste donkergrijze klei met kleine zwarte vlekjes en beetje schelpjes

Nr	Begrenzing (cm)		Beschrijving
	Boven	Onder	
86	165		vaste blauwgrijze klei met veel schelpjes, her en der een beetje organisch materiaal
87	0	30	bruine klei, kruimelig met veel organisch materiaal, wortels (vooral dode)
87	30	55	bruinrijze vaste klei met organisch materiaal
87	55	110	grijze vaste klei, gereduceerd met veel organisch materiaal (zwart), naar onder minder
87	110	140	slappe laag, niet op te boren
87	140	155	vaste donkerrijze klei met zwarte vlekjes
87	155		vaste blauwgrijze klei met schelpjes
88	0	10	donkerbruine, natte, slappe klei met zand en organisch materiaal
88	10	30	eigenaardige horizont! Grof beige zand gemengd met klei, veel organisch materiaal en veel roest
88	30	45	donkerrijze klei met organisch materiaal en gley
88	45	80	donkerrijze vaste klei met organisch materiaal, gereduceerd
88	80	110	slappe, niet op te boren laag
88	110	150	donkerrijze vaste klei met fijn organisch materiaal
88	150		blauwgrijze vaste klei
89	0	25	bruine, vrij vaste klei met organisch materiaal en levende wortels
89	25	40	eigenaardige horizont: laagjes beige zand met bruine klei en veel bruin organisch materiaal
89	40	60	donkerrijze vaste kruimelige klei met veel bruin organisch materiaal
89	60	150	donkerrijze klei, gereduceerd, met veel zwart organisch materiaal, naar beneden toe neemt het af en wordt de klei blauwgrijs
89	150		blauwgrijze klei met zwarte vlekjes organisch materiaal
90	0	5	slib, zeer slap, grijs, waterverzadigd maar geoxideerd
90	5	20	zandig slib, gereduceerd, zwart met veel organisch materiaal, knollen zeebies
90	20	70	slap zwart slib met zandfractie
90	70	130	donkergrijs, vrij vast slib met zandfractie
90	130		slap, niet op te boren
91	0	30	beige-bruin slib, gley, organisch materiaal, wortels, vrij slap
91	30	90	vrij vast, donkergrijs tot zwart slib met veel zwart organisch materiaal, gereduceerd, zeker naar onderen toe
91	90	100	grijs zandlaagje
91	100	150	donkergrijs-zwart, vast slib met beige laagjes, minder organisch materiaal
91	150	175	afwisseld laagjes zand en plastische klei, donkergrijs
92	0	35	beetje strooisel, bruine klei met veel organisch materiaal, geen duidelijke gley, vast en vochtig, met witte worteltjes
92	35	60	donkerrijze, vrij vaste klei met zwart organisch materiaal
92	60	110	donkergrijs, vrij slap slib met kleine vlekjes zwart organisch materiaal, nat met kleine zandfractie
92	110	160	rijze vrij vaste klei met een beetje organisch materiaal, schelpjes
93	0	10	bladstrooisel, bruin slib met veel organisch materiaal, gley
93	10	45	donkergrijs slib gemengd met veel organisch materiaal, soms zwart, nat en slap
93	45	60	beige-grijs, vrij vast slib met een beetje organisch materiaal
93	60	90	grijs slib met zandfractie, homogeen en naar onder zwart wordend met weinig of geen organisch materiaal
93	90		slap, zwart slib niet op te boren
94	0	20	bruine, natte, vrij vaste klei met veel organisch materiaal, regenwormen
94	20	45	rijze, vrij vaste klei met zwart organisch materiaal en wortels, heterogeen
94	45	80	rijze, vaste homogene klei, met organisch materiaal verminderend naar onder
94	80	120	slappe laag, niet op te boren
94	120	140	rijze, vrij slappe klei met zwart organisch materiaal en kleine zandfractie en schelpjes
94	140	190	vaste, rijze, homogene klei met beetje organisch materiaal en schelpjes
95	0	20	bruine klei met veel organisch materiaal en levende wortels, vrij slap, geen duidelijke gley

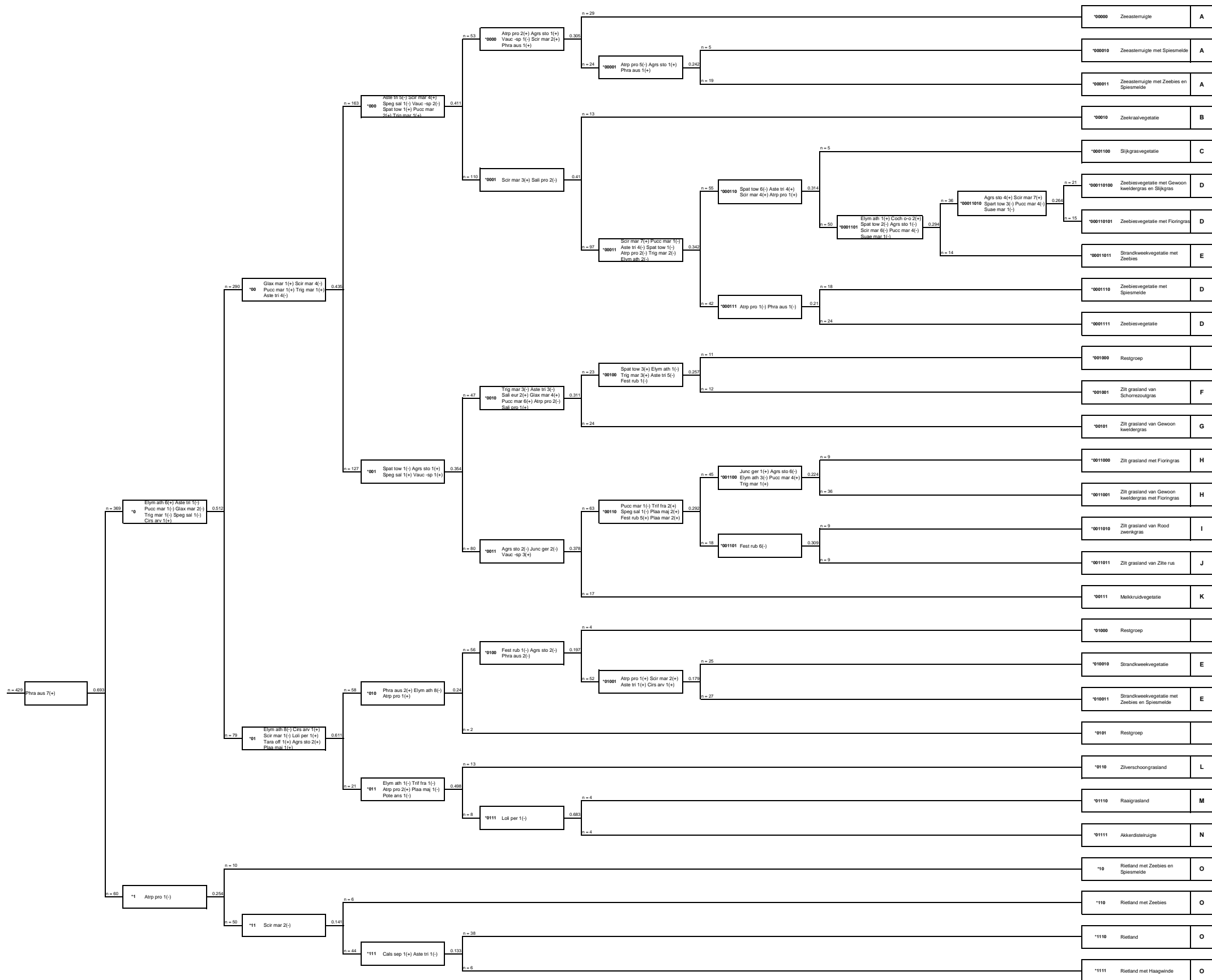
Nr	Begrenzing (cm)		Beschrijving
	Boven	Onder	
95	20	90	grijze, vrij vaste klei met veel zwart organisch materiaal en wortels
95	90	130	slappe, natte laag, niet op te boren, donkergrijs
95	130	180	grijze vaste klei, homogeen, schelpjes
96	0	30	bruine, vrij vaste klei, licht korrelig met organisch materiaal
96	30		slap grijs slib dat niet op te boren is
97	0	20	bruine klei, nat, vrij vast, met veel organisch materiaal, oa. levende wortels, geen duidelijke gley
97	20	40	donkerbruine tot grijze, heterogene klei met veel organisch materiaal, beetje structuur; op 40 cm veel rietwortels
97	40	60	grijze, vrij vaste plakkerige klei met organisch materiaal
97	60	170	grijze, gelaagde klei met veel zwart organisch materiaal
97	170		niet op te boren
98	0	30	bruine, vrij vaste klei, kruimelig, met veel organisch materiaal, levende wortels, gley
98	30	60	grijsbruine, vrij vaste klei met organisch materiaal
98	60	130	grijze, vaste klei met zwart organisch materiaal: op 100 cm oude wortelstokken riet
98	130	150	grijze, vaste klei, homogeen met klein zwart organisch materiaal
98	150		niet op te boren
99	0	60	bruine, vrij kruimelige klei, organisch materiaal
99	60	100	grijze klei, gereduceerd, vrij vast, bruin en zwart organisch materiaal
99	100	145	vrij vaste grijze klei, veel zwart organisch materiaal
99	145	198	vrij vaste grijze klei, zwarte vlekjes organisch materiaal, kleine zandfractie, vanaf 180 cm: kleine schelpfragmenten
100	0	45	bruine klei, organisch materiaal, wortels, wormen, iets kruimelig
100	45	85	grijze, vrij vaste klei, zwart organisch materiaal, gereduceerd, wortels
100	85	170	vrij slappe, grijze klei, veel zwart organisch materiaal
100	170	198	vaste, grijze klei, zwarte vlekjes, witte schelpjes
101	0	60	bruine klei, vrij vast, organisch materiaal, wortels, onderaan roestvlekken, wormen, licht kruimelig
101	60	80	grijze klei, gereduceerd, wortels, grijs organisch materiaal
101	80	140	grijze klei, vrij slap, vrij veel organisch materiaal
101	140	198	vrij vaste klei, grijs met zwarte vlekjes, beetje schelpen; 140-150 cm= overgangslaag
102	0	35	bruine klei, organisch materiaal, wortels, schelpfragmenten, beetje kruimelig
102	35	70	grijze, gereduceerde klei, met zwart en bruin organisch materiaal, wortels, vrij slap
102	70	145	grijze, gereduceerde klei met zwart organisch materiaal, slap
102	145	198	grijze, vrij vaste klei met organisch materiaal en zandlaagjes
103	0	55	bruine klei met organisch materiaal, wortels en schelpjes
103	55	100	grijze klei, zwart en bruin organisch materiaal, vrij slap, gereduceerd, kleine zandfractie
103	100	160	afwisselend klei en zandlaagjes met veel zwart organisch materiaal
103	160	170	grijze, vaste klei, zwarte vlekjes
104	0	8	bruine, slappe klei met organisch materiaal
104	8	50	grijze, slappe klei, gereduceerd, met zwart organisch materiaal
104	50	120	grijze klei, veel zwart organisch materiaal
104	120	158	grijze, homogene, vastere klei met nog zwart organisch materiaal en kleine witte schelpbrokjes (graduele overgang met hogere laag)
105	0	20	bruine, kruimelige klei met bruin organisch materiaal en wortels
105	20	50	bruine, slappere en nattere klei met bruin en zwart organisch materiaal, wortelstokken riet op 50 cm met naar onder to gleyverschijnsel en af en toe zandlaagjes
105	50	190	gereduceerd grof zand (grijs-blauw) met schelpfragmentjes en wortelstok op 90 cm
106	0	55	bruine klei met bruin organisch materiaal en wortels, vrij vast
106	55	110	grijze klei, gereduceerd, met bruin en zwart organisch materiaal (wortels tot 90 cm)

Nr	Begrenzing (cm)		Beschrijving
	Boven	Onder	
106	110	135	grijze, vrij vaste klei met veel zwart organisch materiaal
106	135	180	grijze, vaste, homogene klei met zwarte vlekjes, maar ook zwart organisch materiaal dat afneemt naar onder (vanaf 160 cm enkel zwarte vlekjes)
107	0	50	bruine, vrij vaste klei met bruin organisch materiaal en wortels met slakjes
107	50	70	gereduceerde, grijze, vrij vaste klei met bruin en zwart organisch materiaal en met wortels
107	70	105	grijze, vaste klei met veel zwart en een beetje bruin organisch materiaal, wortels tot 75 cm
107	105	160	grijze, vaste, vanaf 130 cm plastische klei met zwarte puntjes en een beetje schelpfragmenten
108	0	30	bruine, kruimelige klei met levende wortels en bruin organisch materiaal
108	30	70	bruine, vaste klei met bruin organisch materiaal en levende wortels, oa. rietwortels
108	70	100	bruine tot grijze klei, gereduceerd met levende wortels en vnl. bruin organisch materiaal
108	100	180	grijze vaste klei met zwart organisch materiaal
108	180	200	grijze klei met laagjes zwart organisch materiaal, af en toe laagjes zand en wat schelpfragmenten
109	0	30	bruine, vrij vaste klei met bruin organisch materiaal en levende wortels
109	30	90	gereduceerd, bruin tot zwart, slap, waterverzadigd slib met zwart en een beetje bruin organisch materiaal tot ca 70 cm levende wortels
109	90	133	zwart, slap slib met een beetje zwart organisch materiaal (geen duidelijke structuren)
109	133		stenen
110	0	10	slap, bruin slib met organisch materiaal en wortels
110	10	35	donkergrijs tot zwart slap slib met zwart organisch materiaal
110	35	118	slap zwart slib
110	118		stenen
111	0	50	bruine, vrij vaste klei met bruin organisch materiaal en levende wortels, oa. rietwortels
111	50	122	slap, zwart slib met zwart organisch materiaal, naar onderen niet gestructureerd, bovenaan nog wat bruin
111	122		stenen
112	0	30	bruine, vrij vaste klei met bruin organisch materiaal en levende wortels
112	30	70	gereduceerd, vrij slap, zwart tot donkergrijs slib met zwart organisch materiaal
112	70	147	slap, zwart slib
112	147		stenen
113	0	50	bruine, vrij vaste klei, gley, bruin organisch materiaal
113	50	140	gereduceerd naar onder steeds slapper wordend slib, grijsbruin tot zwart

Bijlage 3: Overzicht van het minimum (min), maximum (max), verschil tussen minimum en maximum (Δ) en mediaan (Mdn) van de abiotische omgevingsvariabelen per saliniteitszone. Variabelen met binaire waarden zijn niet weergegeven.

Tabel 6-1: Abiotische omgevingsvariabelen per saliniteitszone

Abiotische variabele	Polyhalien				Mesohalieu				Oligohalieu				Zoet lang				Zoet kort			
	min	max	Δ	Mdn	min	max	Δ	Mdn	min	max	Δ	Mdn	min	max	Δ	Mdn	min	max	Δ	Mdn
OMES	1	4	3	2	6	11	5	9	13	14	1	14	15	16	1	15	17	17	0	17
Afstand tot de monding (km)	0	36,4	36,4	14,7	43,2	77,5	34,3	63,7	96,8	113	16,2	104,5	113	131,6	18,7	121,4	134,5	168,6	34,1	141,1
Overspoelingsfrequentie (%)	0	100	100	44	0	100	100	38	3	100	97	60	16	100	84	55	3	100	97	72,5
Overspoelingsduur klasse					0	3	3	0	0	2	2	0	0	3	3	0	0	4	4	0
Hoogte TAW (m)	2,8	6,8	4	4,7	3,46	8,5	5,1	5,3	4,4	6,8	2,4	5,9	4,5	6,6	2,2	5,7	4,3	6,3	2	5,1
Afstand tot gemiddeld laag water	2,3	6,4	4,1	4,3	3,32	8,3	5	5,2	4,3	6,9	2,6	5,6	3,3	6,3	3,1	5,1	1,4	4,9	3,5	3
Afstand tot gemiddeld laag water Springtij	2,5	6,7	4,1	4,6	3,58	8,6	5	5,4	4,6	7,2	2,6	5,8	3,3	6,5	3,2	5,2	2,2	4,9	2,7	3,3
Afstand tot gemiddeld hoog water	-1,7	2,2	3,9	0,1	-1,71	3,47	5,2	0,2	-1,13	1,5	2,6	0,13	-0,94	1	2	0,19	-0,92	1	1,9	-0,09
Afstand tot gemiddeld hoog water bij Doodtij	-1,2	2,6	3,9	0,5	-1,2	3,97	5,2	0,8	-0,64	2	2,6	0,65	-0,54	1,5	2,1	0,61	-0,6	4,2	4,8	0,86
Afstand tot gemiddeld hoog water bij Springtij	-2,1	1,8	3,9	-0,3	-2,1	3,09	5,2	-0,2	-1,5	1,2	2,7	-0,24	-1,3	0,7	2	-0,13	-1,2	4,2	5,3	0,28
Afstand tot Uiterst hoog water	-2,9	0,9	3,8	-1,1	-3	2,18	5,2	-1,1	-2,4	0,23	2,6	-1,1	-2,3	-0,2	2,1	-1,1	-2,3	-0,36	1,9	-1,5
Afstand tot de Schorrand	8,6	227,8	219,2	74,5	0	648,4	648,4	66,4	0,23	204,3	204,1	55,5	0,46	277,3	276,8	43,7	0,04	162,7	162,7	36,5
Afstand tot meest nabije kreek	0,6	143,1	142,5	9,1	0,2	198,5	198,3	11,9	0,2	198,5	198,3	12,7	1,7	180,5	178,8	11,1	1,1	34,2	33	9,5



Figuur 6-1: Resultaten van de TWINSpan-analyse van de vegetatieopnames uit de brakwaterzone. De letter in de rechtse kolom correspondeert met letter bij de beschrijvingen.

Bijlage 4: Overzicht van de typologie verkregen op basis van de TWINSPAN analyses.

Brakwaterschorren

Een dendrogram met de resultaten van de TWINSPAN-analyse is gegeven in Figuur 6-1. In totaal zijn 29 TWINSPAN-groepen onderscheiden waaronder 3 restgroepen die verder buiten beschouwing zijn gelaten. De resterende 26 TWINSPAN-groepen zijn gebundeld tot 15 vegetatietypes.

a) Zeeastervegetatie

<i>Floristische samenstelling</i>	Onder de Zeeastervegetaties kunnen 3 subtypes worden onderscheiden. Enerzijds kan Zeeaster (<i>Aster tripolium</i>) als pionier of kolonisorator voorkomen waarbij Nopjeswier (<i>Vaucheria sp.</i>) veelal dichte matten vormt. De bedekking van Nopjeswier daalt evenwel sterk als de kruidlaag zich sluit en hoog uitgroeit (subtype *00000). Het tweede subtype (*000010) wordt eveneens door Zeeaster gedomineerd maar met codominantie van Spiesmelde (<i>Atriplex prostrata</i>). Zowel Zeebies (<i>Scirpus maritimus</i>), Fioringras (<i>Agrostis stolonifera</i>), Spiesmelde als Riet (<i>Phragmites australis</i>) zijn begeleidende soorten in subtype (*000011). Al deze soorten komen later in de successieserie op een brakwaterschor voor en doen vermoeden dat dit subtype slechts zeer kortstondig aanwezig is. Zeeaster is in staat om ook kale zones die hoger in het getijdenster liggen snel te koloniseren maar wordt er vrij snel weggeconcurrerd (Speybroeck et al., 2011).
<i>Syntaxonomie</i>	RG <i>Aster tripolium</i> -[<i>Puccinellion maritimae</i>]
<i>Aantal opnames</i>	29 (*00000), 5 (*000010), 19 (*000011)
<i>Geografische spreiding</i>	Appelzak, Ketenissepolder, Paardeschor, Schor van Ouden Doel, Verdrongen land van Saeftinghe
<i>TWINSPAN-groep</i>	*00000, *000010, *000011
<i>Salt08</i>	Ba

b) Zeekraalvegetatie

<i>Floristische samenstelling</i>	Open pioniersvegetatie met Langarige zeekraal (<i>Salicornia procumbens</i>) en Kleine schorrenkruid (<i>Suaeda maritima</i>) als kenmerkende soorten. Ook Zeeaster (<i>Aster tripolium</i>) is een constante maar vooral laagbedekkende soort binnen deze gemeenschap. Engels slijkgras (<i>Spartina townsendii</i>) kan dergelijke vegetaties invaderen en gaan overheersen.
<i>Syntaxonomie</i>	<i>Thero-Salicornion</i> (<i>Salicornietum dolichostachyae</i>)
<i>Aantal opnames</i>	13
<i>Geografische spreiding</i>	Verdrongen land van Saeftinghe
<i>TWINSPAN-groep</i>	*00010
<i>Salt08</i>	Qq0p, Qqp, Qu, Qu0,

c) Slijkgrasvegetatie

<i>Floristische samenstelling</i>	Dergelijke pioniersvegetaties worden door het naamgevende Engels slijkgras (<i>Spartina townsendii</i>) gedomineerd. Nopjeswier (<i>Vaucheria sp.</i>) treedt op als constante maar laagbedekkende begeleider, net als Zeebies (<i>Scirpus maritimus</i>) en Zeeaster (<i>Aster tripolium</i>).
<i>Syntaxonomie</i>	<i>Spartinetum townsendii</i>
<i>Aantal opnames</i>	5
<i>Geografische spreiding</i>	Galgenschoor, Groot Buitenschoor, Schor Liefkenshoek, Verdrongen Land van Saeftinghe
<i>TWINSpan-groep</i>	*0001100
<i>Salt08</i>	Bs3, Bs5 (Ss3, Ss5)

d) Zeebiesvegetaties

<i>Floristische samenstelling</i>	Soortenarme en vrij hoge pioniersgemeenschap die kaal slik kan koloniseren en die door Zeebies (<i>Scirpus maritimus</i>) wordt gedomineerd en waar Zeeaster (<i>Aster tripolium</i>) als constante begeleidende soort optreedt. Een viertal subtypes kunnen worden onderscheiden. Subtype (*0001111) omvat de zuivere vorm waarin naast Zeeaster weinig andere soorten voorkomen. Spiesmelde (<i>Atriplex prostrata</i>) is beduidend meer aanwezig in Zeebiesvegetaties die iets hoger zijn gelegen en de overgang vormen naar andere vegetaties (Strandkweek- of Rietvegetaties) (subtype *0001110). In subtype (*000110101) domineert Zeebies nog steeds maar het aandeel Zeeaster is hoger en vooral Fioringras (<i>Agrostis stolonifera</i>) is frappant aanwezig en weeft zich tussen de Zeebies. Subtype (*000110100) kan beschouwd worden als een zoutere variant die vooral in de Westerschelde wordt aangetroffen en waar Zeeaster als codominant optreedt met een hoger aandeel van Gewoon kweldergras (<i>Puccinellia maritima</i>) en Engels slijkgras (<i>Spartina townsendii</i>).
<i>Syntaxonomie</i>	RG <i>Scirpus maritimus</i> - [<i>Asteretea tripolii</i>]
<i>Aantal opnames</i>	21 (*000110100), 15 (*000110101), 18 (*0001110), 24 (*0001111)
<i>Geografische spreiding</i>	Groot Buitenschoor, Ketenissepolder, Paardeschor, Platen van Valkenisse, Schor van Bath, Schor van Waarde, Sieperdaschor, Verdrongen Land van Saeftinghe
<i>TWINSpan-groep</i>	*000110100, *000110101, *0001110, *0001111
<i>Salt08</i>	Bi3, Bi5

e) Strandkweekvegetaties

<i>Floristische samenstelling</i>	Strandkweek (<i>Elymus athericus</i>) domineert deze soortenarme en gesloten plantengemeenschap waarbij Zeebies (<i>Scirpus maritimus</i>) als constante maar laagbedekkende begeleider optreedt. Andere begeleidende soorten zijn Spiesmelde (<i>Atriplex prostrata</i>) en Echt lepelblad (<i>Cochlearia officinalis</i>), zij het iets minder frequent. Het subtype (*010010) omvat de zuivere soortenarme variant, terwijl het subtype (*010011) op de overgang staat naar Zeebiesvegetaties en
-----------------------------------	---

	bijgevolg meer Zeebies, Spijesmelde en Echt lepelblad bevat. In licht begraasde Strandkweekvegetaties duikt meer Fioringras (<i>Agrostis stolonifera</i>) op, deze ressorteren onder subtype (*00011011).
<i>Syntaxonomie</i>	<i>Atriplici- Elytrigietum pungentis</i>
<i>Aantal opnames</i>	14 (*00011011), 25 (*010010), 27 (*010011)
<i>Geografische spreiding</i>	Appelzak, Groot Buitenschoor, Ketenissepolder, Schor van Bath, Schor van Ouden Doel, Schor van Waarde, Sieperdaschor, Verdronken Land van Saeftinghe
<i>TWINSpan-groep</i>	*00011011, *010010, *010011
<i>Salt08</i>	By3, By5

f) Zilt grasland van Schorrenzoutgras

<i>Floristische samenstelling</i>	Kenmerkend voor deze vegetatie is de dominantie van Schorrenzoutgras (<i>Triglochin maritima</i>) al kan Gewoon kweldergras (<i>Puccinellia maritima</i>) codomineren. Ook Engels slijkgras (<i>Spartina townsendii</i>) kan er hoge bedekkingen bereiken. Overige kenmerkende begeleidende soorten zijn Zeeaster (<i>Aster tripolium</i>) en Spijesmelde (<i>Atriplex prostrata</i>).
<i>Syntaxonomie</i>	RG <i>Triglochin maritima</i> -[<i>Asteretea tripolii</i>]
<i>Aantal opnames</i>	12
<i>Geografische spreiding</i>	Schor van Bath, Schor van Waarde, Verdronken Land van Saeftinghe
<i>TWINSpan-groep</i>	*001001
<i>Salt08</i>	Bt

g) Zilt grasland van Gewoon kweldergras

<i>Floristische samenstelling</i>	Gewoon kweldergras (<i>Puccinellia maritima</i>) is de dominerende soort al treedt Melkkruid geregeld op als codominant. Ook Engels slijkgras (<i>Spartina townsendii</i>) en Langarige zeekraal (<i>Salicornia procumbens</i>) kunnen er hoge bedekkingen bereiken, zij het met een lagere presentie. Overige kenmerkende soorten zijn Zeeaster (<i>Aster tripolium</i>), Kortarige zeekraal (<i>Salicornia europaea</i>), Zeeweegbree (<i>Plantago maritima</i>) en Gerande schijnspurrie (<i>Spergularia media subsp. angustata</i>).
<i>Syntaxonomie</i>	<i>Puccinellietum maritimae typicum</i>
<i>Aantal opnames</i>	24
<i>Geografische spreiding</i>	Schor van Bath, Schor van Waarde, Sieperdaschor, Verdronken Land van Saeftinghe
<i>TWINSpan-groep</i>	*00101
<i>Salt08</i>	Pp

h) Zilt grasland van Gewoon kweldergras met Fioringras

<i>Floristische samenstelling</i>	Vrij soortenrijke en lage vegetatie die gedomineerd wordt door Gewoon kweldergras (<i>Puccinellia maritima</i>) met een kenmerkend hoog aandeel van Fioringras (<i>Agrostis stolonifera</i>). Ook Zilte rus (<i>Juncus gerardi</i>) en Melkkruid (<i>Glaux maritima</i>) kunnen hogere bedekkingen bereiken, net als Rood zwenkgras (<i>Festuca rubra</i>) maar deze met een lagere presentie. Andere kenmerkende begeleidende soorten zijn Zeeaster (<i>Aster tripolium</i>), Schorrenzoutgras (<i>Triglochin maritima</i>), Zilte schijnspurrie (<i>Spergularia marina</i>), Kortarige zeekraal (<i>Salicornia europaea</i>) en Strandkweek (<i>Elymus athericus</i>). Het aandeel van deze laatste is hoger in het subtype (*0011000). Enkel onder begrazing kan het type zich handhaven. Het komt vooral voor op de hogere schorren in het meer stroomopwaartse deel van de mesohaliene zone.
<i>Syntaxonomie</i>	<i>Puccinellietum maritimae agrostietosum</i>
<i>Aantal opnames</i>	9 (*0011000), 36 (*0011001)
<i>Geografische spreiding</i>	Galgenschoor, Groot Buitenschoor, Schor van Ouden Doel, Schor van Waarde, Sieperdaschor, Verdrongen Land van Saeftinghe
<i>TWINSpan-groep</i>	*0011000, *0011001
<i>Salt08</i>	P--b, Pp-b, Bg

i) Zilt grasland van Rood zwenkgras

<i>Floristische samenstelling</i>	Rood zwenkgras (<i>Festuca rubra</i>) domineert deze vrij soortenrijke vegetatie. Naast deze kunnen Zilte rus (<i>Juncus gerardi</i>) en Grote weegbree (<i>Plantago major</i>) prominent aanwezig zijn. Overige constante begeleidende soorten zijn Melkkruid (<i>Glaux maritima</i>), Zeeaster (<i>Aster tripolium</i>), Strandkweek (<i>Elymus athericus</i>) en Gewoon kweldergras (<i>Puccinellia maritima</i>), zij het laagbedekkend.
<i>Syntaxonomie</i>	<i>Armerio-Festucetum litoralis</i>
<i>Aantal opnames</i>	9
<i>Geografische spreiding</i>	Galgenschoor, Schor van Ouden Doel, Verdrongen Land van Saeftinghe
<i>TWINSpan-groep</i>	*0011010
<i>Salt08</i>	Jf

j) Zilt grasland van Zilte rus

<i>Floristische samenstelling</i>	Lage en soortenrijkere vegetatie met Zilte rus (<i>Juncus gerardi</i>) als uitgesproken dominante soort. Kenmerkende en constante begeleidende soorten zijn in dalend aandeel Fioringras (<i>Agrostis stolonifera</i>), Aardbeiklaver (<i>Trifolium fragiferum</i>), Melkkruid (<i>Glaux maritima</i>) en Grote weegbree (<i>Plantago major</i>). Eveneens vaak voorkomend zijn Spiesmelde (<i>Atriplex prostrata</i>), Gerande schijnspurrie (<i>Spergularia media subsp. angustata</i>) en Strandkweek (<i>Elymus athericus</i>).
-----------------------------------	---

<i>Syntaxonomie</i>	<i>Juncetum gerardi</i>
<i>Aantal opnames</i>	9
<i>Geografische spreiding</i>	Sieperdaschor, Verdrongen Land van Saeftinghe
<i>TWINSpan-groep</i>	*0011011
<i>Salt08</i>	Bj

k) Melkkruidvegetatie

<i>Floristische samenstelling</i>	Pioniersvegetatie met Melkkruid (<i>Glaux maritima</i>) als dominante soort. Maar ook Nopjeswier (<i>Vaucheria sp.</i>) kent er een hoge bedekking. Zilte schijnspurrie (<i>Spergularia salina</i>) is een constante maar laag bedekkende begeleider net als Zeeaster (<i>Aster tripolium</i>).
<i>Syntaxonomie</i>	RG <i>Agrostis stolonifera</i> - <i>Glaux maritima</i> -[<i>Asteretea tripolii</i>]
<i>Aantal opnames</i>	17
<i>Geografische spreiding</i>	Galgenschoor, Ketenissepolder, Paardeschor, Schor van Ouden Doel
<i>TWINSpan-groep</i>	*00111
<i>Salt08</i>	Jex

l) Zilverschoongrasland

<i>Floristische samenstelling</i>	Vrij heterogene graslanden met Engels raaigras (<i>Lolium perenne</i>), Fioringras (<i>Agrostis stolonifera</i>), Kweek (<i>Elymus repens</i>), Strandkweek (<i>E. athericus</i>) en Rood zwenkgras (<i>Festuca rubra</i>) als aspectbepalende soorten. Aardbeiklaver (<i>Trifolium fragiferum</i>), Grote weegbree (<i>Plantago major</i>) en Zilverschoon (<i>Potentilla anserina</i>) zijn kenmerkende begeleidende soorten.
<i>Syntaxonomie</i>	<i>Lolio-Potentillion anserinae</i>
<i>Aantal opnames</i>	13
<i>Geografische spreiding</i>	Schor van Waarde, Sieperdaschor, Verdrongen Land van Saeftinghe
<i>TWINSpan-groep</i>	*0110
<i>Salt08</i>	Bg, Bpg

m) Raaigrasland

<i>Floristische samenstelling</i>	Heterogeen graslandtype met Engels raaigras (<i>Lolium perenne</i>) als aspectbepalende soort. Daarnaast komen nog andere soorten voor van voedselrijke graslanden zoals Paardenbloem (<i>Taraxacum sp.</i>) en Witte klaver (<i>Trifolium repens</i>), net als storingsindicatoren zoals Varkensgras
-----------------------------------	---

	(<i>Polygonum aviculare</i>), Akkerdistel (<i>Cirsium arvense</i>) en Kleine brandnetel (<i>Urtica urens</i>).
Syntaxonomie	RG <i>Poa trivialis</i> - <i>Lolium perenne</i> -[<i>Plantaginetea majoris</i> / <i>Cynosurion cristati</i>]
Aantal opnames	4
Geografische spreiding	Verdronken Land van Saeftinghe
TWINSpan-groep	*01110
Salt08	Rgv

n) Akkerdistelruigte

Floristische samenstelling	Soortenarme ruigte gedomineerd door Akkerdistel (<i>Cirsium arvense</i>) met een hoog aandeel Kweek (<i>Elymus repens</i>).
Syntaxonomie	RG <i>Cirsium arvense</i> -[<i>Artemisieteae vulgaris</i>]
Aantal opnames	4
Geografische spreiding	Verdronken Land van Saeftinghe
TWINSpan-groep	*01111
Salt08	Rrc

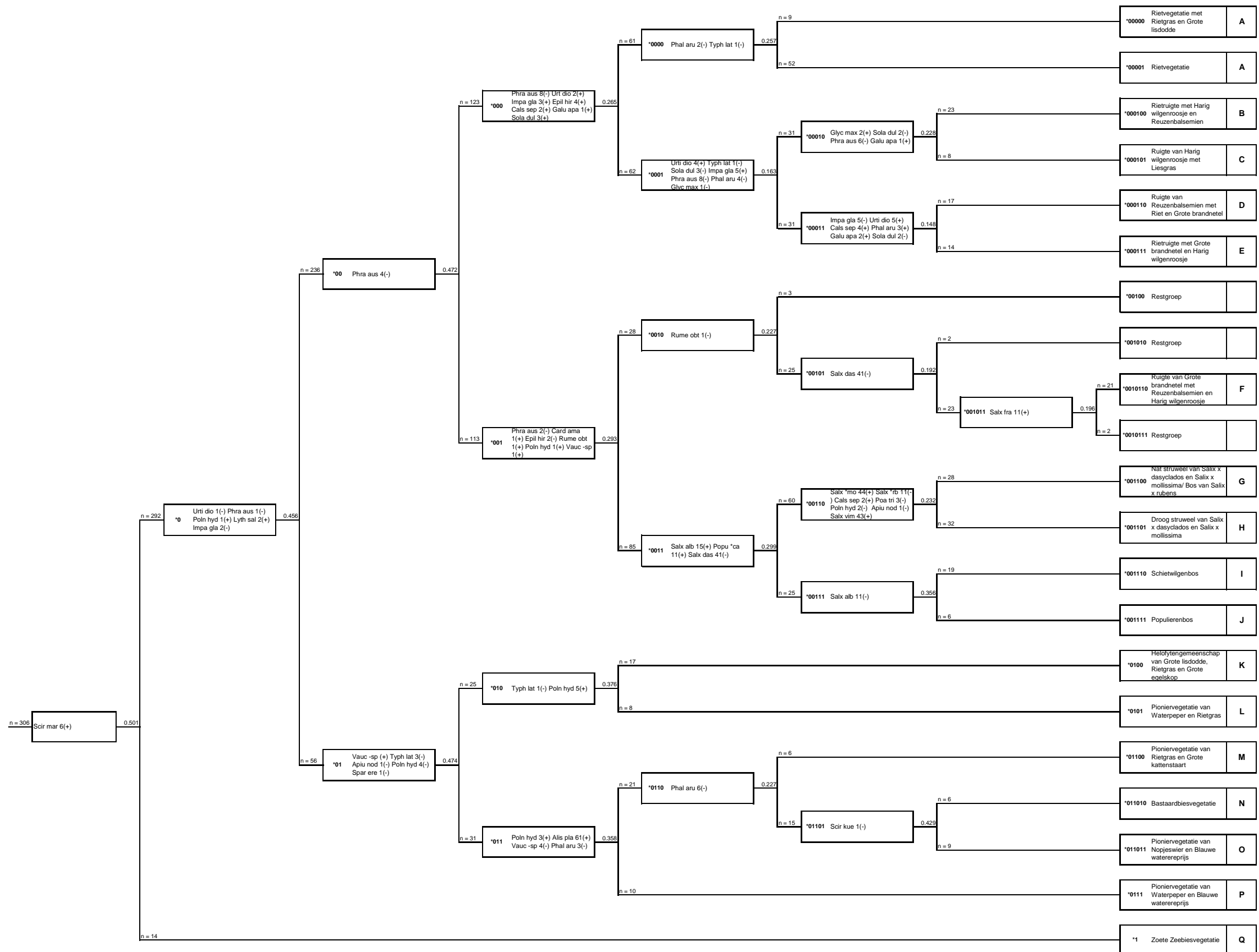
o) Rietvegetaties

Floristische samenstelling	Riet (<i>Phragmites australis</i>) is sterk dominant in deze hoge en gesloten soortenarme vegetaties. Een viertal subtypes kunnen worden onderscheiden. Subtype (*1110) omvat de vegetaties waar Riet de enige soort is in de opnames. Verruiging met Haagwinde (<i>Calystegia sepium</i>) komt voor op de iets hogere en minder door brak water beïnvloede delen (subtype *1111). In subtype *110 komt Zeebies (<i>Scirpus maritimus</i>) voor in de lagere kruidlaag. Ook in subtype (*10) komt Zeebies voor in de lagere kruidlaag net als Spiesmelde (<i>Atriplex prostrata</i>). Fioringras (<i>Agrostis stolonifera</i>) groeit er tussen de rietstengels naar boven. Mogelijks zijn deze soorten nog restanten van een vorig successiestadium die zich slechts zeer kortstondig hebben kunnen handhaven.
Syntaxonomie	RG <i>Phragmites australis</i> -[<i>Astereteae tripolii</i>]
Aantal opnames	10 (*10), 6 (*110), 38 (*1110), 6 (*1111)
Geografische spreiding	Appelzak, Fort Liefkenshoek, Galgenschoor, Groot Buitenschoor, Ketenissepolder, Paardeschor, Schor van Bath, Schor van Ouden Doel, Schor van Waarde, Sieperdaschor, Verdronken Land van Saeftinghe
TWINSpan-groep	*10, *110, *1110, *1111

Zoetwaterschorren

Vegetatieopnames in de oligohaliene zone werden eveneens in deze analyse opgenomen. Een dendrogram met de resultaten van de TWINSPAN-analyse van de zoetwaterschorren is gegeven in Figuur 6-2. In totaal zijn 21 TWINSPAN-groepen onderscheiden waarvan 3 restgroepen waar verder geen rekening is meegehouden. De overige 18 TWINSPAN-groepen zijn samengevoegd tot 17 vegetatietypes.

Onderstaand is een niet limitatieve lijst van de vegetatietypes die voorkomen op de zoetwaterschorren. Deze lijst is een uitbreiding van de vegetatietypologie van Hoffmann (1993) maar is nog niet volledig. Van een aantal types ontbreekt namelijk nog opnamemateriaal (bijv. Driekantige biesvegetaties). Ook kunnen door veranderingen in het estuarium nieuwe vegetatietypes ontstaan waarvan nog geen opnamemateriaal is.



Figuur 6-2: Resultaten van de TWINSpan-analyse van de vegetatieopnames uit de zoetwaterzone. De letter in de rechtse kolom correspondeert met letter bij de beschrijvingen.

a) Rietvegetaties

<i>Floristische samenstelling</i>	Riet (<i>Phragmites australis</i>) is uitgesproken dominant en vormt een dichte en hoge vegetatie. In zuivere rietvegetaties zijn kenmerkende begeleidende soorten, zij het laag bedekkend, Harig wilgenroosje (<i>Epilobium hirsutum</i>), Reuzenbalsemien (<i>Impatiens glandulifera</i>), Haagwinde (<i>Calystegia sepium</i>), Grote kattenstaart (<i>Lythrum salicaria</i>) en helofyten als Grote lisdodde (<i>Typha latifolia</i>) en Rietgras (<i>Phalaris arundinacea</i>). Eveneens kenmerkend is Spindotterbloem (<i>Caltha palustris</i> var. <i>araneosa</i>) maar deze is slechts met een lage presentie aanwezig omdat de opnames vooral in de nazomer zijn gemaakt.
<i>Syntaxonomie</i>	<i>Typho-Phragmitetum calthetosum</i>
<i>Aantal opnames</i>	9 (*00000), 52 (*00001)
<i>Geografische spreiding</i>	Brede Schoren, Durmemonding, Heusden LO, KBR schor, Kijkverdriet, Konkelschoor, Nieuw schor van Appels, Notelaar, Paddebeek, Rietsnijderij, Schor Durmemonding, Schor van Vlassenbroek, Schor voor de Gespoelde put, 't Stort bij Weert, Temsebrug
<i>TWINSpan-groep</i>	*00000, *00001

b) Rietruigte met Harig wilgenroosje en Reuzenbalsemien

<i>Floristische samenstelling</i>	Riet (<i>Phragmites australis</i>) domineert met een aanzienlijke bedekking van Harig wilgenroosje (<i>Epilobium hirsutum</i>). Ook Haagwinde (<i>Calystegia sepium</i>), Reuzenbalsemien (<i>Impatiens glandulifera</i>), Bitterzoet (<i>Solanum dulcamara</i>), Grote brandnetel (<i>Urtica dioica</i>) en Rietgras (<i>Phalaris arundinacea</i>) hebben een hoge presentie binnen het type.
<i>Syntaxonomie</i>	RG <i>Epilobium hirsutum</i> -[<i>Convolvulo-Filipenduletea</i>]
<i>Aantal opnames</i>	23
<i>Geografische spreiding</i>	Brede schoren, KBR schor, Notelaar, Pottelbergschor, Schor van Gespoelde Put, St-Amandsschor
<i>TWINSpan-groep</i>	*000100

c) Ruigte van Harig wilgenroosje met Liesgras

<i>Floristische samenstelling</i>	Harig wilgenroosje (<i>Epilobium hirsutum</i>) is dominant en vormt meestal een hoge en gesloten vegetatie. Soms domineert Liesgras (<i>Glyceria maxima</i>) in de lage kruidlaag. Naast Riet (<i>Phragmites australis</i>) zijn ook ruigte-indicatoren als Grote brandnetel (<i>Urtica dioica</i>), Reuzenbalsemien (<i>Impatiens glandulifera</i>), Kleefkruid (<i>Galium aparine</i>) en Haagwinde (<i>Calystegia sepium</i>) begeleidende soorten met een hoge presentie.
<i>Syntaxonomie</i>	RG <i>Epilobium hirsutum</i> -[<i>Convolvulo-Filipenduletea</i>]
<i>Aantal opnames</i>	8

<i>Geografische spreiding</i>	KBR schor, Notelaar, Schor van Branst
<i>TWINSpan-groep</i>	*000101

d) Ruigte van Reuzenbalsemien met Riet en Grote brandnetel

<i>Floristische samenstelling</i>	Hoge en gesloten vegetatie gedomineerd door Reuzenbalsemien (<i>Impatiens glandulifera</i>) waar ook Riet (<i>Phragmites australis</i>) geregeld als codominant optreedt. Harig wilgenroosje (<i>Epilobium hirsutum</i>) en Grote brandnetel (<i>Urtica dioica</i>) zijn constante begeleiders net als Haagwinde (<i>Calystegia sepium</i>)
<i>Syntaxonomie</i>	DG <i>Impatiens glandulifera</i> -[<i>Convolvulo-Filipenduletea</i>] (<i>nieuwe naam</i>)
<i>Aantal opnames</i>	17
<i>Geografische spreiding</i>	KBR schor, St-Amandsschor, Konkelschoor, Schor van Vlassenbroek, Bunt, Schor Durmemonding, Groot Schoor van Grembergen, Nieuw schor van Appels, Groot Schoor van Hamme
<i>TWINSpan-groep</i>	*000110

e) Rietruigte met Grote brandnetel en Harig wilgenroosje

<i>Floristische samenstelling</i>	Hoge en gesloten vegetatie gedomineerd door Riet (<i>Phragmites australis</i>) met Grote brandnetel (<i>Urtica dioica</i>) en/of Harig wilgenroosje (<i>Epilobium hirsutum</i>) als constante hoog bedekkende soorten. Haagwinde (<i>Calystegia sepium</i>) is kenmerkend en is in staat om de hele vegetatie te overwoekeren. Reuzenbalsemien (<i>Impatiens glandulifera</i>) is eveneens een constante soort.
<i>Syntaxonomie</i>	RG <i>Calystegia sepium-Phragmites australis</i> -[<i>Convolvulo-Filipenduletea</i>] (<i>onduidelijk of dit type hiertoe kan gerekend worden</i>)
<i>Aantal opnames</i>	14
<i>Geografische spreiding</i>	Durmemonding, KBR schor, Kijkverdriet, Notelaar, Pottelbergschor, Schor Durmemonding, 't Stort bij Weert
<i>TWINSpan-groep</i>	*000111

f) Ruigte van Grote brandnetel met Reuzenbalsemien en Harig wilgenroosje

<i>Floristische samenstelling</i>	Grote brandnetel (<i>Urtica dioica</i>) is uitgesproken dominant en aspectbepalend Riet (<i>Phragmites australis</i>), Harig wilgenroosje (<i>Epilobium hirsutum</i>), Haagwinde (<i>Calystegia sepium</i>) en Kleefkruid (<i>Galium aparine</i>) zijn karakteristieke begeleidende soorten maar laag bedekkend. Enkel Reuzenbalsemien (<i>Impatiens glandulifera</i>) komt soms als codominant voor.
-----------------------------------	---

<i>Syntaxonomie</i>	RG <i>Urtica dioica</i> -[<i>Convolvulo-Filipenduletea</i>]
<i>Aantal opnames</i>	21
<i>Geografische spreiding</i>	Durmemonding, Groot Schoor van Grembergen, Groot Schoor van Hamme, KBR schor, Rietsnijderij, Schor van Vlassenbroek
<i>TWINSpan-groep</i>	*0010110

g) Nat struweel van *Salix x dasyclados* en *Salix x mollissima*/ Bos van *Salix x rubens*

<i>Floristische samenstelling</i>	Vrij open tot gesloten struweel gedomineerd door <i>Salix x dasyclados</i> of <i>Salix x mollissima</i> of een combinatie. De kruidlaag wordt gedomineerd door Reuzenbalsemien (<i>Impatiens glandulifera</i>) met een hoog aandeel Grote brandnetel (<i>Urtica dioica</i>). Kenmerkende soorten zijn Ruw beemdgras (<i>Poa trivialis</i>), Bittere veldkers (<i>Cardamine amara</i>) en Spindotterbloem (<i>Caltha palustris</i> var. <i>araneosa</i>). Daarnaast komen nog tal van freatofyten voor wat hen onderscheidt van het volgende type. Voorbeelden hiervan zijn Wolfspoot (<i>Lycopus europaeus</i>), Waterpeper (<i>Polygonum hydropiper</i>), Gevleugeld sterrenkroos (<i>Callitriche stagnalis</i>), etc. Ook bossen van <i>Salix x rubens</i> worden onder deze groep geclassificeerd.
<i>Syntaxonomie</i>	<i>Cardamino amarae-Salicetum albae</i>
<i>Aantal opnames</i>	28
<i>Geografische spreiding</i>	Bornem, Notelaar, St-Amandsschor, Schor van Branst, Schor aan Durmemonding, Schor van Mariekerke, Temse
<i>TWINSpan-groep</i>	*001100

h) Droog struweel van *Salix x dasyclados* en *Salix x mollissima*

<i>Floristische samenstelling</i>	Vrij open tot gesloten struweel gedomineerd door <i>Salix x dasyclados</i> of <i>Salix x mollissima</i> of een combinatie van beide. Katwilg (<i>Salix viminalis</i>) komt eveneens geregeld voor in de struiklaag. De kruidlaag is soortenarm en wordt door Reuzenbalsemien (<i>Impatiens glandulifera</i>) of Grote brandnetel (<i>Urtica dioica</i>) gedomineerd. De kruidlaag is vooral negatief gekenmerkt door het ontbreken van kenmerkende soorten. Bittere veldkers (<i>Cardamine amara</i>) is wel aanwezig zij het laag bedekkend, net als Haagwinde (<i>Calystegia sepium</i>). Dit type verschilt van het vorige door het lager aandeel freatofyten.
<i>Syntaxonomie</i>	<i>Cardamino amarae-Salicetum albae</i> DG <i>Impatiens glandulifera</i> -[<i>Salicion albae/Alno-Padion</i>]
<i>Aantal opnames</i>	32
<i>Geografische spreiding</i>	Appelschor, Bornem, Groot Schoor van Grembergen, Groot Schoor van Hamme, Groot schor van Grembergen, Kijkverdriet, Notelaar, Schor Durmemonding, Schor van Branst, Schor van Mariekerke, St-

	Amandsschor, 't Stort bij Weert, Temsebrug
TWINSpan-groep	*001101

i) Schietwilgenbos

<i>Floristische samenstelling</i>	Vrij gesloten bossen waar de boomlaag uit Schietwilg (<i>Salix alba</i>) bestaat waar geregeld een Canadapopulier (<i>Populus x canadensis</i>) tussen staat. De struiklaag is zwak ontwikkeld en bestaat vooral uit Gewone vlier (<i>Sambucus nigra</i>) of wilgensoorten (<i>Salix spp.</i>). Reuzenbalsemien (<i>Impatiens glandulifera</i>) domineert de kruidlaag met een hoog aandeel Grote brandnetel (<i>Urtica dioica</i>). De kruidlaag is vooral negatief gekenmerkt door het ontbreken van kenmerkende soorten en eveneens een laag aandeel freatofyten. Bittere veldkers (<i>Cardamine amara</i>) is evenwel een constante soort.
<i>Syntaxonomie</i>	<i>Cardamino amarae-Salicetum albae</i> DG <i>Impatiens glandulifera</i> -[<i>Salicion albae/Alno-Padion</i>]
<i>Aantal opnames</i>	19
<i>Geografische spreiding</i>	De Fles, Groot Schoor van Hamme, Nieuw schor van Appels, Notelaar, Schor van Vlassenbroek, Schor van Zele, St-Amandsschor
TWINSpan-groep	*001110

j) Populierenbos

<i>Floristische samenstelling</i>	Vrij gesloten bossen waar de boomlaag door Canadapopulier (<i>Populus x canadensis</i>) wordt gedomineerd. De struiklaag bestaat er uit Gewone vlier (<i>Sambucus nigra</i>), Eénstijlige meidoorn (<i>Crataegus monogyna</i>) en wilgensoorten (<i>Salix spp.</i>). Reuzenbalsemien (<i>Impatiens glandulifera</i>) en Grote brandnetel (<i>Urtica dioica</i>) domineren de kruidlaag. Look-zonder-look (<i>Alliaria petiolata</i>) is er kenmerkend.
<i>Syntaxonomie</i>	n.v.t.
<i>Aantal opnames</i>	6
<i>Geografische spreiding</i>	De Fles
TWINSpan-groep	*001111

k) Helofyten-gemeenschap van Grote lisdodde, Rietgras en Grote egelskop

<i>Floristische samenstelling</i>	Hoge en vrij gesloten vegetatie die gedomineerd wordt door hoge helofyten als Grote lisdodde (<i>Typha latifolia</i>) of Grote egelskop (<i>Sparganium erectum</i>). Overige kenmerkende soorten zijn Waterpeper (<i>Polygonum hydropiper</i>), Rietgras (<i>Phalaris arundinacea</i>), Groot moerasscherm (<i>Apium nodiflorum</i>), Grote kattenstaart (<i>Lythrum</i>
-----------------------------------	---

	<i>salicaria</i>) en geregeld Zeebies (<i>Scirpus maritimus</i>).
Syntaxonomie	RG <i>Typha latifolia</i> -[<i>Phragmitetea</i>]
Aantal opnames	17
Geografische spreiding	Heusden LO, Hingene, Schor van Branst, Schor van Mariekerke, Schor van Zele
TWINSpan-groep	*0100

l) Pioniervegetatie van Waterpeper en Rietgras

Floristische samenstelling	Deze vrij hoge en gesloten pioniersgemeenschap wordt door Waterpeper (<i>Polygonum hydropiper</i>) gedomineerd al kan Rietgras (<i>Phalaris arundinacea</i>) codomineren. Een andere constante soort is Grote kattenstaart (<i>Lythrum salicaria</i>).
Syntaxonomie	<i>Polygono-Veronicetum anagallidis-aquaticae</i> (onduidelijk of dit type hiertoe kan gerekend worden)
Aantal opnames	8
Geografische spreiding	Gentbrugge, Heusden, Heusden LO
TWINSpan-groep	*0101

m) Pioniervegetatie van Rietgras en Grote kattenstaart

Floristische samenstelling	Vrij gesloten en middenhoge vegetatie met dominantie van Rietgras (<i>Phalaris arundinacea</i>) waarboven Grote kattenstaart (<i>Lythrum salicaria</i>) uitsteekt. Andere karakteristieke soorten zijn Waterpeper (<i>Polygonum hydropiper</i>) en Ridderzuring (<i>Rumex obtusifolius</i> subsp. <i>transiens</i>). Daarnaast komen nog verscheidene toevallige soorten voor binnen deze oevergemeenschap.
Syntaxonomie	RG <i>Phalaris arundinacea</i> -[<i>Phragmitetalia</i>] RG <i>Phalaris arundinacea</i> -[<i>Convolvulo-Filipenduletea</i>]
Aantal opnames	6
Geografische spreiding	Dendermonde, Gentbrugge, Nieuw schor van Appels, Paddebeek, Schellebelle, Wichelen
TWINSpan-groep	*01100

n) Bastaardbiesvegetatie

Floristische	Bastaardbies (<i>Scirpus x kuekenthalianus</i>) is aspectbepalend.
--------------	--

<i>Samenstelling</i>	Nopjeswier (<i>Vaucheria sp.</i>) is een constante soort in deze vrij open en vrij lage vegetatie waarin ook Waterpeper (<i>Polygonum hydropiper</i>) kenmerkend is. Geregeld komen ook Rietgras (<i>Phalaris arundinacea</i>) en Grote kattenstaart (<i>Lythrum salicaria</i>) voor, vooral als de Bastaardbiesvegetaties grenzen aan de Pioniervegetatie van Rietgras en Grote kattenstaart.
<i>Syntaxonomie</i>	RG <i>Scirpus x kuekenthalianus</i> -[<i>Phragmition</i>] (<i>nieuwe naam</i>)
<i>Aantal opnames</i>	6
<i>Geografische spreiding</i>	Bornem, Grembergen, Nieuw schor van Appels, Paddebeek, Wichelen, Zele
<i>TWINSpan-groep</i>	*011010

o) Pioniervegetatie van Nopjeswier en Blauwe waterereprijs

<i>Floristische samenstelling</i>	Open en lage pioniersgemeenschap waar Nopjeswier (<i>Vaucheria sp.</i>) een laag op het slik vormt en samen met Blauwe waterereprijs (<i>Veronica anagallis-aquatica subsp. anagallis-aquatica</i>) aspectbepalend is. Met een lagere presentie komen Waterpeper (<i>Polygonum hydropiper</i>), Grote kattenstaart (<i>Lythrum salicaria</i>) en Ridderzuring (<i>Rumex obtusifolius subsp. transiens</i>) voor.
<i>Syntaxonomie</i>	<i>Polygono-Veronicetum anagallidis-aquaticae</i>
<i>Aantal opnames</i>	9
<i>Geografische spreiding</i>	Paddebeek, Nieuw schor van Appels
<i>TWINSpan-groep</i>	*011011

p) Pioniervegetatie van Waterpeper en Blauwe waterereprijs

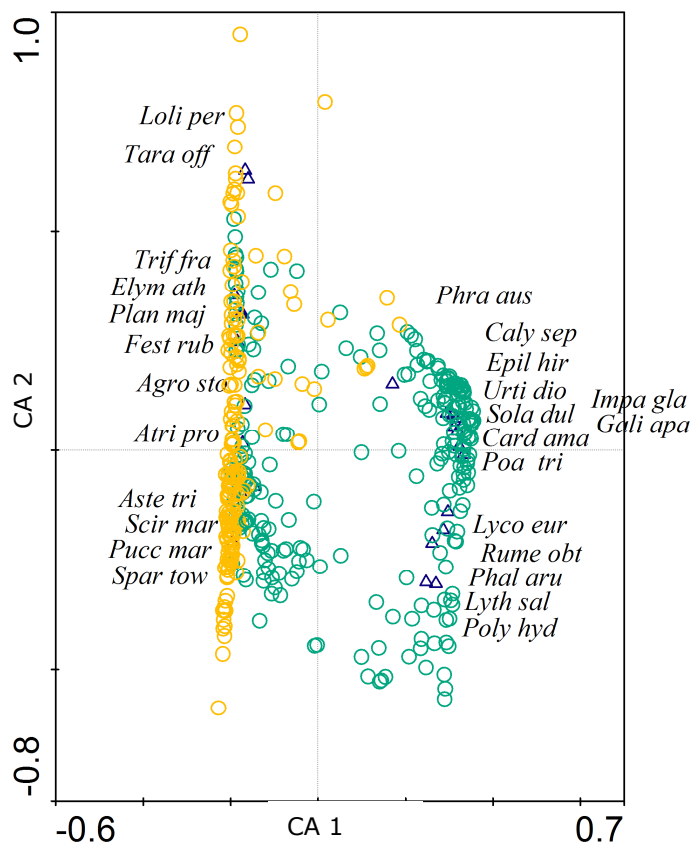
<i>Floristische samenstelling</i>	Vrij open en vrij lage pioniervegetatie van Waterpeper (<i>Polygonum hydropiper</i>) met een hoog aandeel Blauwe waterereprijs (<i>Veronica anagallis-aquatica subsp. anagallis-aquatica</i>). Ook Grote kattenstaart (<i>Lythrum salicaria</i>), Grote waterweegbree (<i>Alisma plantago-aquatica</i>) en Gevleugeld sterrenkroos (<i>Callitriche stagnalis</i>) hebben er een hoge presentie.
<i>Syntaxonomie</i>	<i>Polygono-Veronicetum anagallidis-aquaticae</i>
<i>Aantal opnames</i>	10
<i>Geografische spreiding</i>	Paddebeek, Heusden LO
<i>TWINSpan-groep</i>	*0111

q) Zoete Zeebiesvegetatie

<i>Floristische samenstelling</i>	Vrij gesloten soortenarme vegetatie met uitgesproken dominantie van Zeebies (<i>Scirpus maritimus</i>). Tussen de Zeebies staan weinig andere soorten. Rietgras (<i>Phalaris arundinacea</i>), Nopjeswier (<i>Vaucheria sp.</i>) en Waterpeper (<i>Polygonum hydropiper</i>) komen occasioneel en in lage bedekkingen voor.
<i>Syntaxonomie</i>	<i>Alismato-Scirpetum maritimi inops</i>
<i>Aantal opnames</i>	14
<i>Geografische spreiding</i>	Bornem, Branst, Dendermonde, Grembergen, Hingene, Kijkverdriet, Steendorp, Weert
<i>TWINSpan-groep</i>	*1

Bijlage 5: Ordinaties: algemene vegetatiepatronen

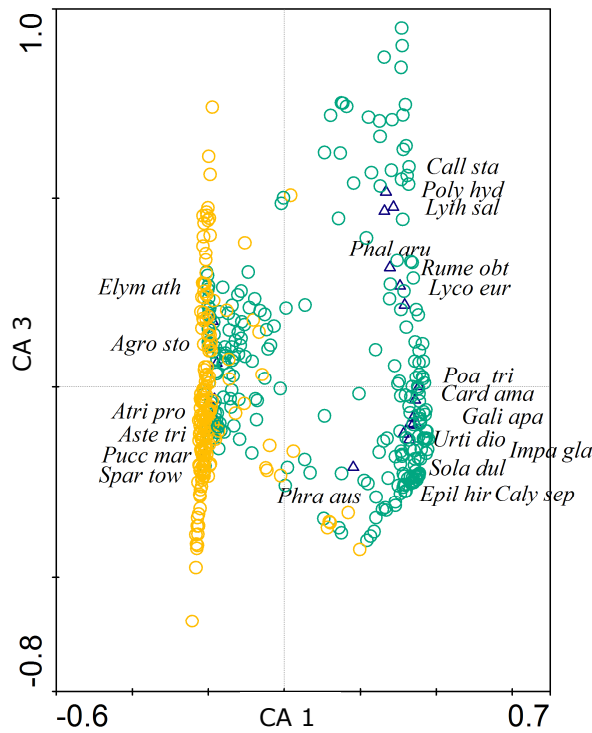
De eerste twee assen van de CA analyse verklaren hier respectievelijk 11.3 % en 6.6 % van alle variatie in vegetatiesamenstellingen binnen de dataset. Het hoge aantal plantensoorten in acht genomen is de ongeveer 10% die de eerste as kan verklaren een belangrijk aandeel en stemt ze dus overeen met een belangrijke gradiënt in vegetatiesamenstelling. In Figuur 6-3 is visueel duidelijk dat deze gradiënt overeenstemt met de overgang van zoete schorren naar brakke en zoute schorren. Dit blijkt enerzijds uit de ligging van de Nederlandse (links op de figuur) versus de Belgische opnames (over het grootste deel van de gradiënt) en anderzijds ook vooral uit de kenmerkende plantensoorten. Aan de linkerzijde met bijna alle Nederlandse opnames zijn dit bijvoorbeeld soorten als *Aster tripolium*, *Elymus athericus*, *Puccinellia maritima* en *Spartina townsendii*. Aan de rechterzijde vinden we onder andere *Calystegia sepium*, *Epilobium hirsutum*, *Galium aparine*, *Solanum dulcamare* en *Urtica dioica*. De tweede as verbeeldt voornamelijk de gradiënt binnen de haliene vegetaties van vegetaties laag op het slik (onderaan) naar vegetaties hoger op het schor (bovenaan).



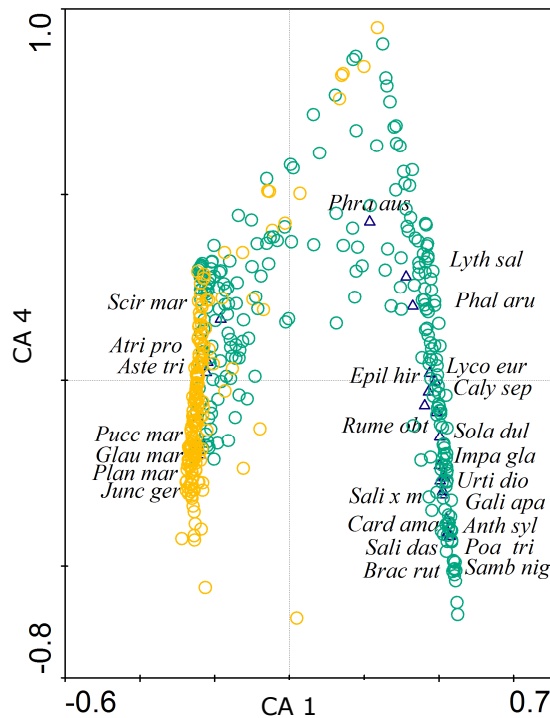
Figuur 6-3: Biplot weergave van de eerste twee assen van de CA op de gecombineerde Belgische (groen) en Nederlandse (oranje) opnames. Enkel plantensoorten waarvan $\geq 15\%$ van de variatie binnen de biplot verklaard wordt, worden getoond. De weergegeven plantennamen zijn een samenstelling van de vier eerste tekens van de geslachtsnaam en de drie eerste tekens van de soortnaam.

De assen 3 en 4 geven gradiënten weer met een vergelijkbaar belang als as 2, met een verklaarde variatie van 6.1 % en 5.5 %, respectievelijk. Beide assen (Figuren 6-4, 6-5) verbeelden voornamelijk een deel van de spreiding aan de zoete zijde tussen opnames van vegetaties hoger op het schor (*Agrostis stolonifera*, *Elymus athericus*, *Lolium perenne*; maar ook *Sambucus* en *Salix*) naar vegetaties in de lage schorzzone en pionierszone (met bijvoorbeeld, *Polygonum lapathifolium*). Samengevat verbeeldt de eerste as de longitudinale gradiënt in vegetaties, en

assen 2-4 elk een verschillende verticale gradiënt. De variatie weergegeven in de Figuren 6-3, 6-4 en 6-5 bedraagt 29.5% van de totale variatie in vegetatieopnames.



Figuur 6-4: Biplot weergave van de eerste en derde as van de CA op de gecombineerde Belgische (groen) en Nederlandse (oranje) opnames. Enkel plantensoorten met een correlatie van $\geq 15\%$ worden getoond. De weergegeven plantennamen zijn een samenstelling van de vier eerste tekens van de gesusnaam en de drie eerste tekens van de soortnaam.



Figuur 6-5: Biplot weergave van de eerste en vierde as van de CA op de gecombineerde Belgische (groen) en Nederlandse (oranje) opnames. Enkel plantensoorten met een correlatie van $\geq 15\%$ worden getoond. De weergegeven plantennamen zijn een samenstelling van de vier eerste tekens van de gesusnaam en de drie eerste tekens van de soortnaam.

Bijlage 6: Resultaten van de diver metingen: een voorbeeldsessie voor elke saliniteitszone (mesohalien, oligohalien, zoet met lange verblijftijd en zoet met korte verblijftijd).

Mesohaliene zone: voorbeeld van een diversessie t.h.v. het Galgenschoor

Voor deze meetsessie werden 4 divers geplaatst in 2 vegetatietypes (brak Riet en zuivere Strandkweek) gedurende een maand in de zomer van 2008 (Tabel 6-2 en Figuur 6-6).

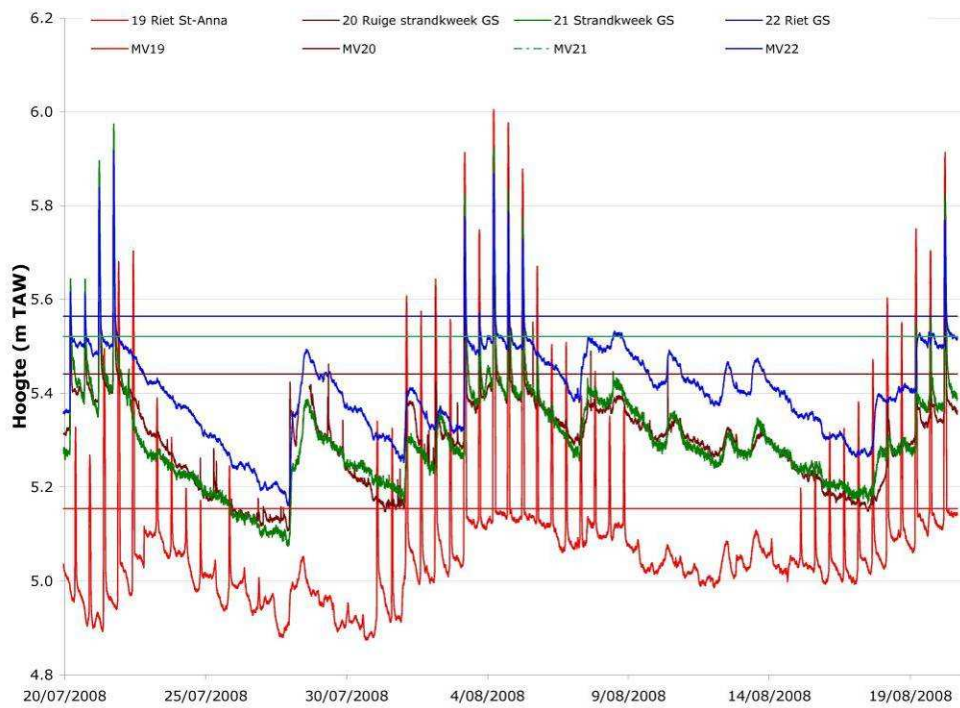
Tabel 6-2: Voorbeeldsessie mesohaliene zone: vegetatietype, schor, maaiveldhoogte en meetperiode.

Nr	Vegetatie-groep	Schor	Maaiveldhoogte (m TAW)	Begindatum	Einddatum
19	Brak riet (19)	St.-Anna Blokkersdijk	5,15	30/06/2008	21/08/2008
20	Zuivere Strandkweekvegetatie (6)	Galgenschoor	5,44	18/07/2008	21/08/2008
21	Zuivere Strandkweekvegetatie (6)	Galgenschoor	5,52	18/07/2008	21/08/2008
22	Brak riet (19)	Galgenschoor	5,56	18/07/2008	21/08/2008

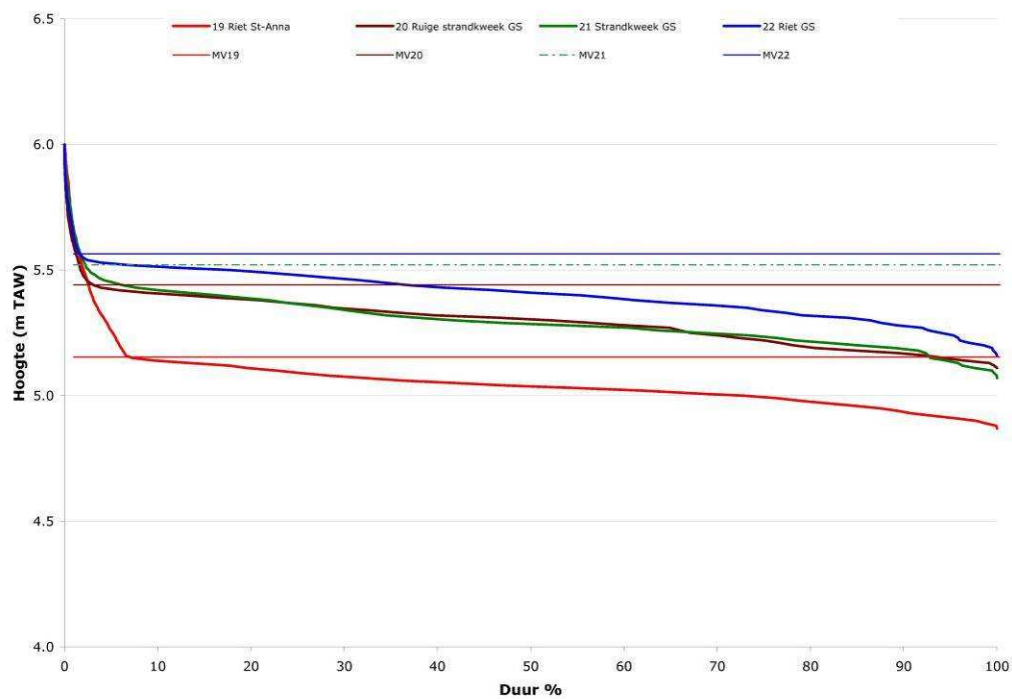


Figuur 6-6: Situering van de divers op het Galgenschoor (divers 20-22, links) en Blokkersdijk (diver 19, rechts).

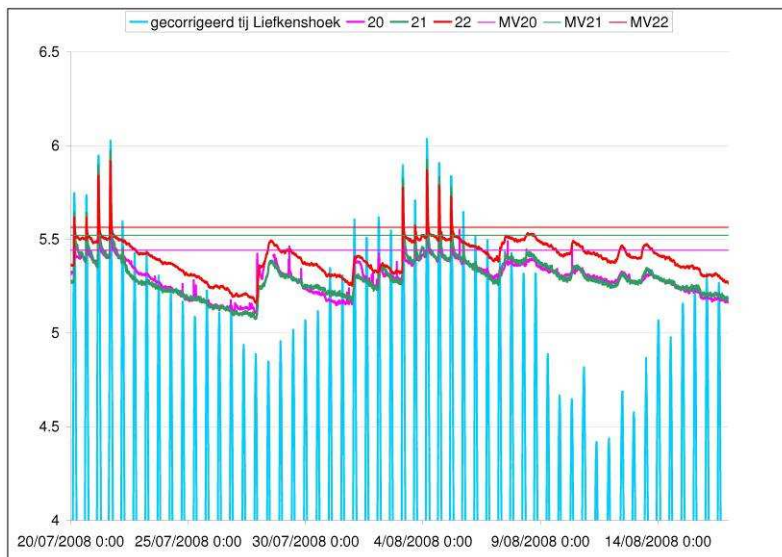
De gemeten waterhoogtes vertonen een gelijkaardig patroon voor de meetreeksen op het Galgenschoor. De meetsessie ter hoogte van Blokkersdijk verschilt enigszins omdat de overspoelingspieken hoger zijn dan die op het Galgenschoor (Figuur 6-7). Dit kan verklaard worden door de verschillende locatie van de divers. In de doortijperodes is er een diepe drainage op het Galgenschoor in alle vegetatietypes. Dit patroon wordt ook weerspiegeld in de duurcurves; de overspoelingspiek voor de diver op Blokkersdijk is hoger dan die op het Galgenschoor en bovendien is hier een veel diepere drainage doordat het maaiveld lager ligt op Blokkersdijk (Figuur 6-8). Er is een grote gelijkens tussen de hoogte van de overspoelingspieken gemeten door de divers en de hoogte van de hoogwaterpieken gemeten door de tijboei ter hoogte van Liefkenshoek (Figuur 6-9).



Figuur 6-7: Gemeten waterhoogtes t.h.v. het Galgenschoor en Blokkesdijk (divers 19-22).

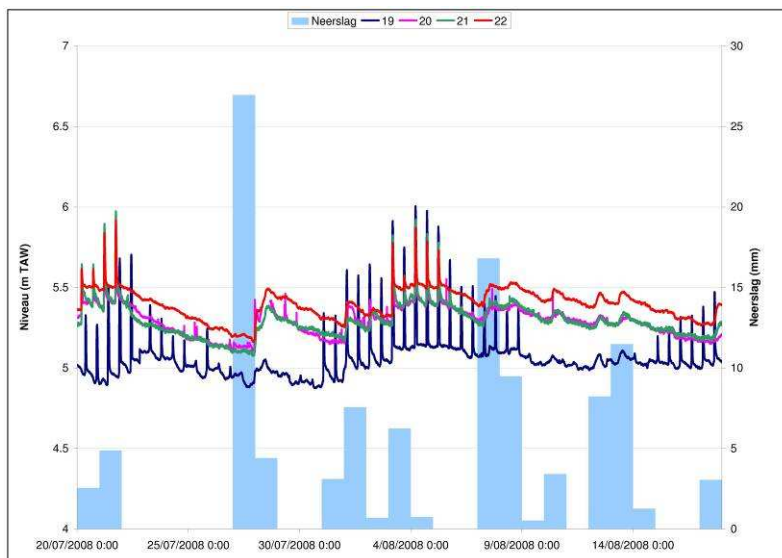


Figuur 6-8: Duurcurve van de diversessie op het Galgenschoor en Blokkesdijk (divers 19-22).



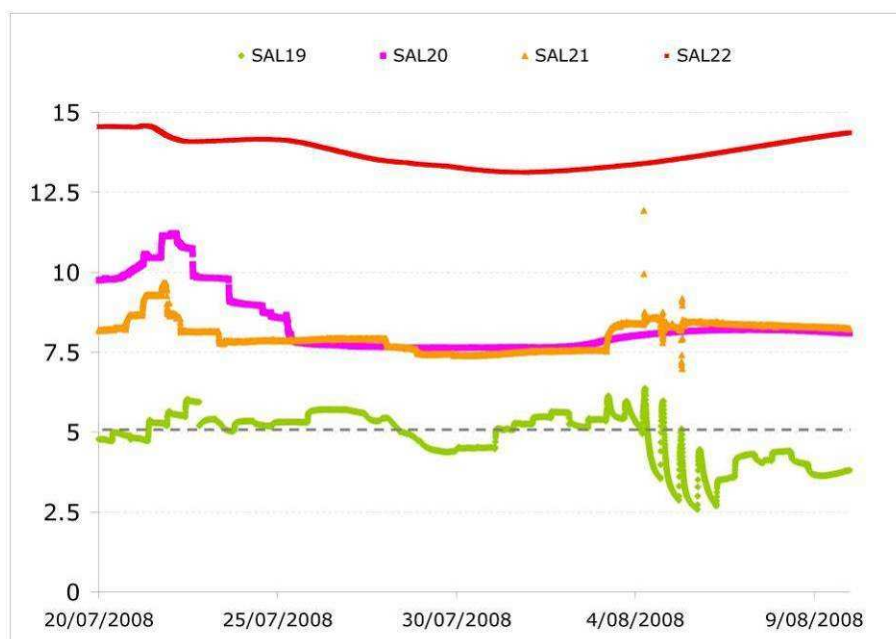
Figuur 6-9: Relatie tussen de gemeten waterhoogtes door de divers op het Galgenschoor en de gemeten tijhoogtes op de Schelde t.h.v. Liefkenshoek.

De neerslaghoeveelheid kan – bij grote hoeveelheden neerslag – een beperkte invloed hebben op de door de divers gemeten waterhoogtes. De waterhoogte op het schor steeg aanzienlijk op 29 juli 2008, ook al was er op dit moment een doortijperiode en kwam het tij niet boven het maaiveld uit. Dit fenomeen kan verklaard worden door de grote hoeveelheid neerslag die op die dag gevallen is (Figuur 6-10).



Figuur 6-10: Relatie tussen de door de divers gemeten waterhoogtes en de neerslaghoeveelheid tijdens de meetperiode (divers 19-22).

De saliniteitscurve vertoont een verschillend verloop voor de 4 divers. Zo blijft het saliniteitsniveau nagenoeg constant voor diver 22 en is de saliniteit t.h.v. divers 20 en 21 lager. Diver 19 meet de laagste saliniteitswaarden (Figuur 6-11).



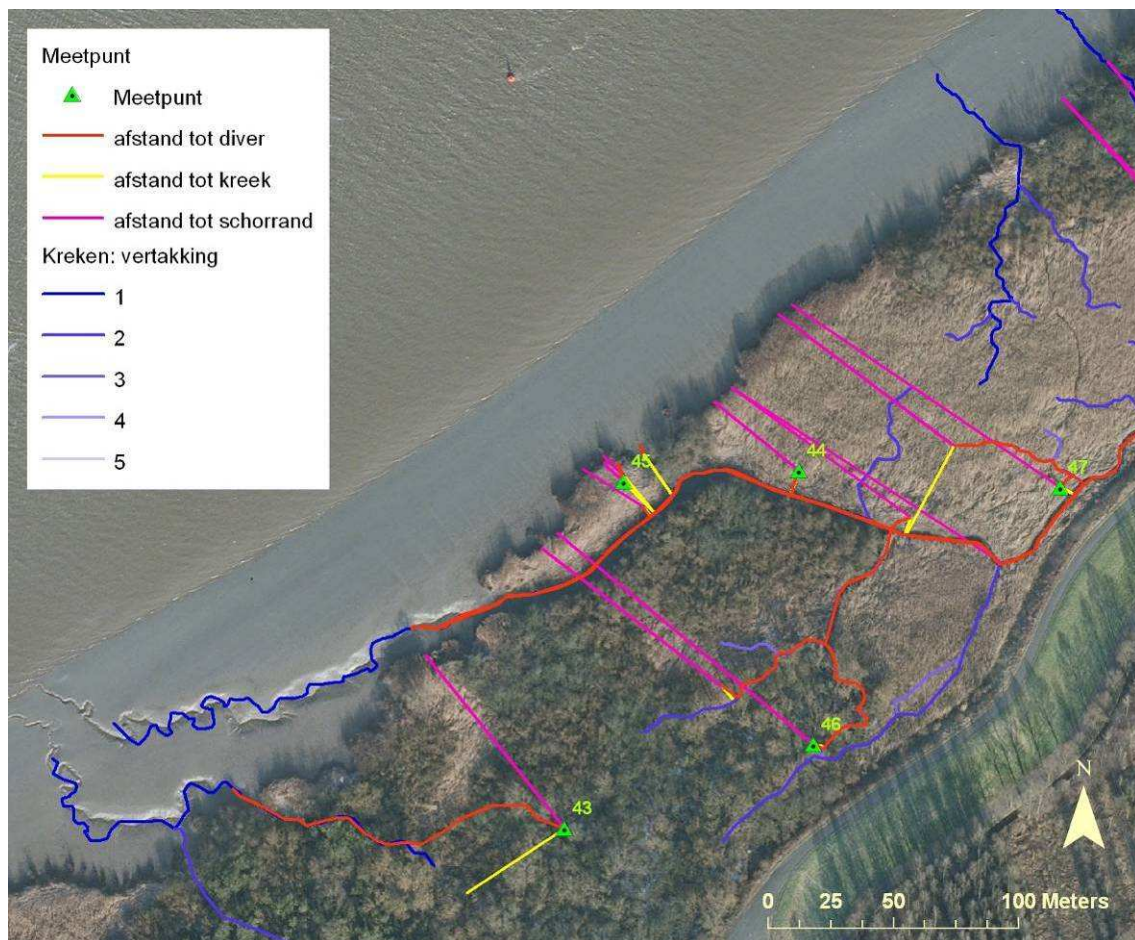
Figuur 6-11: Verloop van de saliniteitswaarden tijdens de meetsessie (divers 19-22).

Oligohaliene zone: voorbeeld van een diversessie t.h.v. de Notelaer

Voor de besproken sessie zijn er tijdens de winter van 2009 5 divers geplaatst op het schor van de Notelaer. De overspoelingsdynamiek werd gespreid over het schor in 3 verschillende vegetatietypes gemeten (Kraakwilg-type, zuiver Riet en Rietruigte) (Tabel 6-3 en Figuur 6-12).

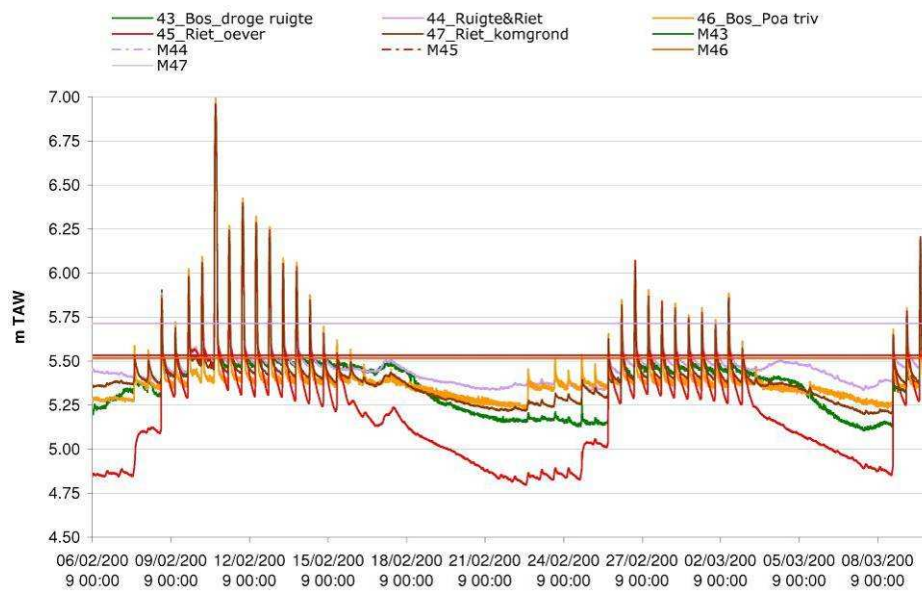
Tabel 6-3: Voorbeeldsessie oligohaliene zone: vegetatietype, schor, maaiveldhoogte en meetperiode.

Nr	Vegetatietype	Schor	Maaiveldhoogte (mTAW)	Begindatum	Einddatum
43	Kraakwilg-S.rubensgroep	Notelaer	5,52	5/02/2009	18/03/2009
44	Rietruigte	Notelaer	5,71	5/02/2009	18/03/2009
45	Zuiver riet	Notelaer	5,53	5/02/2009	18/03/2009
46	Kraakwilg-S.rubensgroep	Notelaer	5,52	5/02/2009	18/03/2009
47	Zuiver riet	Notelaer	5,51	5/02/2009	18/03/2009

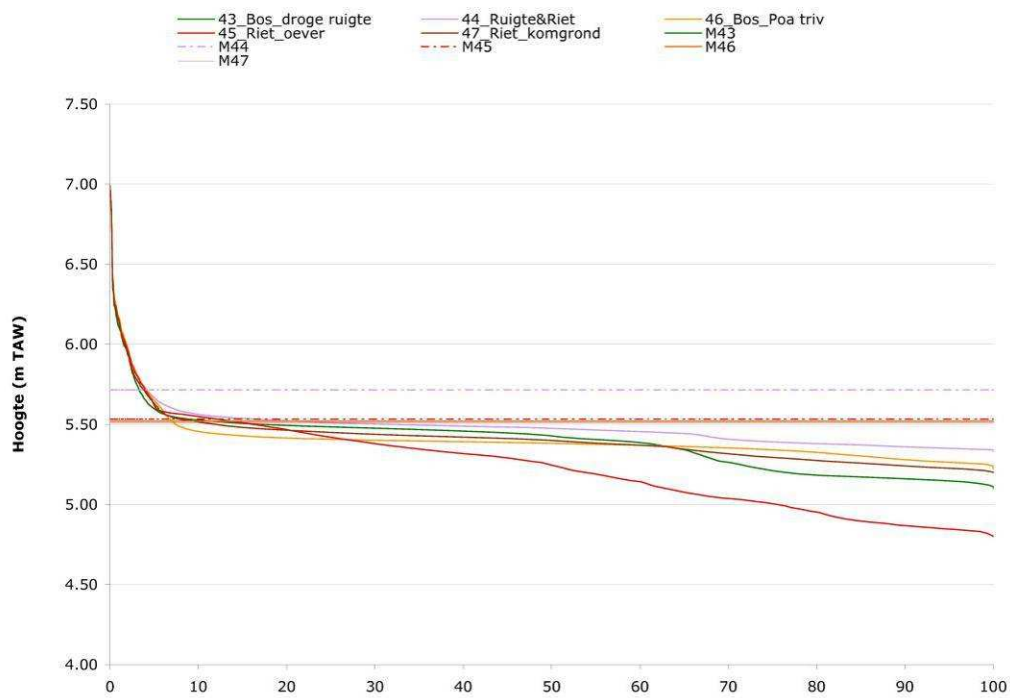


Figuur 6-12: Situering van de divers op de Notelaer (divers 43-47).

De overspoelingscurves vertonen een vergelijkbaar patroon: de hoogte van de overspoelingspieken is vergelijkbaar voor alle divers, maar er zijn verschillen in de diepte van de drainage. Diver 45, gelegen in het vegetatietype zuiver Riet aan de oever van de Schelde, heeft een opmerkelijk diepere drainage dan de overige divers (Figuur 6-13). Dit fenomeen kan verklaard worden door de nabijheid van de Schelde waardoor de bodem een betere afwatering heeft. Ook de duurcurves tonen aan dat – hoewel alle peilbuizen op nagenoeg dezelfde maaiveldhoogte geplaatst werden – diver 45 een diepere drainage meet (Figuur 6-14).

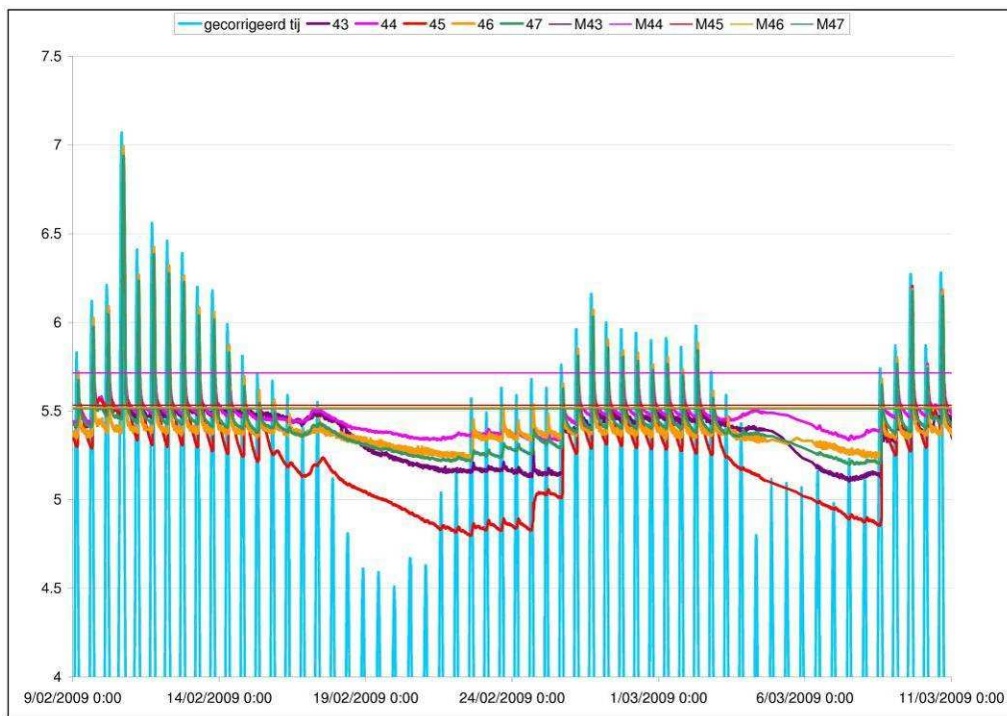


Figuur 6-13: Gemeten waterhoogtes t.h.v. de Notelaer (divers 43-47).

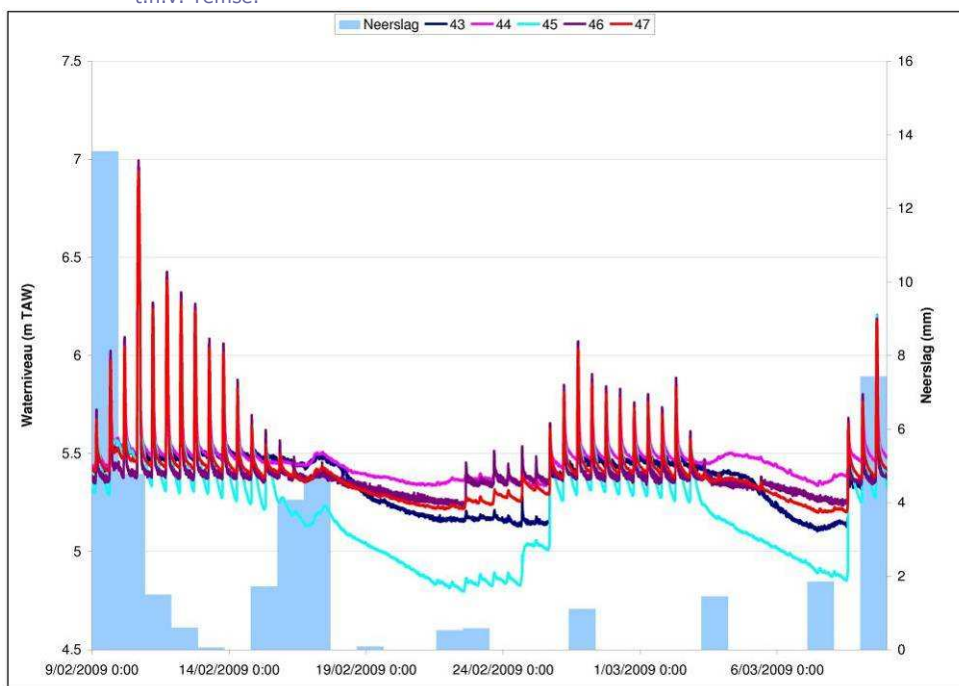


Figuur 6-14: Duurcurve van de diversessie t.h.v. de Notelaer (divers 43-47).

De door de divers gemeten overspoelingshoogtes komen goed overeen met de tijhoogtes gemeten door de tijboei van Temse (Figuur 6-15). Ook de hoge piek op 11/02/2009 wordt verklaard door de tijgegevens. In deze sessie is er geen beïnvloeding van de waterhoogtes door het neerslagpeil waar te nemen (Figuur 6-16).



Figuur 6-15: Relatie tussen de gemeten waterhoogtes door de divers op de Notelaer en de gemeten tijhoogtes op de Schelde, t.h.v. Temse.



Figuur 6-16: Relatie tussen de door de divers gemeten waterhoogtes en de neerslaghoeveelheid tijdens de meetperiode (divers 43-47).

De gemeten saliniteit is voor alle divers duidelijk lager dan in de sessie in de mesohaliene zone. Er wordt een opmerkelijk hogere saliniteit gemeten t.h.v. diver 44; de oorzaak hiervan is echter ongekend (Figuur 6-17).



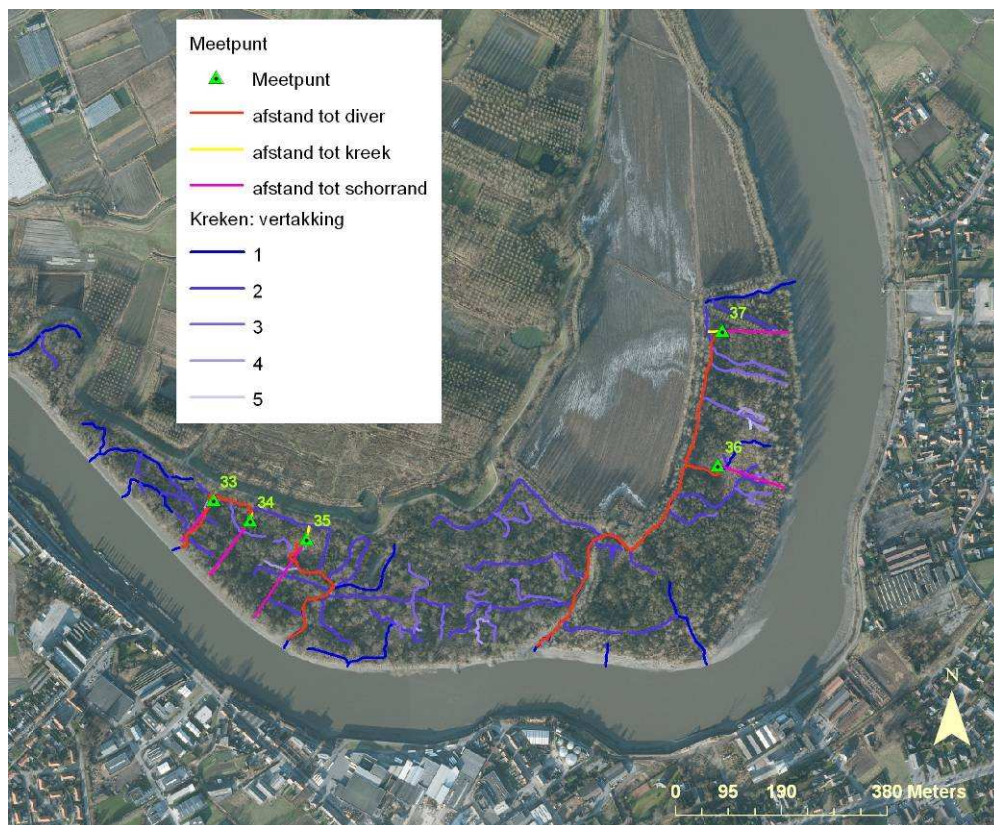
Figuur 6-17: Verloop van de saliniteitswaarden tijdens de meetsessie (divers 43-47).

Zoete zone met lange verblijftijd: voorbeeld van een diversessie t.h.v. het Groot Schoor van Hamme

Één van de sessies in de zoete zone met lange verblijftijd vond plaats in het najaar van 2008 ter hoogte van het Groot Schoor van Hamme. In deze sessie werden 5 divers gespreid over het schor geplaatst in 5 verschillende vegetatietypes (Tabel 6-4 en Figuur 6-18).

Tabel 6-4: Voorbeeldsessie zoete zone met lange verblijftijd: vegetatietype, schor, maaiveldhoogte en meetperiode.

Nr	Vegetatietype	Schor	Maaiveldhoogte (mTAW)	Begindatum	Einddatum
33	Reuzenbalsemien-ruigte	Groot schoor van Hamme	5,73	18/11/2008	23/12/2008
34	Amandelwilggroepstruweel	Groot schoor van Hamme	5,68	18/11/2008	23/12/2008
35	Rietruigte	Groot schoor van Hamme	5,61	18/11/2008	23/12/2008
36	Zuiver Riet	Groot schoor van Hamme	5,57	18/11/2008	23/12/2008
37	Kraakwilg-S. rubensgroep	Groot schoor van Hamme	5,75	18/11/2008	23/12/2008

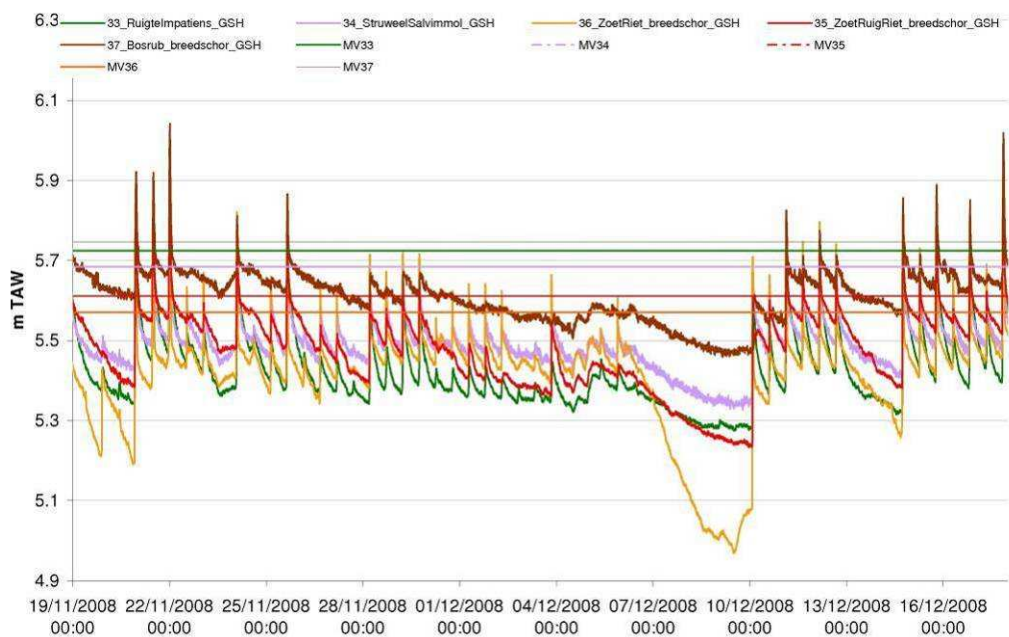


Figuur 6-18: Situering van de divers op het Groot Schoor van Hamme (divers 33-37).

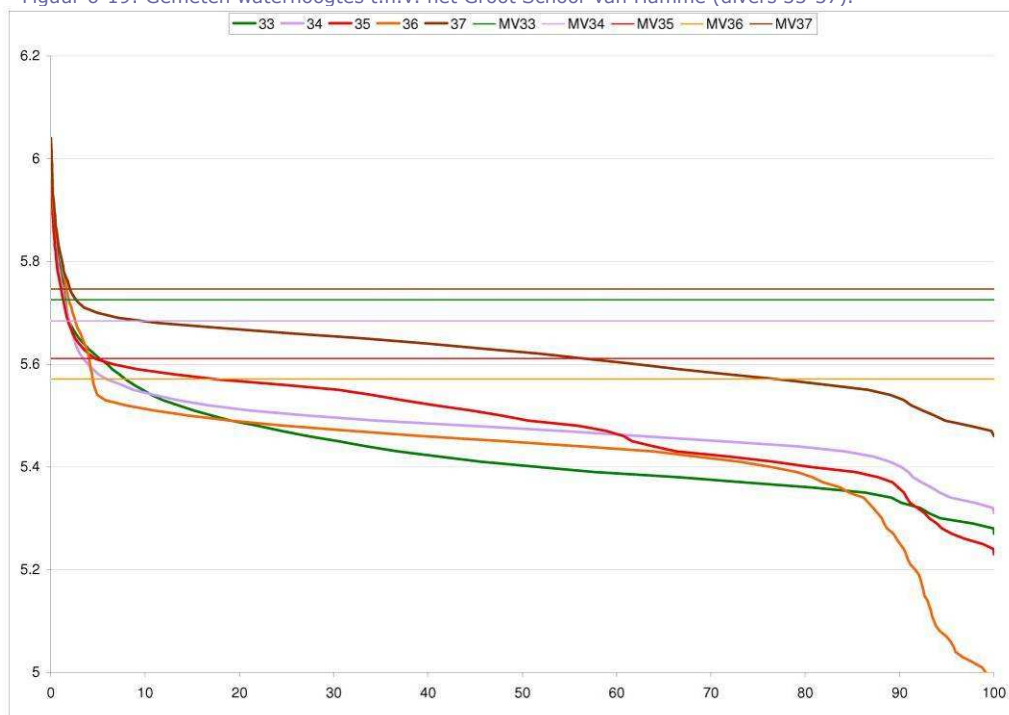
Uit Figuur 6-19 blijkt dat de hoogtes van de overspoelingspieken voor alle divers vergelijkbaar zijn, maar dat peilbuis 37 een minder diepe afwatering heeft dan de andere peilbuizen. Ook heeft peilbuis 36 in de periode 7/12/2008-11/12/2008 een opvallend diepe drainage, wat ook in de duurcurve van deze diver te zien is (Figuur 6-20).

De overspoelingscurves komen goed overeen met de tijhoogtes gemeten ter hoogte van de tijpost te St-Amands (Figuur 6-21) en er is geen direct effect van de neerslaghoeveelheid op de gemeten overspoelingshoogtes waar te nemen (Figuur 6-22).

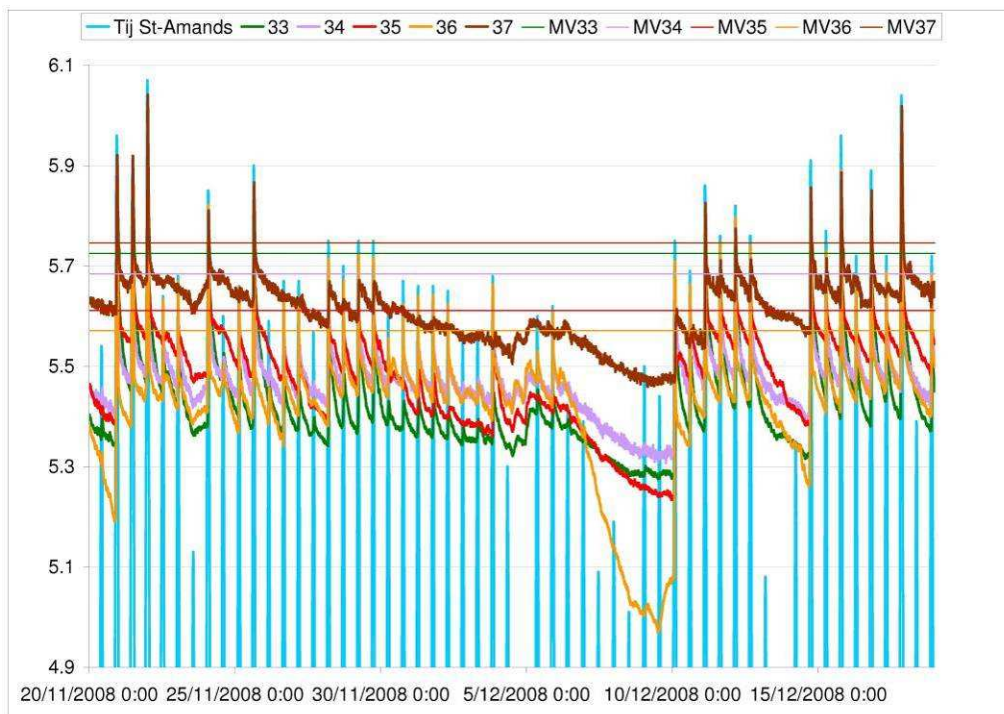
Uit Figuur 6-23 blijkt dat de saliniteit niet meetbaar tot zeer laag is.



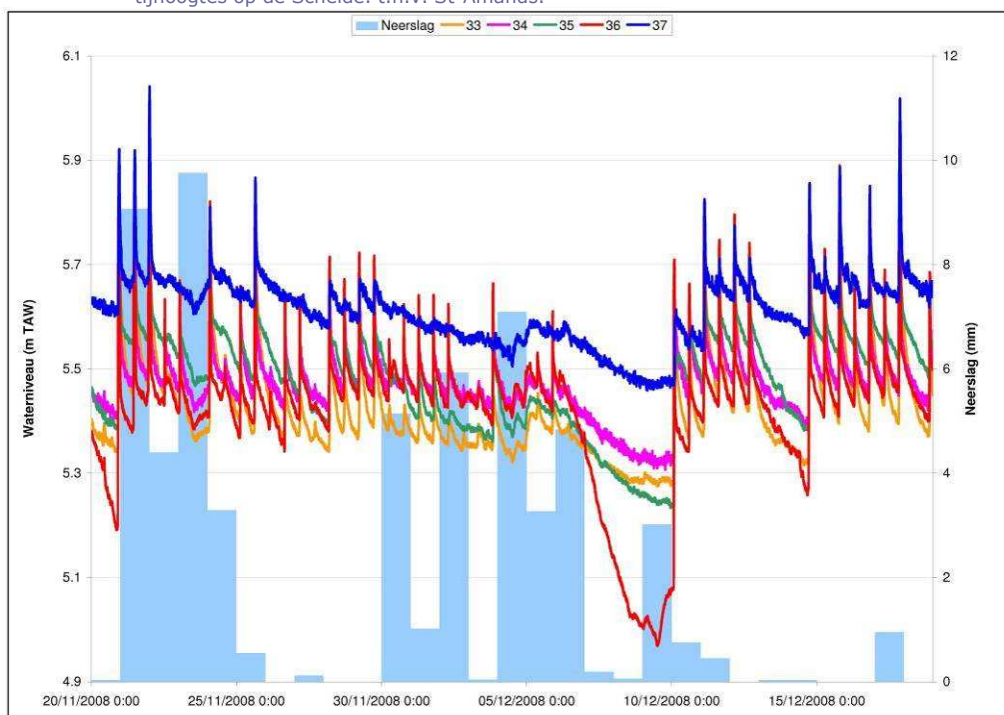
Figuur 6-19: Gemeten waterhoogtes t.h.v. het Groot Schoor van Hamme (divers 33-37).



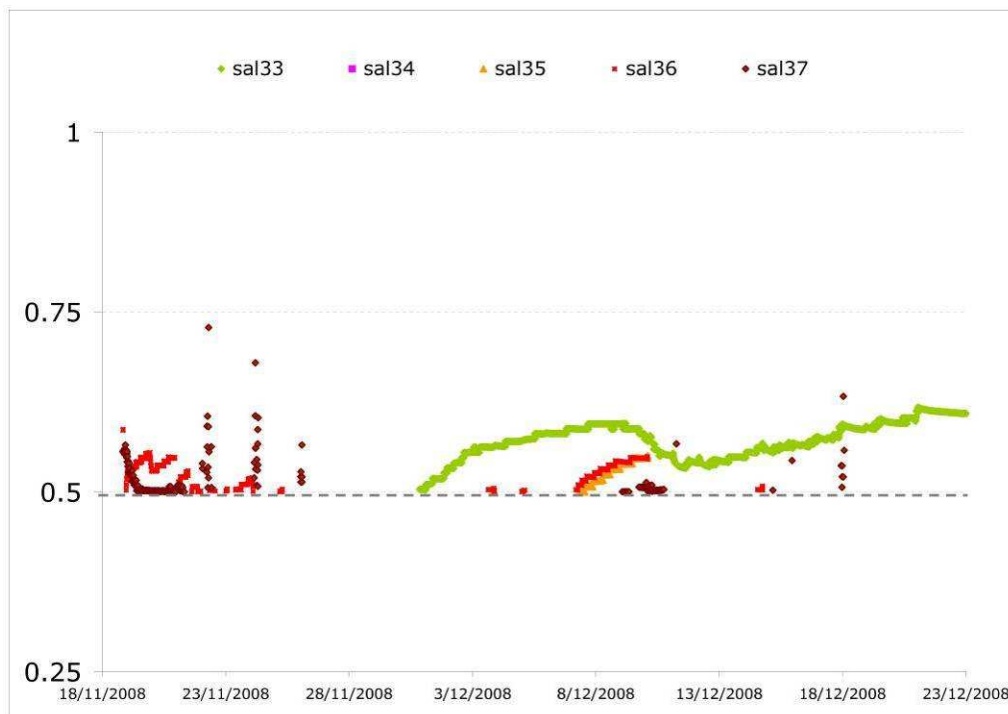
Figuur 6-20: Duurcurve van de diversessie t.h.v. het Groot Schoor van Hamme (divers 33-37).



Figuur 6-21: Relatie tussen de gemeten waterhoogtes door de divers op het Groot Schoor van Hamme en de gemeten tijkhoogtes op de Schelde. t.h.v. St-Amands.



Figuur 6-22: Relatie tussen de door de divers gemeten waterhoogtes en de neerslaghoeveelheid tijdens de meetperiode (divers 33-37).



Figuur 6-23: Verloop van de saliniteitswaarden tijdens de meetsessie (divers 33-37).

Zoete zone met korte verblijftijd: voorbeeld van een diversessie t.h.v. de tijarm te Gentbrugge

Tijdens de zomer van 2010 zijn 5 peilbuizen geplaatst ter hoogte van de tijarm, in de zoete zone met korte verblijftijd. De divers werden op uiteenlopende locaties geplaatst in 4 verschillende vegetatietypes (Tabel 6-5 en Figuur 6-24).

Tabel 6-5: Voorbeeldsessie zoete zone met korte verblijftijd: vegetatietype, schor, maaiveldhoogte en meetperiode.

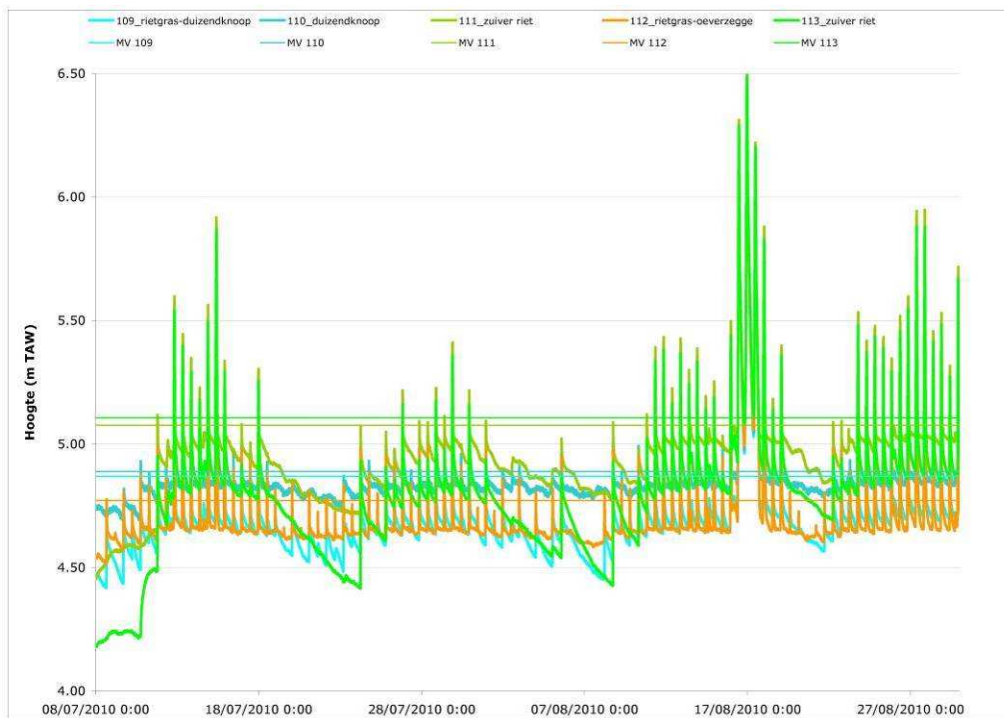
Nr	Vegetatietype	Schor	Maaiveldhoogte (mTAW)	Begin-datum	Einddatum
109	Rietgras-Duizendknoop	Tijarm	4,87	6/07/2010	30/08/2010
110	Duizendknoop	Tijarm	4,88	6/07/2010	30/08/2010
111	Zuiver riet	Tijarm	5,08	6/07/2010	30/08/2010
112	Rietgras-oeverzegge	Tijarm	4,77	6/07/2010	30/08/2010
113	Zuiver riet	Tijarm	5,11	6/07/2010	30/08/2010



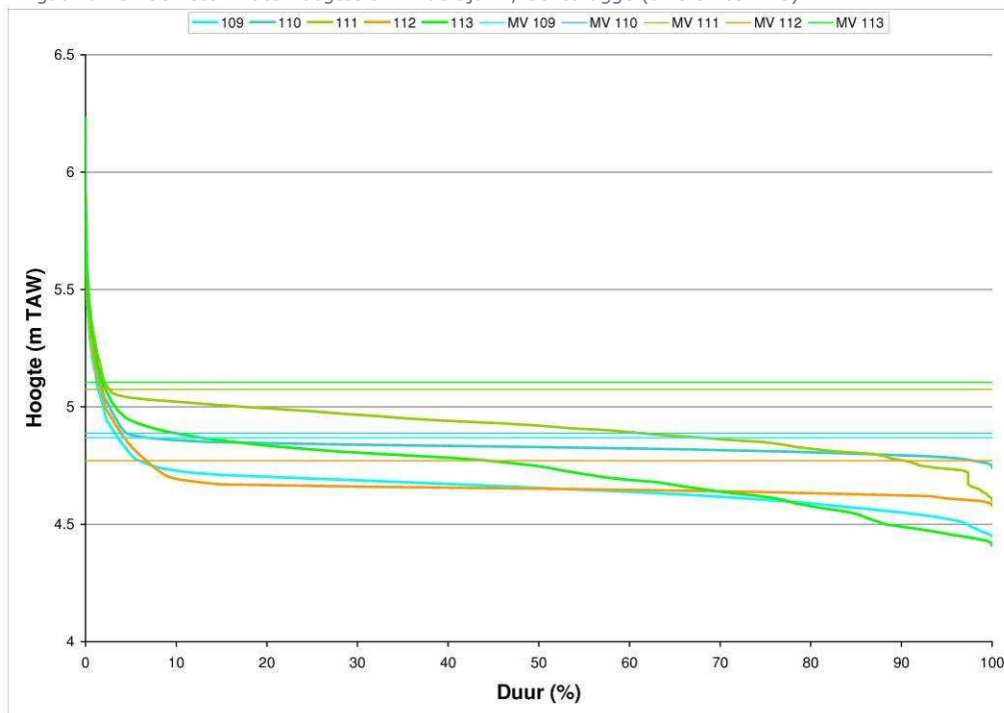
Figuur 6-24: Situering van de divers t.h.v. de tijarm, Gentbrugge (divers 109-113).

Uit de overspoelingscurves blijkt dat er in de springtijperiodes zeer hoge overspoelingspieken bereikt worden voor de zuivere Riet-vegetaties (divers 111 en 113). De overige divers meten een minder groot verschil tussen maximum en minimum waterhoogtes en hebben een vergelijkbare overspoelings- en duurcurve (Figuur 6-25 en Figuur 6-26). De door de divers gemeten waterhoogtes vertonen een grote overeenkomst met de tijhoogtes gemeten door de tijpost t.h.v. Melle (Figuur 6-27) en worden niet of nauwelijks beïnvloed door de neerslaghoeveelheid tijdens de meetperiode (Figuur 6-28).

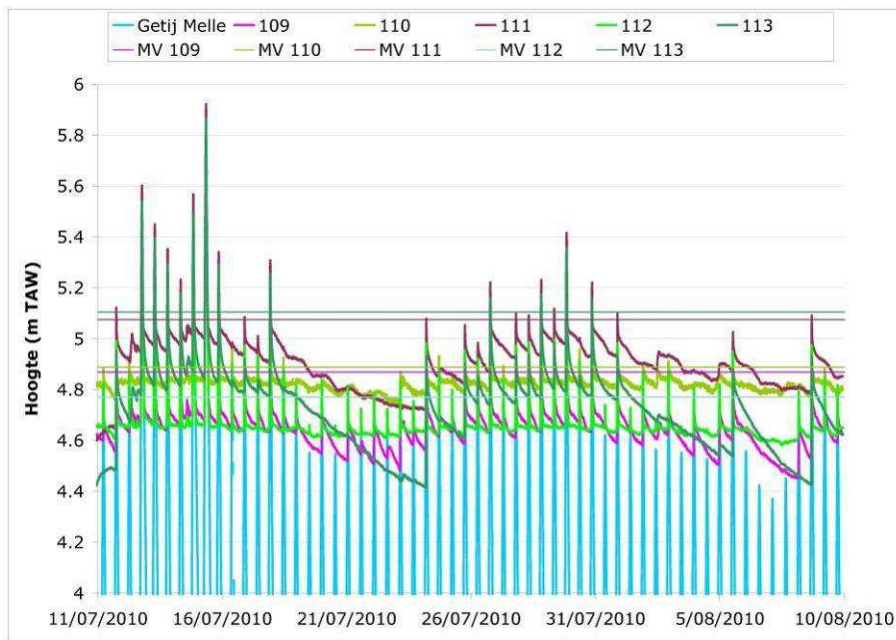
Uit Figuur 6-29 blijkt dat hoewel de meetlocatie verder van de monding verwijderd is dan de meetlocatie op het Groot Schoor van Hamme er toch aanzienlijk hogere saliniteitswaarden gemeten worden. Het is ook opvallend dat de saliniteit in het begin van de meetcampagne stabiel blijft en er op het einde van de sessie een stijgende saliniteit gemeten wordt door alle divers.



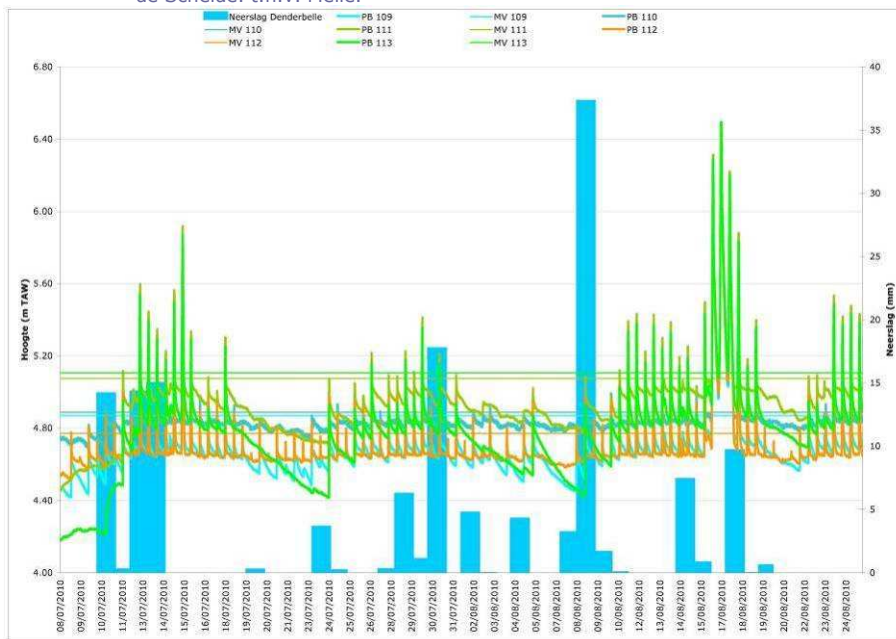
Figuur 6-25: Gemeten waterhoogtes t.h.v. de tijarm, Gentbrugge (divers 109-113).



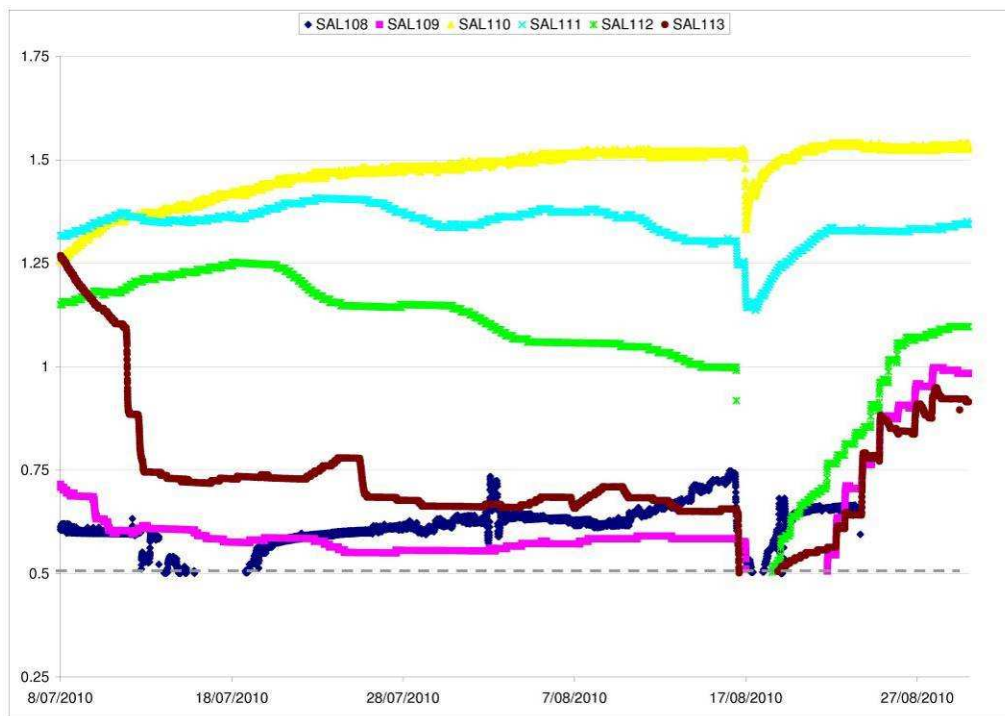
Figuur 6-26: Duurcurve van de diversessie t.h.v. de tijarm, Gentbrugge (divers 109-113).



Figuur 6-27: Relatie tussen de gemeten waterhoogtes door de divers op de tijarm, Gentbrugge en de gemeten tijhoogtes op de Schelde, t.h.v. Melle.



Figuur 6-28: Relatie tussen de door de divers gemeten waterhoogtes en de neerslaghoeveelheid tijdens de meetperiode (divers 109-113).



Figuur 6-29: Verloop van de saliniteitswaarden tijdens de meetsessie (divers 109-113).