

**Calibratie van het model EMOE
voor de vegetatie van de
voordelta van het Haringvliet**

**met behulp van de vegetatiekarteringen
Kwade Hoek en Slufter van Voorne**

**Hansson ecodata
Freiburg, november 2005**

Dankwoord

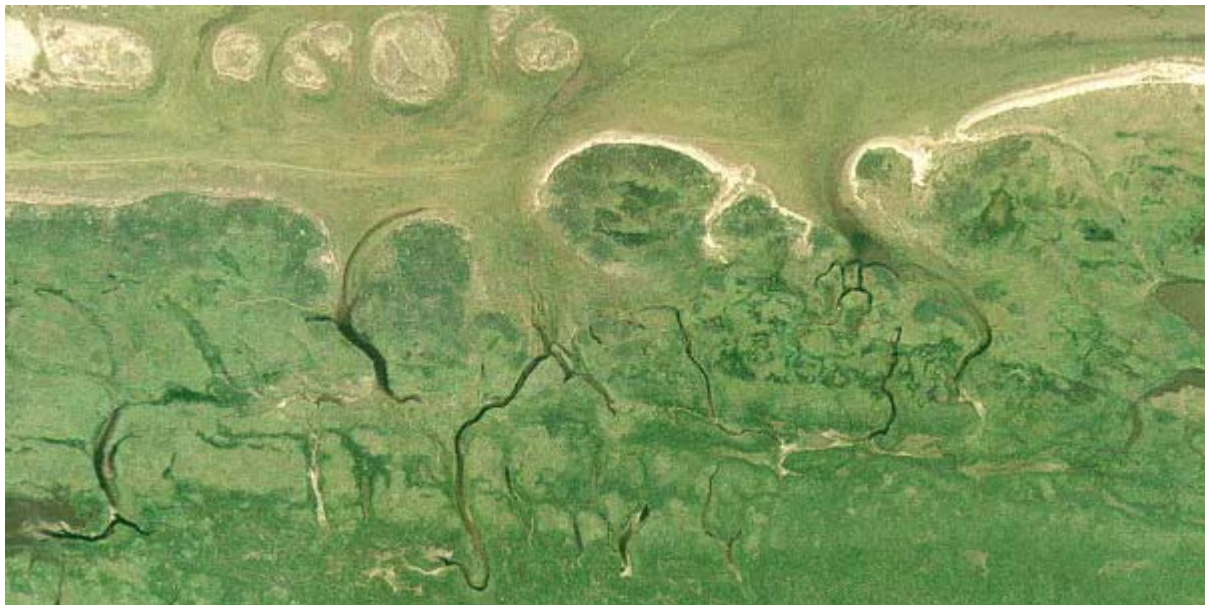
Bij de uitvoering van het project hebben een aantal mensen zeer bereidwillig hun bijdragen geleverd:

1. Stephan Hennekens stelde de nieuwste versie van zijn programma Turboveg for Windows en het informatiesysteem SynBioSys ter beschikking. Dit laatste programma bespaarde me veel tijd met bladeren in De Vegetatie van Nederland (Schaminée et al, 1995-1998).
2. Corine Kappe (RWS-ZH) leverde de benodigde meetgegevens van Haringvliet-10.
3. Diverse medewerkers van de AGI en het Geoloket zorgden voor een 'just-in-time' levering van vegetatiegegevens en DTM.
4. Dick de Jong (RIKZ) gaf waardevolle adviezen en commentaren op het model.

Inleiding

Slikken en schorren ontstaan door de aanvoer van zandig materiaal: platen ontstaan. Wanneer deze een bepaalde hoogte bereiken, wordt het materiaal op steeds kortere afstanden afgezet en er ontstaan oeverwallen. Het water dat deze wallen overspoelt, vormt op zijn weg terug een typisch systeem van kreek (Afbeelding 1). Achter de oeverwallen wordt in de luwte voornamelijk kleiig substraat afgezet, terwijl op de oeverwallen voornamelijk zandig materiaal gedeponerd wordt. In de kreek zelf blijft voornamelijk slik achter.

De slikkige bodem is geschikt voor de groei van hogere planten: pioniersoorten als Zeekraal (*Salicornia spec.*) en Slijkgras (*Spartina spec.*) behoren tot de eerste hogere plantensoorten die men op de oevers van de slikken kan waarnemen. Deze planten leveren een bijdrage aan de opslibbing van de gebieden doordat ze zand en slik vasthouden. De pioniervegetatie kan tot vlak boven het niveau van het gemiddelde hoogwaterpeil voorkomen. Onder halftij (het 'gemiddelde' waterpeil) komt de pioniervegetatie slechts met een zeer lage bedekking voor. Het kale slik herbergt hier en daar een pol Zeekraal of Slijkgras.



Afbeelding 1: Kreekpatroon op de Kwade Hoek.

De pioniervegetatie kan zich slechts daar vestigen en handhaven waar de dynamiek niet te groot is, d.w.z. in de luwte van golfslag en stroming. Bij een hoge dynamiek is het substraat zandig en onbegroeid met hogere planten. Een voorbeeld is het gebied rond de Slufter van Voorne: op de kartering van het gebied op basis van luchtfoto's uit 2000 komt de Zeekraalvegetatie slechts in een enkele kreek voor. Blijkbaar was in dat jaar de dynamiek te groot om vestiging van Zeekraal op grotere schaal toe te laten.

De pioniervegetatie wordt hoger op de oever vervangen door een zone van Gewoon Kweldergras. *Puccinellia maritima* vestigt zich in de open ruimte van het *Salicornietum* of het *Spartinetum* en groeit langzaam dicht tot een grazige mat: het *Puccinellinetum maritimae* (Associatie van Gewoon kweldergras). Bij verdere opslibbing gaat deze vegetatie over in het *Plantagini-Limonietum* (Associatie van Lamsoor en Zeeweegbree). Bij beweiding kan het *Puccinellinetum maritimae* lange tijd stand houden (Schaminée et al, 1995-1998). Dit is waarschijnlijk de reden dat het *Plantagini-Limonietum* ontbreekt in de gebieden aan de monding van het Haringvliet. De vegetatie is wel prominent aanwezig in het Zwin op de grens van Nederland en België. Lamsoor wordt ook wel 'Zwinblommeke' genoemd. Op de lage en middelhoge oeverwallen van kwelders, bij voldoende aeratie van de bodem, kan het *Halimionetum portulacoidis* (Zoutmelde-associatie) voorkomen. Deze verdraagt

echter geen beweiding, wat een reden kan zijn dat ook deze vegetatie in het mondingsgebied van het Haringvliet niet voorkomt. Tot 1975 werd dit type nog waargenomen ten westen van de Kwade Hoek (Hennekens et al., 2001). Ook langs de Westerschelde en de Oosterschelde komt de Zoutmelde-associatie voor. Iets hoger op de oeverwallen gaat het *Halimionetum portulacoidis* over in het *Artemisietum maritimae* (Zeealsem-associatie), tevens een gemeenschap die geen beweiding verdraagt (Schaminée et al, 1995-1998). Zowel het *Halimionetum portulacoidis* als het *Artemisietum maritimae* kunnen verdwijnen door verstikking onder vloedmerkpakketten die bij hoog water worden aangevoerd. Hiervan profiteren de vloedmerkgemeenschappen van de Klasse *Cakiletea maritimae*. Plaatsen in de luwte, waar geen overstuiving van het vloedmerk plaatsvindt, zijn geschikt voor de vestiging van het *Atriplicetum litoralis* (Strandmelde-associatie). Aan dynamische kusten, waar overstuiving van het vloedmerk plaatsvindt, kan zich het *Salsolo-Cakiletum maritimae* (Associatie van Loogkruid en Zeeraket) vestigen. Deze vormt vaak een strook op het vloedmerk van zandstranden en kan tot in de duinen voorkomen. De hoogste, zandige delen van de kwelder worden ingenomen door het *Armerio-Festucetum*. Nog hogerop, buiten het directe bereik van het zoute water gaat dit vegetatietype over in een *Atriplici-Elytrigietum pungentis* (Strandkweek-associatie) of een *Honckenyo-Agrophyretum juncei* (Associatie van Zandhaver en Biestarwegras). Het laatstgenoemde type vinden we op embryonale duinen in gebieden met een hoge wind-dynamiek. Op de Kwade Hoek treedt dit type op aan de afslagoevers direct aan de kust. Daarachter, in de luwte, wordt de typische kwelderzoning gevonden.

De zoning op de beweidde kwelder is eenvoudiger dan die van de onbeweidde. De laagst gelegen delen worden ingenomen door een pioniervegetatie waarin *Salicornia spec.*, *Spartina spec.* en *Suaeda maritima* het aspect bepalen. Van de beweiding hebben de planten in deze zone, tussen halftij en GHW, weinig last. Vlak onder het GHW treedt het *Puccinellietum maritimae* op de voorgrond, dat door de beweiding in stand gehouden wordt. Een storingsgemeenschap die binnen deze zone kan voorkomen is het *Puccinellietum distantis* (Associatie van Stomp kweldergras). Deze associatie, die graag ook onder iets minder zoute omstandigheden voorkomt, treedt op waar het *Puccinellietum maritimae* door betreding of afplaggen (bijv. door golfslag) verstoord is. De hoogste delen van de kwelder zijn begroeid met het *Juncetum gerardi* (Associatie van Zilte rus).

De gebieden van de Kwade Hoek en de Slufter van Voorne zijn geen echte kweldergebieden. Zij behoren tot de groene stranden. Dit zijn gebieden die de overgang vormen van een duinkust naar een waddenkust aan de monding van zeegaten (Schaminée et al, 1995-1998). Op luchtfoto's en karteringen is duidelijk zichtbaar: er is een grote afwisseling van de beide aspecten strand en kwelder: in het noordwesten van het gekarteerde gebied van de Kwade Hoek wordt het strand met Zeekraal direct gevolgd door een stuifzandzone met de Associatie van Zandhaver en Biestarwegras. Achter een oeverwal, in de luwte, treedt dan de typische kwelderzoning op. Ook een gradiënt van zoet naar zout water is in de vegetatie van de Kwade Hoek en de Slufter van Voorne zichtbaar. Het optreden van de Rompgemeenschap van Heen (RG *Scirpus maritimus*, ook wel: *Haloscirpetum maritimi*) en ruig rietland (RG Haagwinde en riet) aan de oostzijde van de Kwade hoek duidt op veel zoetere omstandigheden dan de 16000 mg/liter Cl⁻ die men buitengaats zou verwachten. Dit wordt veroorzaakt door het regelmatig spuien van zoet water door de sluizen van het Haringvliet.

Materiaal en methoden

Vegetatie-opnamen

Van de Kwade Hoek en Slufter van Voorne zijn vegetatie-opnamen gebruikt die gemaakt zijn in het kader van de vegetatiekartering van deze gebieden (Knotters en Koppejan, 2002). Deze opnamen zijn met behulp van het programma Turboveg for Windows (Hennekens, 1998-2005) omgezet in een MS Access Database om deze te kunnen combineren met opnamen van de Zeeschelde (Hoffmann, 1993). Dit is nodig omdat er binnen de opnamen van de Kwade Hoek en de Slufter van Voorne geen gradiënt van zoet naar zout voorhanden is. Alle opnamen vallen binnen dezelfde saliniteitsklasse (euhalien, >17 g/l Cl^-), gemeten aan de saliniteitsmetingen van het meetpunt Haringvliet-10 (HA-10). De Zeeschelde-opnamen vallen binnen de klassen zoet water, oligohalien (0,2-3 g/l Cl^-) en mesohalien (3-10 g/l Cl^-). Bovendien zijn van de Zeeschelde-opnamen hoogtegegevens bekend. Van de opnamen in de database is een selectie gemaakt en deze opnamen zijn omgezet in Condensed Cornell Format ten behoeve van de verdere statistische verwerking (classificatie en ordinatie)

Zoutgehalte en waterstanden

Voor de zoutgehalten van de opnamen is gebruik gemaakt van metingen van meetstation Haringvliet-10. Voor deze metingen is gekozen bij gebrek aan beter: de meetpaal in de buurt van de Haringvlietssluis bevindt zich in de haven van Stellendam-buiten en is waarschijnlijk niet erg representatief voor wat betreft het zoutgehalte. Echte metingen langs de kust van de onderzochte gebieden ontbreken helaas, terwijl deze juist een goed beeld zouden kunnen geven van verloop van zoet naar zout langs de kust.

Hoogtemetingen

Om een indruk te krijgen van de hoogteligging van de vegetatietypen van de Kwade Hoek en de Slufter Voorne is gebruik gemaakt van een digitaal terreinmodel (DTM) uit het AHN (Actueel Hoogtebestand Nederland). Met behulp van ArcView zijn de opnamepunten in de vorm van een shape-file over het DTM gelegd en is per opname een hoogteligging bepaald. Met het shape-file van de vegetatiekaart is hetzelfde gedaan: voor elk onderscheidde vegetatietype is de gemiddelde hoogteligging bepaald, alsmede de gemiddelde waarde ± 1 SD. De waarde 'gemiddelde + 1 SD' geeft de hoogteligging weer waar ongeveer 75% van de waarnemingen onder ligt. De waarde 'gemiddelde - 1 SD' geeft de hoogteligging waar 75% van de waarnemingen boven ligt. Samen geven ze een indicatie van de hoogterange waarbinnen de verschillende vegetatietypen volgens het DTM voorkomen.

Classificatie en ordinatie

Omdat we geïnteresseerd zijn in de hoogteligging van vegetatietypen en niet in die van individuele opnamen, dienen de opnamen te worden geclassificeerd. Hiervoor is gebruik gemaakt van het programma ASSOCIA (Van Tongeren, ongepubl.). Dit programma vergelijkt rekenkundig de samenstelling van elke opname met die van een groot aantal 'gemiddelde' opnamen van bekende vegetatietypen.

Voor de ordening van de vegetatieopnamen naar zoutgehalte en hoogteligging t.o.v. GHW is gebruik gemaakt van een canonische correspondentie analyse (CCA) in het pakket

CANOCO (Ter Braak, 1998). De classificatie van de opnamen is gebruikt als passieve milieuvariabele om de centroiden van de clusters in het ordinatiediagram weer te kunnen geven.

Resultaten

Classificatie en ordinatie

Met behulp van het programma ASSOCIA kunnen de volgende vegetatietypen onderscheiden worden (Tabel 1):

Vegetatietype	Nederlandse benaming	VVN code	# opn.
Typho-Phragmitetum	Riet-associatie	08BB04	11
Trifolio fragiferi-Agrostietum stoloniferae	Associatie van Aardbeiklaver en Fioringras	12BA03	11
Ononido-Caricetum distantis	Associatie van Kattedoorn en Zilte zegge	12BA04	3
Atriplicetum litoralis	Strandmelde-associatie	22AA01	1
Honckenyo-Agropyretum juncei	Associatie van Zandhaver en Biestarwegras	23AA01	4
Spartinetum townsendii	Associatie van Engels slijkgras	24AA02	1
Salicornietum	Zeekraalgemeenschappen	25AA01/2	10
Suaedetum maritimae	Schorrekruid-associatie	25AA03	1
Puccinelieta maritimae	Associatie van Gewoon kweldergras	26AA01	17
Puccinelieta distantis	Associatie van Stomp kweldergras	26AB01	9
Juncetum gerardii	Associatie van Zilte rus	26AC01	17
Junco-Caricetum extensae	Kwelderzegge-associatie	26AC03	15
Atriplici-Elytrigietum pungentis	Associatie van Spiesmelde en Strandkweek	26AC06	6
Oenanthe lachenalii-Juncetum maritimi	Associatie van Zeerus en Weidetorkruid	26AC07	6
RG Scirpus maritimus	RG van Heen	26RG01	10
RG Agrostis stolonifera-Glaux maritima	RG van Melkkruid en Fioringras	26RG02	6
Sagino maritimae-Cochlearietum danicae	Associatie van Zeevetmuur en Deens lepelblad	27AA01	3
Centaurio-Saginetum	Associatie van Strandduizendguldenkruid en Krielparnassia	27AA02	11
Oenanthe-Althaeetum	Associatie van Strandkweek en Echte heemst	32BA02	2
Soncho-Epilobietum hirsuti	Moerasmelkdistelassociatie	32BA03	2
RG Calystegia sepium-Phragmites australis	RG van Haagwinde en Riet	32RG03	2
Totaal			148

Tabel 1: Aantallen opnamen in de verschillende vegetatietypen volgens de clustering m.b.v. ASSOCIA.

Een aantal opnamen kon slechts op orde- of verbondsniveau ingedeeld worden. Deze zijn weggelaten. De gevonden vegetatietypen komen overeen met de in Tabel 2 weergegeven SALT97 typen die ten grondslag liggen aan de vegetatiekaarten van het gebied.

Vegetatietype	SALT97-code
Typho-Phragmitetum typicum	Bb3, Bb5
RG Calystegia sepium-Phragmites australis	Bb3, Bb5
RG Scirpus maritimus	Bi3, Bi5
Centaurio-Saginetum	Cr
Junco-Caricetum extensae	Ee
RG Agrostis stolonifera-Glaux maritima	Jex
Juncetum gerardii	Jj, Jjm, Jj-r, Rg
Puccinellietum maritimae	P--b, Pg, Ppa, Pp-b
Puccinellietum distantis	Pe-b
Salicornietum	Qq0, Qq3, Qq3-b
Honckenyo-Agrophyretum juncei	R--f
Trifolio fragiferi-Agrostietum stoloniferae	Rg-t
Ononido-Caricetum distantis	Ro
Spartinetum townsendii	Ss5
Atriplicetum litoralis	Xx5
Oenanthro-Althaeetum	Xy5a
Atriplici-Elytrigietum pungentis	Xy5b

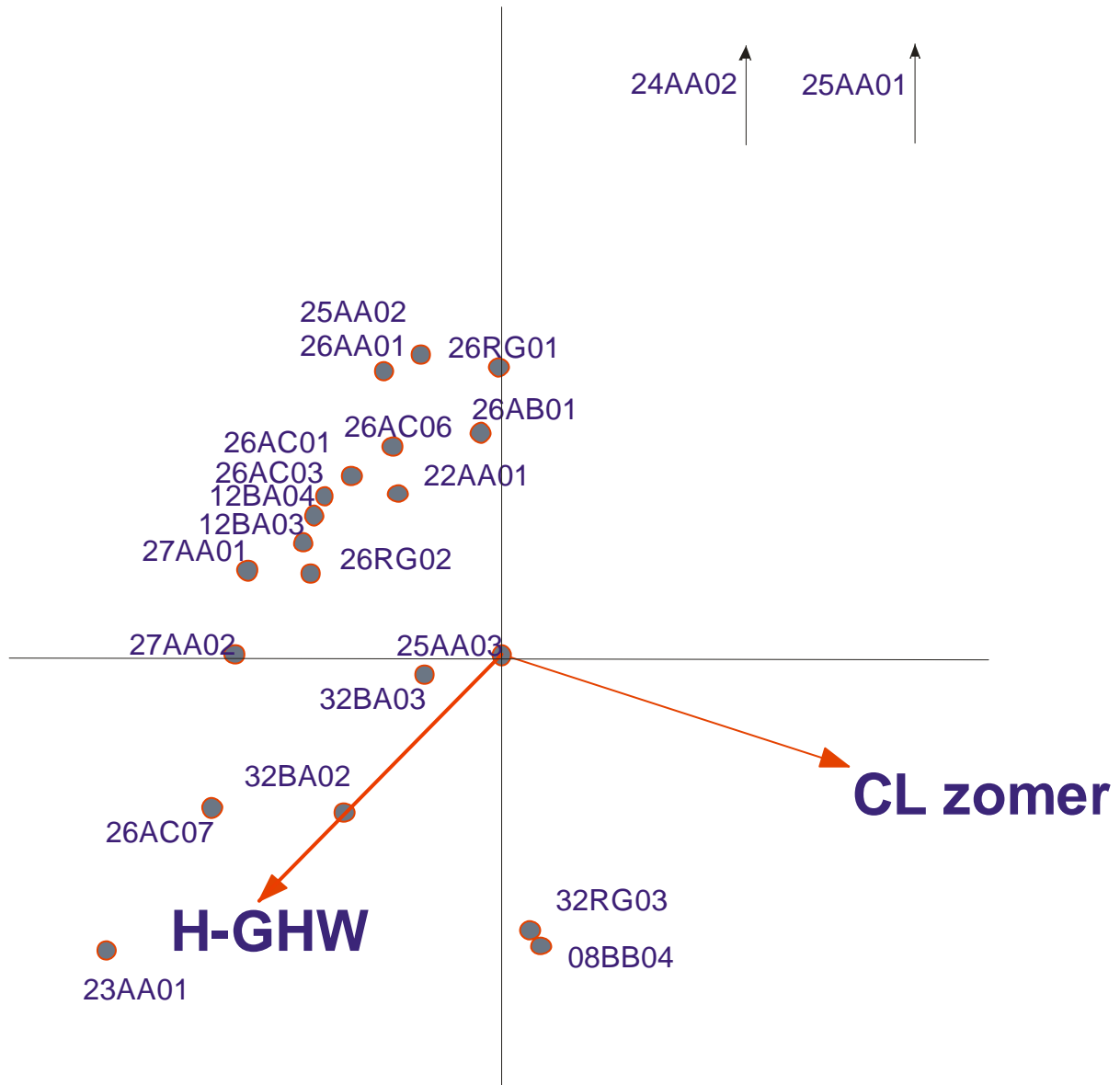
Tabel 2: SALT97 codering van de gevonden vegetatietypen.

Een aantal SALT97-typen kon niet teruggevonden worden. Dit betreft vier rompgemeenschappen die ook niet in de Vegetatie van Nederland beschreven staan, nl. de RG Agrostis-Festuca rubra-[Lolio-potentillion anserinae], de RG Potentilla anserina-[Lolio-potentillion anserinae], de RG Juncus maritimus-[Lolio-potentillion anserinae] en de RG Elymus athericus-[Lolio-potentillion anserinae].

De ordinatie van de vegetatie-opnamen is weergegeven in Afbeelding 1. De gradiënt in hoogteligging is duidelijk te zien in de rangorde van vegetatietypen: de pioniertypen van de lage slikken (klassen 24 en 25, Spartinetea resp. Thero-Salicornietea) worden gevolgd door de verbonden 26AA en 26AB (Puccinellion maritimae resp. Puccinellio-Spergularion salinae). Deze komen voornamelijk op de lage en middelhoge kwelders voor, ongeveer vanaf het GHW. Met de typen uit de klasse Saginetea maritimae (27) wordt de vegetatie duidelijk iets 'duinachtiger'. Op de middelhoge kwelder worden de vochtige graslanden van het Lolio-Potentillion (12BA) geplaatst. De ruigten van het Epilobion hirsuti (32BA) komen duidelijk iets hoger gelegen voor, evenals de ruigten van het Armerion maritimae. Het hoogstgelegen is het type 23AA01 dat op embryonale duintjes voorkomt en dat buiten de reikwijdte van het overspoelingswater ligt.

De typen 32RG03 en 08BB04 zijn rietlandtypen van het zoete en natte milieu. Deze komen in de gebieden op een hoogte van 1-1.5 meter boven GHW voor en dus eigenlijk veel te droog. Waarschijnlijk worden ze gevoed regen en zoet kwelwater vanuit de duinen.

De plaatsing van de typen 24AA01, 25AA01 en 25AA03 vallen buiten de lijn der verwachting. Dit wordt veroorzaakt door het feit dat deze bestaan uit enkele extreem soortenarme opnamen. Deze zijn moeilijk te plaatsen in een ordinatie.



Afbeelding 2: Ordinatie diagram met centroiden van de gevonden vegetatietypen ten opzichte van het Chloridegehalte van het overspoelingswater en de hoogteligging ten opzichte van het GHW.

Hoogteligging van de vegetatie

De hoogteligging van de vegetatie ten opzichte van het GHW is bepaald met behulp van het AHN en de waterstandsmetingen van het meetstation Haringvliet-10. De meetgegevens van Haringvliet-10 zijn opgenomen in Tabel 3. De hoogteligging is op twee verschillende manieren bepaald: op basis van de hoogteligging van de opnamen die tot een eerder bepaald vegetatietype behoren en op basis van de vlakken op de vegetatiekaart. Bij de laatste bepaling zijn alleen die vlakken gekozen waarin het gezochte vegetatietype met minstens 50% bedekking voorkomt.

De resultaten van de hoogtemetingen op basis van de opnamen is weergegeven in Tabel 4. De vegetatie is gerangschikt naar de gemiddelde hoogteligging. Deze volgorde komt naar verwachting overeen met de rangschikking in de ordinatie. Wel zijn de metingen duidelijk aan de hoge kant, wat vooral opvalt bij het rietlandtype 08BB04, het typische rietland. De opnamen van dit type zijn alle afkomstig van de Kwade Hoek. Daar zou dit type op een

hoogte van minimaal 42 cm boven GHW moeten voorkomen, wat gezien het feit dat het springtij-hoogwater maar 25 cm boven GHW ligt wel erg hoog is.

Metingen Haringvliet 10 (HA -10)

GHW	NAP + 124 cm
GLW	NAP - 88 cm

Slotgemiddelden 1991 (getijboekje)

Gemiddeld tij	HW = NAP + 126 cm LW = NAP - 89 cm
Springtij	HW = NAP + 150 cm LW = NAP - 93 cm
Doodtij	HW = NAP + 114 cm LW = NAP - 80 cm

Tabel 3: Waterstanden meetstation Haringvliet-10

Vegetatie	VVN code	Hoogteligging opnamen t.o.v GHW		
		gem	min.	max
Salicornietum	25AA01/2	-1.5	-86	61
Puccinellietum distantis	26AB01	29	-23	67
Puccinellietum maritimae	26AA01	35	-6	70
RG Scirpus maritimus	26RG01	36	-5.8	88
RG Calystegia sepium-Phragmites australis	32RG03	45	-31	131
Juncetum gerardii	26AC01	55	11	104
Trifolio fragiferi-Agrostietum stoloniferae	12BA03	59	18	95
Sagino maritimae-Cochlearietum danicae	27AA01	65	55	79
Junco-Caricetum extensae	26AC03	67	50	105
Centaurio-Saginetum	27AA02	72	31	126
Atriplici-Elytrigietum pungentis	26AC06	73.5	43	107
Typho-Phragmitetum typicum	08BB04	78	42	135
Oenanthe lachenalii-Juncetum maritimi	26AC07	80	61	103
Ononido-Caricetum distantis	12BA04	94	80	112
Honckenyo-Agropyretum juncei	23AA01	127	104	146

Tabel 4: Hoogteligging vegetatie-opnamen behorende bij de gegeven vegetatietypen op basis van het AHN, gerangschikt naar gemiddelde hoogteligging.

De hoogtemetingen van de vegetatie op basis van de vlakken op de vegetatiekaart laten een vergelijkbaar beeld zien (Tabel 5). Ook hier is een duidelijke gradiënt in de vegetatie zichtbaar die goed overeenkomt met de vegetatiekaarten van de beide gebieden. De hoogteligging van de diverse vegetatietypen komen hier beter overeen met informatie uit de literatuur dan bij de metingen op basis van de opnamen. Alleen de ruigten geven een te hoge ligging weer, hetgeen waarschijnlijk te maken heeft met een bekend probleem van hoogtemodellen op basis van laser-altimetrie: vaak wordt de top van de vegetatie als maaiveldhoogte geïnterpreteerd.

		Hoogteligging t.o.v. GHW					
		Voorne			Kwade Hoek		
		Gem.		Gem.	Gem.		Gem.
		-		+	-		+
		STD.	Gem.	STD.	STD.	Gem.	STD.
Salicornietum	25AA01/2	-85	-63	-41	22	46	70
Spartinetum townsendii	24AA02	-20	-11	-2			
Puccinellietum maritimae	26AA01	11	28	45	21	41	61
Puccinellietum distantis	26AB01				12	35	58
Juncetum gerardi	26AC01	42	56	70	28	46	64
Armerio-Festucetum litoralis	26AC02	30	42	54	13	30	47
Atriplicetum litoralis	22AA01	31	59	87			
Atriplici-Elytrigietum pungentis	26AC06	68	86	104	40	67	94
Centaurio-Saginetum	27AA02	63	92	121	47	63	79
Junco-Caricetum extensae	26AC03	50	60	70			
Honckenyo-Agropyretum juncei	23AA01				32	69	106
Oenanthe lachenalii-Juncetum maritimi	26AC07				77	97	117
Ononido-Caricetum distantis	12BA04				49	61	73
Trifolium fragiferi-Agrostietum stoloniferae	12BA03	86	105	124	23	42	61
RG Scirpus maritimus	26RG01	43	66	89	16	40	64
RG Calystegia sepium-Phragmites australis	32RG03	67	89	111	33	57	81

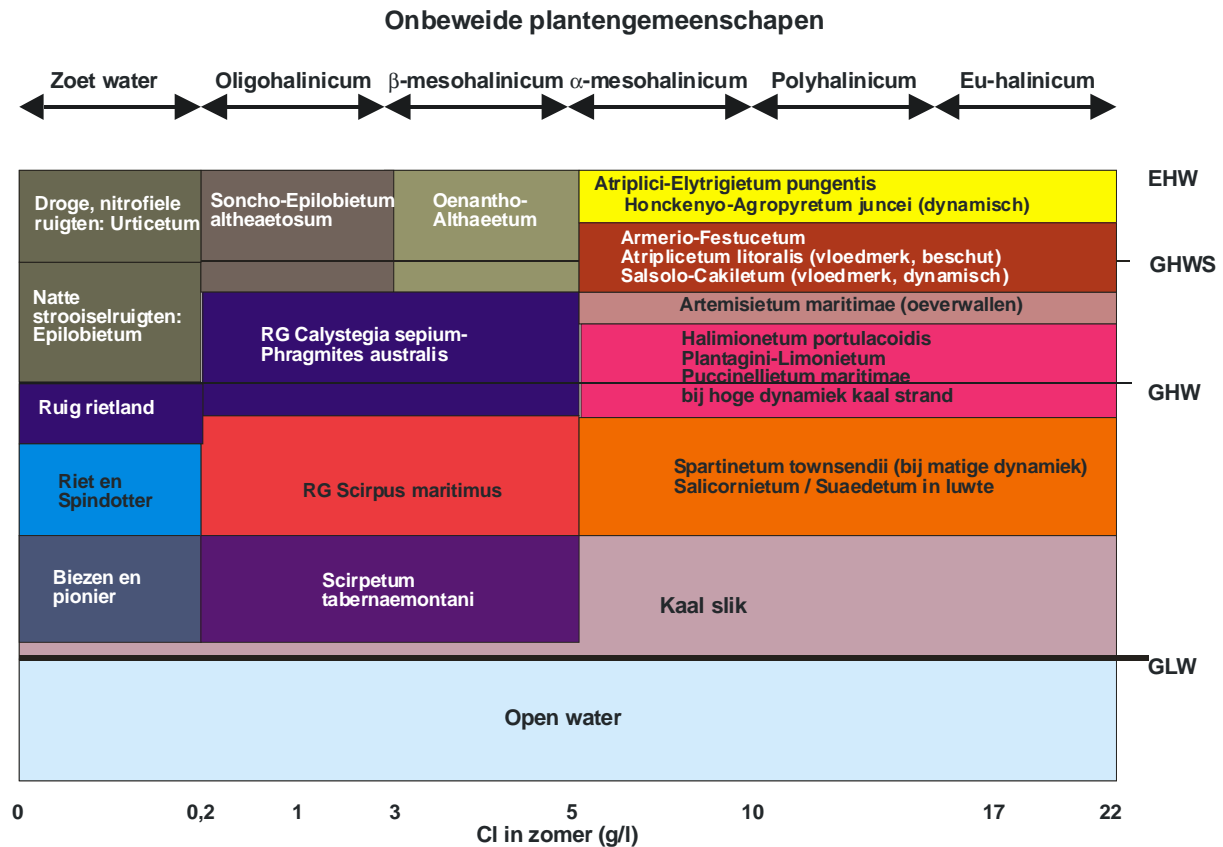
Tabel 5: Hoogteligging van vegetatietypen op basis van de vegetatiekaart AGI.

Tabel 5 laat zien dat de pioniervegetatie van Zeekraal en Engels slijkgras duidelijk de laagste delen van de slikken innemen. Zeekraal komt voor vanaf een hoogte van 80 cm beneden GHW, wat ongeveer overeenkomt met de waarde van halftij. Ook het Spartinetum bevindt zich in die zone. Vlak boven het GHW vinden we de beide Kweldergrasweiden en iets daarboven de zone met Engels gras en Rood zwenkgras. Ook de vloedmerkvegetatie met Strandmelde (*Atriplicetum litoralis*) komt in deze zone voor, die overeenkomt met het gemiddelde hoogwater bij springtij (zo'n 25-30 cm boven GHW in dit gebied, zie Tabel 3). De associatie van Zilte rus komt duidelijk pas vanaf het gemiddeld springtij-hoogwater goed tot ontwikkeling. De ligging van de associatie van Aardbeiklaver en Fioringras is als enige laagblijvende vegetatie iets aan de hoge kant. Dit verschijnsel is eerder typisch bij de onbegraasde vegetatietypen. Het laagst gelegen komt de rompgemeenschap van Heen (32RG01) voor, gevolgd door de RG van Haagwinde en Riet. Deze liggen minstens een meter te hoog voor de hydrologische omstandigheden van het gebied. Dit geldt ook voor de associatie van Zeerus en Weidetorkruid. De associatie van Spiesmelde en Strandkweek heeft op grond van haar wat ijlere karakter waarschijnlijk minder last van de artefacten van de laser-altimetrie evenals de associatie van Zandhaver en Biestarwegras

Een aantal belangrijke vegetatietypen van de brakke en zoute schorren ontbreken in het gebied, vermoedelijk door de beweiding. Dit zijn de Associaties van Zeeweegbree en Lamsoor, de Zoutmelde-associatie en de Zeealsem-associatie. Deze associaties komen op een vergelijkbare hoogte voor als de associatie van Gewoon kweldergras en gelden als vervangingsgemeenschappen. Het staken van de beweiding op de kweldergrasweiden kan leiden tot het tot ontwikkeling komen van de associatie van Zeeweegbree en Lamsoor. Op beter doorluchte plaatsen kan de Zoutmelde-associatie naar voren treden, vaker ook in mosaiek met de associatie van Zeeweegbree en Lamsoor (Schaminée et al, 1995-1998). De Zeealsem-associatie komt iets hoger gelegen voor op de zandige oeverwallen.

Conclusies en discussie

Op basis van de classificatie en ordinatie en de hoogtemetingen van de gevonden vegetatietypen is het volgende schema opgesteld voor de vegetatie onder onbeweide omstandigheden (Afbeelding 3).

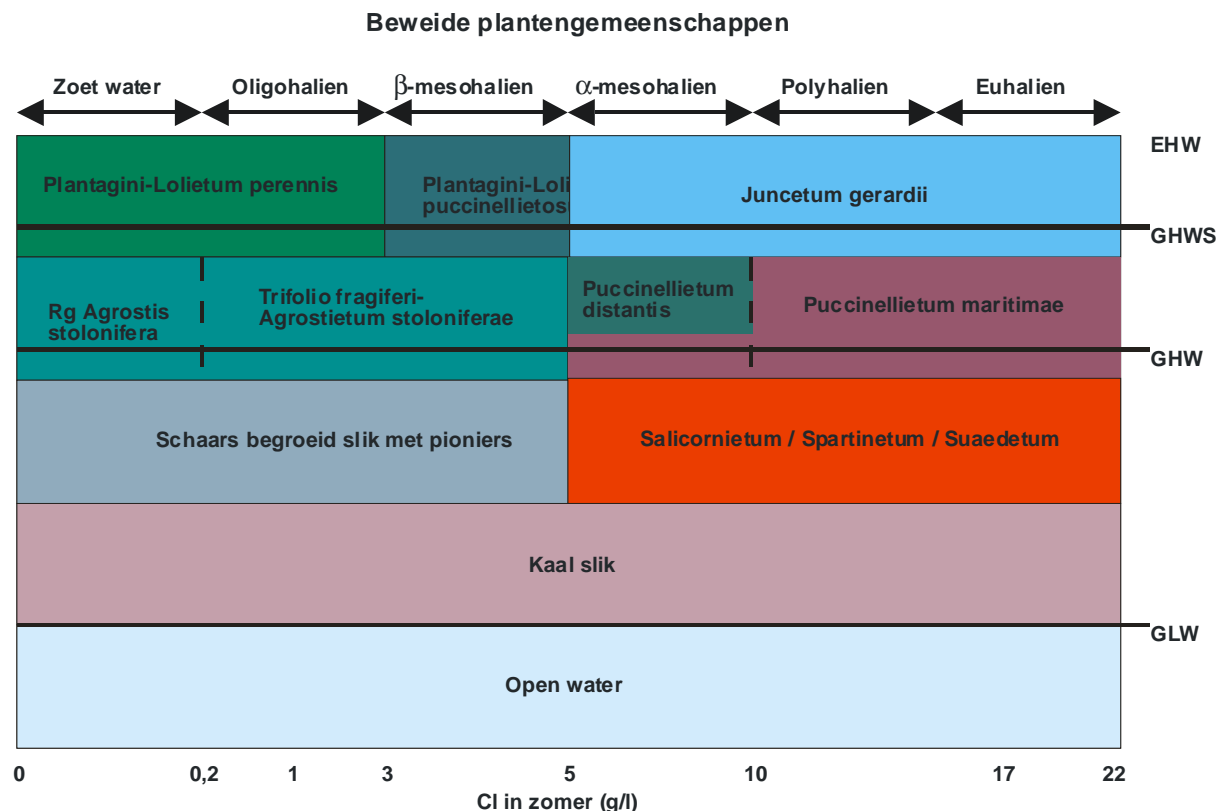


Afbeelding 3: Schema voor de onbeweide vegetatie in de voordelta van het Haringvliet.

De zone tussen GLW en halftij bestaat voornamelijk uit kaal slik met hier en daar een pol *Spartina spec.*, *Suaeda maritima* of *Salicornia spec.*. De daaropvolgende zone tussen halftij tot net onder GHW biedt plaats aan het *Spartinetum townsendii* (Associatie van Engels slijkgras), het *Suaedetum maritima* (Schorrekruid-associatie) en/of het *Salicornietum dolichostachyae* / *Salicornietum brachystachyae* (Associatie van Kortarige resp. langarige Zeekraal) wanneer de milieudynamiek niet te groot is. Bij een hoge milieudynamiek (sterke stroming en golfslag in dit geval) blijft het slik nagenoeg onbegroeid. De volgende zone tussen juist onder GHW tot halverwege Springtijhoogwater (GHWS) kan ingenomen worden door een drietal vegetatietypen: het *Halimionetum portulacoides* (Zoutmelde-associatie), het *Plantagini-Limonietum* (Ass. van Zeeweegbree en Lamsoor) en het *Puccinellietum maritima* (Ass. van Gewoon kweldergras). De laatstgenoemde associatie treedt vaak als eerste op tussen de slibvangende pollen Zeekraal en Engels slijkgras en wordt bovendien bevorderd en in stand gehouden door beweiding. Wanneer het gebied echter met rust wordt gelaten wordt de zone door de beide andere associaties bedekt. De in de regel iets hoger gelegen en zandiger oeverwallen kunnen met het *Artemisietum maritima* (Zee-alsem-associatie) begroeid raken. In de zone rond het GHWS wordt soms vloedmerk afgezet en deze pakketten vaak vormen onder min of meer beschutte omstandigheden een goede voedingsbodem voor het *Atriplicetum litoralis* (Speismelde-associatie). Onder onbeweide en licht beweide omstandigheden is deze zone geschikt voor de Associatie van Engels gras en Rood zwenkgras, die echter ook kan overgaan in een dominantiegemeenschap van Rood

zwenkgras of Strandkweek. Bij een grote milieudynamiek (in dit geval sterke overstuiving door wind) treedt hier kaal strand op met het Salsolo-Cakiletum (Ass. van Loogkruid en Zeeraket). Buiten de invloedssfeer van het overspoelingswater treedt het Atriplici-Elytrigietum pungentis (Ass. van Spiesmelde en Strandkweek) op de voorgrond, bij een hoge milieudynamiek het Honckenyo-Agropyretum juncei (Ass. van Zandhaver en Biestarwegras).

De beweide zonerings van kwelders staat in Afbeelding 4 weergegeven.



Afbeelding 4: Schema voor de beweide vegetatie in de voordelta van het Haringvliet.

Ook op de beweide kwelder bestaat de zone tussen GLW en halftij uit kaal slik, gevolgd door een zone met hier en daar een pol Zeekraal, Engels slijkgras of Schorrekruid. De zone van vlak beneden GHW tot vlak onder GHWS wordt gedomineerd door de Ass. van Gewoon kweldergras, bij een wat lager zoutgehalte (tussen 5000 en 10000) eventueel de Ass. van Stomp kweldergras. De hoogstgelegen kwelders zijn begroeid met het Juncetum gerardi, de Ass. van Zilte rus.

Het overgangsgebied van zoet naar zout is in de gegevens van de voordelta onvoldoende aanwezig. Hoewel er in het gebied zowel rietland als Heen voorkomt, ontbreken de gegevens om deze goed te kunnen plaatsen; het gehele gebied valt onder dezelfde saliniteitsklasse (eu-halien). Het is echter aan te nemen dat door het spuien van het Haringvliet het water langs de kust van de Kwade Hoek en Voorne minder zout is dan de metingen van Haringvliet-10. Om de zone van 300 mg/l tot 10000 mg/l Cl⁻ goed te kunnen invullen is het van belang vegetatiegegevens te gebruiken uit een gebied dat deze omstandigheden aanbiedt. Volgens Dick de Jong (RIKZ) zijn hiervoor gegevens van de Westerschelde geschikt en voorhanden. Deze zouden gebruikt mogen worden om het ontbrekende deel van de gradiënt in te vullen. Met het voorhanden zijnde materiaal kan dit niet en moeten we terugrijpen op de literatuur:

In het gebied tussen 200 en 5000 mg/l Cl⁻ vinden we op de onbeweide kwelder in de laagste delen de Associatie van Ruwe bies. Deze kan tot aan het GLW reiken. In de zone daarboven, overeenkomend met de Heen-zone en de Caltha-rietland-zone in het zoete deel van het estuarium komt de Rompgemeenschap van Heen voor, met vooral soorten uit de Asteretea tripolii. Vanaf net onder het GHW tot bijna aan het Springtijhoogwater kan de Rompgemeenschap van Haagwinde en Riet nog voorkomen. Vanaf het Springtijhoogwater (GHWS) tot daar waar de overspoeling nog nauwelijks een rol speelt komen twee ruigten tot ontwikkeling: in de zone van 200 tot 3000 mg/l Cl⁻ is plaats voor het Soncho-Epilobietum althaaetosum, een Heemst-rijke vorm van de Epilobiumruigten langs het Haringvliet. Het iets zoutere deel (3000 tot 5000 mg/l Cl⁻) wordt ingenomen door het Oenanthe-Althaeetum (Ass. van Strandkweek en Echte heemst), dat graag van het in rietland opgeworpen vloedmerk profiteert.

De beweide kwelder in de overgangszone van zoet naar zout bestaat in de laagste zone (van halftij tot net onder GHW) uit slik dat zeer schaars begroeid is met pioniersoorten. De vervangingsgemeenschap van de RG van Haagwinde en Riet is het Trifolio fragiferi-Agrostietum stoloniferae, een iets ziltere vorm van de fioningraslanden langs het Haringvliet. De zone van net onder het GHWS tot aan de duingraslanden wordt ingenomen door twee vormen van het Plantagini-Lolietum: tot 3000 mg/l de min of meer zoete vorm, vanaf 3000 mg/l de vorm met Puccinellia distans.

Bronvermelding

De Jong, D.J., K.S. Dijkema, J.H. Bossinade en J.A.M. Janssen (1998): SALT97, een classificatieprogramma voor kweldervegetaties. Rijkswaterstaat (RIKZ, Dir Noord Nederland, Meetkundige Dienst) & IBN-DLO

Hennekens, S.M., Schaminée, J.H.J & A.H.F. Stortelder (2001): SynBioSys, een biologisch kennissysteem ten behoeve van natuurbeheer, natuurbeleid en natuurontwikkeling. Alterra, Wageningen.

Hoffmann, M. (1993): Vegetatiekundig-ecologisch onderzoek van de buitendijkse gebieden langs de Zeeschelde met vegetatiekartering, Rapport Universiteit Gent.

Knotters, A.G. & H. Koppejan (2002): Toelichting bij de vegetatiekartering Slufter Voorne en Kwade Hoek op basis van false colour-luchtfoto's 1: 5000. Rapport MD-GAE -2002-45, Delft.

Schaminée, J.H.J., E.J. Weeda en V. Westhoff (1995-1998): De vegetatie van Nederland. Opulus Press, Leiden.

Ter Braak, C.J.F. (1998): Canoco, a FORTRAN program for canonical community ordination. Ithaca, New York.