

Schorherstel in de Ooster- en Westerschelde met gebruik van schorrenmatten

Marijn Tangelder, Jeroen van Dalen, Lennart van IJzerloo,
Tom Ysebaert

Rapport C024/15



IMARES Wageningen UR

(IMARES - Institute for Marine Resources & Ecosystem Studies)

Opdrachtgever:

Rijkswaterstaat Zeeland
Projectbureau Zeeweringen
Postbus 1000
4330 ZW Middelburg

Publicatiedatum:

Februari 2015



IMARES is:

- Missie Wageningen UR: *To explore the potential of marine nature to improve the quality of life.*
- IMARES is hét Nederlandse instituut voor toegepast marien ecologisch onderzoek met als doel kennis vergaren van en advies geven over duurzaam beheer en gebruik van zee- en kustgebieden.
- IMARES is onafhankelijk en wetenschappelijk toonaangevend.

P.O. Box 68 1970 AB IJmuiden Phone: +31 (0)317 48 09 00 Fax: +31 (0)317 48 73 26 E-Mail: imares@wur.nl www.imares.wur.nl	P.O. Box 77 4400 AB Yerseke Phone: +31 (0)317 48 09 00 Fax: +31 (0)317 48 73 59 E-Mail: imares@wur.nl www.imares.wur.nl	P.O. Box 57 1780 AB Den Helder Phone: +31 (0)317 48 09 00 Fax: +31 (0)223 63 06 87 E-Mail: imares@wur.nl www.imares.wur.nl	P.O. Box 167 1790 AD Den Burg Texel Phone: +31 (0)317 48 09 00 Fax: +31 (0)317 48 73 62 E-Mail: imares@wur.nl www.imares.wur.nl
--	--	---	--

© 2014 IMARES Wageningen UR

IMARES, onderdeel van Stichting DLO.
KvK nr. 09098104,
IMARES BTW nr. NL 8113.83.696.B16.
Code BIC/SWIFT address: RABONL2U
IBAN code: NL 73 RABO 0373599285

De Directie van IMARES is niet aansprakelijk voor gevolgschade, noch voor schade welke voortvloeit uit toepassingen van de resultaten van werkzaamheden of andere gegevens verkregen van IMARES; opdrachtgever vrijwaart IMARES van aanspraken van derden in verband met deze toepassing.

Dit rapport is vervaardigd op verzoek van de opdrachtgever hierboven aangegeven en is zijn eigendom. Niets uit dit rapport mag weergegeven en/of gepubliceerd worden, gefotokopieerd of op enige andere manier gebruikt worden zonder schriftelijke toestemming van de opdrachtgever.

A_4_3_1-V14.2

Inhoudsopgave

Samenvatting.....	5
1 Inleiding.....	8
1.1 Probleemstelling.....	8
1.2 Achtergrond.....	8
1.3 Doel.....	9
1.4 Aanpak.....	9
2 Methoden.....	10
2.1 Kweek10.....	
2.2 Locaties.....	13
2.3 Proefopzet.....	14
2.4 Plaatsing.....	18
2.5 Monitoring.....	19
3 Resultaten.....	20
3.1 Conditie van de matten.....	20
3.2 Overleving.....	22
3.2.1 Overleving Viane en Dortsman.....	22
3.2.2 Overleving Zuidgors.....	25
3.2.3 Overleving in relatie tot hoogteligging.....	28
3.3 Bedekking.....	29
3.4 Vestiging van soorten in kokosmatten.....	31
3.4.1 Aantallen van soorten.....	31
3.4.2 Biomassa van de gekweekte Spartina planten en andere gevestigde soorten.....	32
3.5 Visuele inspectie.....	33
3.5.1 Viane.....	33
3.5.2 Dortsman.....	34
3.5.3 Zuidgors.....	36
4 Discussie en conclusies.....	37
5 Kwaliteitsborging.....	40
Referenties.....	41
Verantwoording.....	42
Bijlage A. Tijdschema opkweek Spartina planten.....	43
Bijlage B. Specificatie Aqua-Flora filter-matten (kokosmatten).....	44

Bijlage C. Kaarten hoogteligging locaties	45
Bijlage D. Korrelgrootte verdeling Dortsman, Viane, en Zuidgors.....	47
Bijlage E. Coördinaten kokosmatten.....	48
Bijlage F. Beschrijving plaatsing matten	49
Bijlage G. Overzicht monitoring.....	50
Bijlage H. Verandering maaiveldhoogte Zuidgors	53
Bijlage I. Overzicht van verschillende schorrensoorten.....	54

Samenvatting

Projectbureau Zeeweringen verbetert de dijkbekledingen langs de Oosterschelde en Westerschelde. Daarbij kan helaas niet voorkomen worden dat kwetsbare schorren en slikken verstoord en deels vernietigd worden tijdens de dijkverbeteringswerkzaamheden. Het doel van deze studie was om na te gaan onder welke omstandigheden herstel en groei van schorvegetatie in dijkwerkstroken en pionierzones mogelijk is door het aanplanten van Engels Slijkgras (*Spartina anglica*, hierna '*Spartina*' genoemd) in zogenaamde kokosmatten. Het basiskokosmateriaal fungeert als substraat en bescherming tegen erosie voor de jonge planten gedurende de eerste groeiperiode totdat ze goed geworteld zijn in de bodem.

Voor deze proef zijn *Spartina* planten opgekweekt in de serre bij het NIOZ in Yerseke en overgeplant in kokosmatten (Aqua-Flora® filtermatten) in een kweekbassin bij Wolphaartsdijk waar de planten verder zijn opgekweekt. In totaal zijn 800m² matten ingeplant met zo'n 15.000 planten die daarna geplaatst zijn op verschillende locaties in de Oosterschelde en Westerschelde. In dit onderzoek zijn twee verschillende experimenten uitgevoerd, één in de Oosterschelde en één in de Westerschelde. De proef in de Oosterschelde is uitgevoerd bij de Slikken van Viane (nabij Zierikzee) en de Slikken van den Dortsman (Tholen) waar een klein schor gelegen is. Deze proef was gericht op het testen van de kokosmatten in de werkstrook van eerder uitgevoerde dijkwerkzaamheden (< 15 m van de dijkvoet) en op grotere afstand van de dijkvoet (in de pionierzone). Daarvoor is gebruik gemaakt van voorgekweekte *Spartina* planten van 16 weken oud in kokosmatten en het testen van verschillende (gerepliceerde) beplantingspatronen: lange mat van 5 m² (5x1m), vierkante mat 4m² (2x2m) en een 1m² mat (1x1m), telkens met 18 *Spartina* planten per m². Voor locatie Viane is ook een dambord patroon aangelegd. Ter controle is steeds 1m² aangeplant met losse *Spartina* planten zonder mat.

De proef in de Westerschelde is uitgevoerd bij het schor van Zuidgors (nabij Ellewoutsdijk). Deze proef was gericht op het testen van de overleving en groei van *Spartina* van verschillende leeftijden langsheen een hoogtetradiënt: zaden, gekiemde zaden, 6 weken en 16 weken oude planten. Behandelingen met en zonder kokosmat werden getest langsheen deze hoogtetradiënt.

Het transport en de plaatsing van de kokosmatten heeft plaatsgevonden in augustus 2013. De matten met daarin de *Spartina* zijn geplaatst op vooraf gemarkeerde transecten en gezekerd met verankeringspinnen en touw. Direct na aanleg van de matten is de monitoring gestart gericht op het in kaart brengen van de overleving van de planten, bedekkingspercentages, conditie van de matten, biomassa en kiemen van nieuwe zaden in de matten, verandering in hoogteligging, sedimentsamenstelling. De laatste monitoring is uitgevoerd in oktober 2014 waarna de data zijn geanalyseerd.

De resultaten van deze proef laten zien dat *Spartina* planten die in kokosmatten opgekweekt zijn beter overleven dan los aangeplante planten. Er kan geconcludeerd worden dat de kokosmatten extra bescherming bieden tegen het uitspoelen / weg eroderen van de planten. Maar de proeven laten ook een zeer gevarieerd beeld zien. De overleving van *Spartina* op de locaties Viane en Dortsman is duidelijk verschillend.

Bij de Dortsman is er sprake van een relatief goede overleving (totale overleving: 26% van de planten in de matten en 12% van de planten zonder mat), vooral in de werkstrook nabij de dijk. In 79% van alle behandelingen (met en zonder mat) heeft overleving van *Spartina* plaatsgevonden van minimaal één plant per behandeling. In de behandeling zonder mat was deze overleving 47%, in de behandelingen met matten was dit gemiddeld 90%. In de hogere zone (met name in de werkstrook op het schor) hebben kokosmatten relatief weinig effect omdat de omstandigheden hier dermate rustig zijn dat ook losse planten goed groeien. Tijdens de duur van deze proef trad in deze zone ook massaal spontane hergroei plaats. In de meer geëxponeerde delen ten oosten van het schor (bescherming enkel door *Spartina* pollen of geen enkele bescherming) hebben de matten een duidelijk positief effect in de werkstrook,

zowel wat betreft overleving als bedekkingspercentages van *Spartina*. De overleving in de verschillende oppervlakten en vormen vertonen geen grote verschillen waarbij de vierkante matten van 1m² en 4m² een iets hogere overleving vertonen dan de langwerpige mat van 5m². Opvallend is dat de kokosmatten ook fungeren als zaadvang voor planten. Met name in de werkstrook op het schor en in de zone met natuurlijk voorkomend *Spartina* was de vestiging van schorrensoorten aanzienlijk hoger dan in de referentie zonder kokosmat (met name voor *Spartina*, zeekraal (*Salicornia* spp.), klein schorrenkruid (*Suaeda maritima*) en zulte (*Aster tripolium*)). Blijkbaar bieden de matten substraat op plaatsen daar waar jonge kiemen normaal weg zouden spoelen. De biomassa meting van enkele matten laat ook duidelijk zien dat sommige soorten lijken te profiteren van de kokosmatten. Dit wordt het beste geïllustreerd door de biomassa van *Salicornia* spp. die op het schor en in de zone met *Spartina* pollen in de kokosmatten (aanzienlijk) hoger is dan in de referentie behandeling zonder mat. Deze soort lijkt te profiteren van de kokosmatten als vestigingssubstraat. In de schorzone lijken de nieuwe gekiemde *Salicornia* spp. planten de *Spartina* in de kokosmatten zelfs te verdringen.

Bij Viane bleek verrassend de overleving van de aangeplante *Spartina* zeer laag te zijn. Dit is waarschijnlijk te wijten aan de ligging die mogelijk te laag is voor groei van *Spartina* (-0.30m tot +0.70m NAP), hoewel hier van nature ook *Spartina* pollen groeien.

Op locatie Zuidgors in de Westerschelde is ook duidelijk aangetoond dat *Spartina* planten opgekweekt en verankerd in kokosmatten een duidelijk betere overleving hebben op het slik dan losse planten. Laag op het slik blijkt de sedimentdynamiek echter te groot (o.i.v. stormen), waardoor hier ook kokosmatten niet helpen voor vestiging van *Spartina*. De kokosmatten vertonen echter een relatief hoge overleving net voor de klifrand van het schor en in de zone met *Spartina* pollen (ongeveer de helft) ten opzichte van de transecten op het kale slik (transecten 3, 6 en 9). Er heeft alleen overleving plaatsgevonden van de 16 weken oude planten.

In dit onderzoek komt duidelijk naar voren dat het gebruik van kokosmatten de overleving en groei van *Spartina* planten positief beïnvloedt. Daarnaast is ook aangetoond dat de kokosmatten fungeren als zaadvang voor vestiging van andere schorrenplanten. Wel is gebleken dat een aantal factoren van groot belang zijn voor overleving en daarom worden de volgende **aanbevelingen** geformuleerd:

- Hoogteligging: waarschijnlijk heeft de hoogteligging bij locatie Viane (-0.30m tot +0.70m NAP) een belangrijke rol gespeeld in de beperkte overleving van *Spartina* ook al komt deze soort hier van nature voor. De aanbeveling is dan ook om hoger gelegen locaties te selecteren bij toepassing van kokosmatten, echter leidt een te hoge locatie wellicht weer tot concurrentie met andere soorten. Op de hogere locaties kan overwogen worden om andere soorten in de kokosmatten aan te planten. De meest geschikte range is afhankelijk van de lokale omstandigheden, maar op basis van de resultaten van deze studie lijkt 1,0 m – 1,8 m + NAP het meest kansrijk voor overleving van *Spartina* in de Oosterschelde, van de Westerschelde zijn minder gegevens beschikbaar maar lijkt deze grens rond 1,5 m – 1,7 m +NAP te liggen. Het gaat hierbij uiteraard om een eerste indicatie. Daar waar van nature een schor aanwezig is zoals bij Dortsman en Zuidgors zijn omstandigheden sowieso geschikt voor groei van schorvegetatie.
- Sediment- en waterdynamiek: De kokosmatten zijn niet opgewassen tegen snelle erosie (bv. als gevolg van een storm zoals bij Zuidgors) of langdurige erosie waarbij de perioden van rustige omstandigheden te kort zijn voor herstel van *Spartina*. Geëxponeerde kokosmatten op het kale slik zullen sneller eroderen dan in een zone met *Spartina* pollen. Aan de andere kant kan snelle sedimentatie ook leiden tot sterfte als de planten bedolven worden. Geleidelijke sedimentatie is echter juist goed voor de groei van *Spartina* en voor pol ontwikkeling.
- Concurrentie met andere soorten: Toepassing van matten in de schorzone laat zien dat er meer planten in de matten vestigen dan in de behandeling zonder mat, echter zijn de omstandigheden hier dermate rustig dat ook losse planten goed groeien. De kokosmatten kunnen daarom voornamelijk dienst doen in de zone voor het schor (pionierzone) of langs de dijk daar waar geen schor of enkel pollen aanwezig zijn.

- Leeftijd van de plant: in de proef bij Zuidgors kwam naar voren dat planten van zes weken en (gekiemde) zaden de proef niet overleefden. De aanbeveling is daarom om *Spartina* planten te gebruiken van minimaal 16 weken oud omdat deze planten het allemaal overleefden in de twee hoogst gelegen transecten.
- Verankering van de matten: goede verankering van de matten met houten pinnen en touw vergroot de kansen op behoud van de mat en overleving van de planten.

Tot slot verdient het de aanbeveling om de volgende jaren de proeflocaties verder op te volgen en de ontwikkelingen van de matten, *Spartina* pollen en andere soorten in kaart te brengen. Dit kan middels één opname in het najaar.

1 Inleiding

1.1 Probleemstelling

Sinds 1997 verbetert projectbureau Zeeweringen de dijkbekledingen langs de Westerschelde en de Oosterschelde. Deze werkzaamheden worden uitgevoerd in ecologisch kwetsbare gebieden (Natura2000 gebieden). Om die reden wordt er veel aandacht geschonken aan de natuurwaarden. Helaas is het niet te voorkomen dat schorren en slikken verstoord en deels vernietigd worden tijdens de verbeteringswerkzaamheden. Eén van de eisen vanuit het bevoegd gezag is dat de werkstrook maximaal 15 m mag bedragen vanuit de teen van de dijk. Daarnaast dient, wanneer uitgevoerd in een schor, dit deel van het schor in de oude situatie te worden hersteld. Het herstel gaat echter vaak langzaam en is niet altijd op voorhand te voorspellen. Er is behoefte aan een betere oplossing voor een snel, goed en voorspelbaar herstel van de overhoopgehaalde werkstrook in het schor. Meer algemeen is behoud en herstel van schorren met voldoende kwaliteit (diversiteit) een belangrijk aandachtspunt voor Rijkswaterstaat en een streefdoel vanuit Natura 2000 en de Kaderrichtlijn Water.

1.2 Achtergrond

In de Zuidwestelijke Delta had de aanplant van Engels slijkgras (*Spartina anglica*), hierna '*Spartina*' genoemd, rond 1920 een positief effect op het areaal schor. In de tweede helft van de 20^e eeuw hebben diverse waterstaatkundige werkzaamheden ertoe geleid dat het areaal vervolgens afnam. Afsluitingen van de zeegaten, inpolderingen en de verdieping van de vaargeul in de Westerschelde zorgden ervoor dat nieuwe schorren langs de dijk nauwelijks meer kunnen ontstaan. Schorren in de Zuidwestelijke Delta verouderen, omdat er weinig nieuwe schorren bijkomen (behalve op enkele plaatgebieden in de Westerschelde) en de bestaande schorren verruigen als gevolg van de vegetatiesuccessie. Het aandeel van de jongere fases wordt steeds kleiner. Daarmee neemt ook de biodiversiteit van de schorren af. Dijkverzwaringswerkzaamheden kunnen voor bijkomend verlies en schade aan schorren zorgen.

Vanuit de Kaderrichtlijn Water en Natura 2000 geldt een herstelopgave voor de pionierzone en de schorren in de Zuidwestelijke Delta. Tevens dient niet alleen de oppervlakte schorren behouden te blijven, maar moeten de schorren van voldoende 'kwaliteit' zijn, in de vorm van het in gelijke mate aanwezig zijn van verschillende successiestadia.

In het kader van het innovatieprogramma 'Building with Nature' hebben IMARES en NIOZ proeven gedaan in de Oosterschelde naar de mogelijke inzet van zogenaamde biobouwers voor kustverdediging en het tegengaan van erosie (www.ecoshape.nl). Met biobouwers bedoelen we hier soorten zoals schorrenplanten, zeegrassen en rifvormende schelpdieren. Voor deze soorten is proefondervindelijk aangetoond dat ze een reducerende werking kunnen hebben op golven en stromingen, en daardoor tevens sedimentatie- en erosieprocessen kunnen beïnvloeden (Koch et al. 2009, Borsje et al. 2011, Tangelder et al. 2013, de Groot et al. 2014, Bouma et al. 2014). Door een samenspel van fysische en ecologische processen zijn kwelders en oesterriffen in staat om zeespiegelstijging te compenseren (Kirwan en Megongial 2013, Temmerman et al. 2013, Rodriguez et al. 2014, Walles et al. 2015). Ondanks het groeiend besef dat deze biobouwers een positieve bijdrage kunnen leveren aan kustverdediging en het behoud van waardevol intergetijdengebied, staan ze ook steeds meer onder druk. In het geval van schorren zien we dat in de Oosterschelde nog maar weinig areaal resteert, en dat dit areaal door de zandhonger steeds verder krimpt. In de Westerschelde hogen de bestaande schorren steeds verder op, en komt langs de oevers nog nauwelijks pionierschor voor. Rijkswaterstaat wil de (kwaliteit van) schorren in de Oosterschelde en Westerschelde behouden en herstellen. Tevens zoekt men naar manieren om uitbreiding/herstel van (pionier)schor te bewerkstelligen, tevens in het kader van dijkverzwaringswerken.

Binnen Building with Nature zijn proeven gedaan met de aanplant van pioniervegetatie door middel van in Aqua-Flora® filtermatten (hierna kokosmatten genoemd) opgekweekte *Spartina anglica* (hierna *Spartina* genoemd) planten. *Spartina* geldt als een belangrijke pioniersoort, waarvan tevens is aangetoond dat ze lokaal golven kan dempen en sedimentatie kan bevorderen (Bouma et al. 2014). Met deze methode werd getest of op een redelijk eenvoudige manier succesvol (pionier)schor aangeplant kan worden. Het aanplanten van losse planten heeft een lagere overlevingskans door uitspoelen van de planten (proeven NIOZ, zie Kortsmid, 2014). Kleine proeven met kokosmatten werden uitgevoerd in 2012 en op een aantal plekken bleken de planten in de matten goed te groeien (Figuur 1). Tevens bleken de matten ook dienst te doen als zaadinvang voor allerlei andere plantensoorten die het jaar na plaatsing ontkiemden in de mat (Figuur 1). Ook toonde deze proef aan dat een goede verankering van de mat noodzakelijk bleek. Verschillende matten werden door golven omgeslagen of beschadigd.



Figuur 1. Begroeide kokosmat op 28 juni 2013 bij de schorren van de Dortsman. Deze mat werd geplaatst in de zomer van 2012 in het kader van het innovatieprogramma Building with Nature. Rechts een detail van de kokosmat met naast *Spartina* ook zeekraal (*Salicornia* spp.) en klein schorrenkruid (*Suaeda maritima*).

1.3 Doel

Dit project beoogt het aanplanten van *Spartina* in kokosmatten in de werkstrook waar dijkwerkzaamheden hebben plaatsgevonden en in de pionierzone (dit is de overgangszone van slik naar schor) van een aantal dijkvakken in de Oosterschelde en Westerschelde, met als doel na te gaan onder welke omstandigheden het herstel en de groei van schorvegetatie in dijkwerkstroken en pionierzones mogelijk is. Hierbij is getoetst wat de invloed van vorm en oppervlakte van kokosmatten is op overleving op verschillende plaatsten in de getijdenzone. Daarnaast is gekeken naar overleving van verschillende leeftijden planten: zaden, kiemen, 6 en 16 weken oude planten.

1.4 Aanpak

Voor deze proef worden *Spartina* planten opgekweekt en ingebracht in kokosmatten. Deze matten zijn een effectief en duurzaam middel voor het realiseren van oever- en watervegetaties, welke reeds met succes worden toegepast in allerlei zoetwater projecten. Hier worden dezelfde matten ingezet voor het stimuleren van schorvorming, waardoor schorherstel en groei in dijkwerkstroken en pionierzone kan optreden. Het aanplanten van losse planten is waarschijnlijk veel tijdrovender, en heeft een lagere overlevingskans door een grotere kans op uitspoelen van de planten. Dit wordt nader getest binnen dit project. Het project is uitgevoerd door IMARES en NIOZ in de periode van april 2013 tot december 2014.

2 Methoden

2.1 Kweek

Spartina planten zijn eerst vanaf zaad opgekweekt in de kas van het NIOZ, Yerseke. De zaden zijn verzameld in de Westerschelde in november van 2012 en vervolgens in het voorjaar van 2013 (11 maart) ontkiemd in kweekbakken (2 weken) en vervolgens geplant in kweekbakken (stek trays) (Figuur 2), in een sediment dat bestond uit Westerschelde zand (scherp zand) en tuinaarde (Terrafin®standaard) in een verhouding 50/50. Het planten in de stektrays is gebeurd in twee fasen, een eerste deel einde maart, een tweede deel begin april (zie Bijlage A).

Omwille van het koude voorjaar in 2013 zijn de *Spartina* planten maar langzaam gegroeid en heeft het langer dan voorzien geduurd vooraleer de planten naar buiten konden worden gebracht. Half mei waren de planten in de kas gegroeid tot ongeveer 4 cm groot (Figuur 2), waarna besloten werd ze over te brengen naar het open lucht kweekbassin bij Wolphaartsdijk.



Figuur 2. Links/midden: ontkieming van de *Spartina* zaden. Rechts: opkweek van *Spartina* in stektrays in de kas op 14 mei 2013. Plantjes zijn ongeveer 4 cm groot.

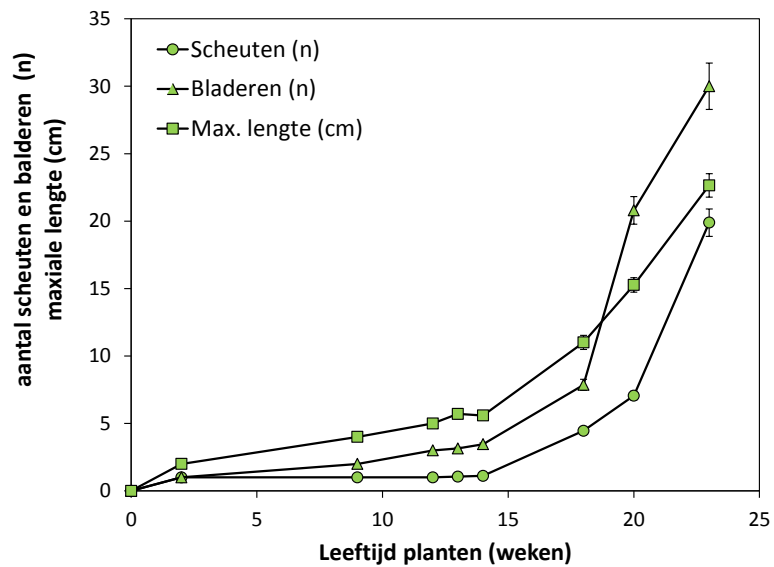
Het kweekbassin bij Camping De Heerlijkheid (Muidenweg 10, Wolphaartsdijk) werd oorspronkelijk gebruikt voor het kweken van wormen en Zulte. Het bassin is 2000m² (10 X 200) groot, en is voor een aantal maanden gehuurd. Licht zilt water vanuit de nabijgelegen sloot kan in het bassin gepompt worden, en zilt Veers Meer water kan beneveld worden door middel van sproeiers. In het bassin is eerst een worteldoek aangebracht (Figuur 3). De *Spartina* plantjes zijn gedurende een twintigtal dagen in de kweekbakken in het kweekbassin gehouden en bemest met beendermeel (zie Bijlage A). In de week van 3-7 juni 2013 zijn ze dan overgeplant in de kokosmatten. In Bijlage B is een uitgebreide beschrijving opgenomen van deze matten. Bij het overplanten in de matten is er bij elk plantje een hand Terrafin®standaard tuinaarde toegevoegd. De dichtheid in de kokosmatten bedraagt ±18 planten per m² en de plantjes zijn handmatig gepoot in de kokosmatten (Figuur 3). In totaal zijn ongeveer 800m² matten ingeplant met zo'n 15.000 plantjes. Tijdens de groei is op een aantal momenten plantenvoeding toegevoegd en is vanaf juli de saliniteit geleidelijk verhoogd (zie Bijlage A).



Figuur 3. Boven: Kweekbassin bij Wolphaartsdijk (links), waarin een worteldoek is aangebracht (rechts). Midden: poten van de Spartina plantjes in de kokosmatten in het kweekbassin op 5 juni 2013. De plantjes zijn dan zo'n 5 cm groot. Beneden: groei van de Spartina planten in de kokosmatten op 19 juli (links onder) en 2 augustus (rechts onder).

Spartina is met succes opgekweekt van zaad tot goed doorwortelde en forse planten, verankerd in de kokosmatten (Figuur 3). De eerste twee weken in de matten zijn de *Spartina* plantjes maar langzaam gegroeid, maar daarna is, mede door het warmere weer en het zonlicht, de groei sterk toegenomen (Figuur 4). Er moet echter benadrukt worden dat er een grote spreiding zat op de groei van de planten, deels afhankelijk van de positie van de matten in het kweekbassin. Door oneffenheden in de bodem was de waterdiepte niet overal hetzelfde, wat een invloed leek te hebben op de groei. Planten die dieper in het water stonden leken minder goed te groeien. Maar ook binnen een mat treedt variatie op. Figuur 4 laat de groei zien van planten in optimale omstandigheden, en kan dan ook beschouwd worden als de maximale groei die de planten bereiken hebben.

Ter controle voor de latere veldproeven in de Oosterschelde en Westerschelde zijn ook losse plantjes verder individueel opgekweekt in het bassin in wat grotere stektrays. Deze controle planten zijn in dezelfde periode iets minder sterk gegroeid dan de planten in de matten (aantal scheuten: 6.7 ± 0.38 , aantal bladeren 21.0 ± 1.29) (zie Figuur 4 ter vergelijking). Dit heeft waarschijnlijk te maken met het relatief kleine potvolume waarin deze planten zijn opgegroeid, maar verder betreft het gezonde, vitale planten.

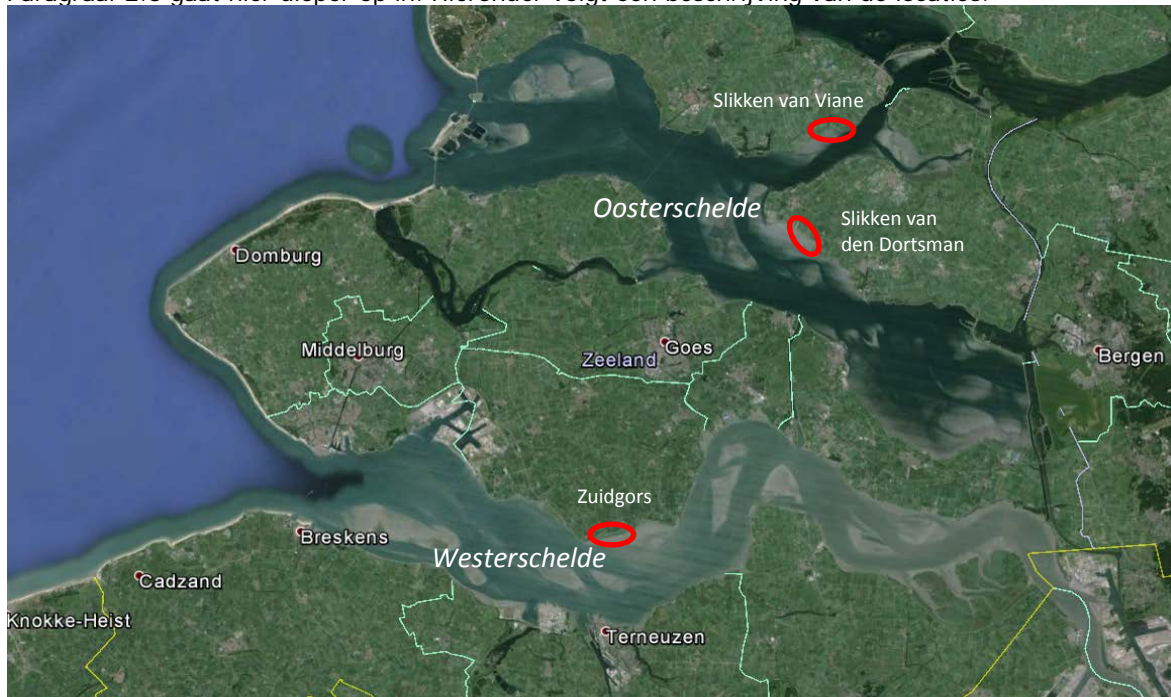


Figuur 4. Groei van de *Spartina* plantjes vanaf zaad (leeftijd 0, half maart 2013) tot week 23 (13 augustus 2013). In week 9 zijn de plantjes van de kas verplaatst naar het kweekbassin. In week 12 zijn de plantjes gepoot in de kokosmatten. Vanaf week 13 zijn steeds dezelfde planten opgemeten ($n=36$, twee matten verspreid over het bassin).

Oorspronkelijk was gepland de met *Spartina* opgekweekte kokosmatten in het veld (Oosterschelde en Westerschelde) te plaatsen einde juni / begin juli. Doordat de planten langzamer zijn gegroeid door het koude voorjaar zijn de matten uiteindelijk begin augustus naar de proeflocaties in het veld getransporteerd.

2.2 Locaties

De proef met kokosmatten is op drie verschillende locaties uitgevoerd die gelegen zijn in de Oosterschelde en de Westerschelde (Figuur 5). Per locatie werden verschillende behandelingen met *Spartina* getest (planten in matten van verschillende grootte en vorm en planten zonder mat) die in transecten zijn aangelegd evenwijdig met de dijk. Bij Viane is ook een dambord patroon getest. Paragraaf 2.3 gaat hier dieper op in. Hieronder volgt een beschrijving van de locaties.



Figuur 5. Ligging van de experimentele locaties in de Oosterschelde en Westerschelde (Bron: Google Earth).

De Slikken van Viane (Viane) is een breed slik gelegen langs de oostkust van Schouwen-Duiveland in de Oosterschelde nabij Ouwerkerk. Het slik is relatief laaggelegen met een hoogteligging van -0,43 tot +0,76 meter NAP op de experimentele locaties (Tabel 1, Bijlage C). Het dijktraject bij Viane is in 2010 versterkt. Nabij de dijk komen enkele pollen met *Spartina* voor. Er is geen schor aanwezig op deze locatie, ongeveer 1,5 kilometer naar het westen is wel een klein schor gelegen. De bodemsamenstelling bij Viane bestaat uit zeer fijn zand (Tabel 2, Bijlage D).

De Slikken van den Dortsman (Dortsman) liggen langs de zuidwest kust van het eiland Tholen in de Oosterschelde enkele kilometers ten zuiden van Stavenisse. Langs de dijk is op twee plaatsen een relatief smal maar goed ontwikkeld schor gelegen van gezamenlijk ca. 12 hectare (Van Maldegem & De Jong, 2004). De hoogteligging van de experimentele locatie varieert tussen +1,00 en +1,86 meter NAP (Tabel 1, Bijlage C). De bodemsamenstelling bij de Dortsman varieert van fijn zand tot silt (Tabel 2, Bijlage D). Tussen maart en november 2012 is ter plaatse van de experimentele locatie de dijk van nieuwe bekleding voorzien (traject Stavenissepolder, Nieuwe-Annex-Stavenissepolder), waarbij de aanwezige schorvegetatie in de werkstrook langs de dijk is verwijderd.

Het Zuidgors is gelegen ten oosten van Ellewoutsdijk op Zuid Beveland langs de Westerschelde. Hier is een langgerekt, maar relatief smal schor gelegen: het Zuidgors. De hoogteligging van de experimentele locaties ligt tussen +0,52 en +1,64 meter NAP (Tabel 1). De bodemsamenstelling bij Zuidgors varieert van fijn zand tot silt (Tabel 2, Bijlage D). In het algemeen geldt hoe hoger de ligging, hoe fijner het sediment.

Tabel 1. Gemiddelde **hoogteligging** per locatie en transect ten opzichte van NAP in meters voor Viane (n=5), Dortsman (n=5) en Zuidgors (n=2). Zie ook Bijlage C voor hoogte kaarten. Voor de ligging van de transecten zie Figuur 6, 7 en 8.

Transect	Viane	Dortsman	Zuidgors
1	0.70	1.86	1.64
2	0.50	1.81	1.49
3	0.54	0.86	1.01
4	0.26	1.77	0.52
5	-0.30	1.67	
6		1.02	
7		1.62	
8		1.43	
9		1.07	
Dambord met	0.08		
Dambord zonder mat	0.05		

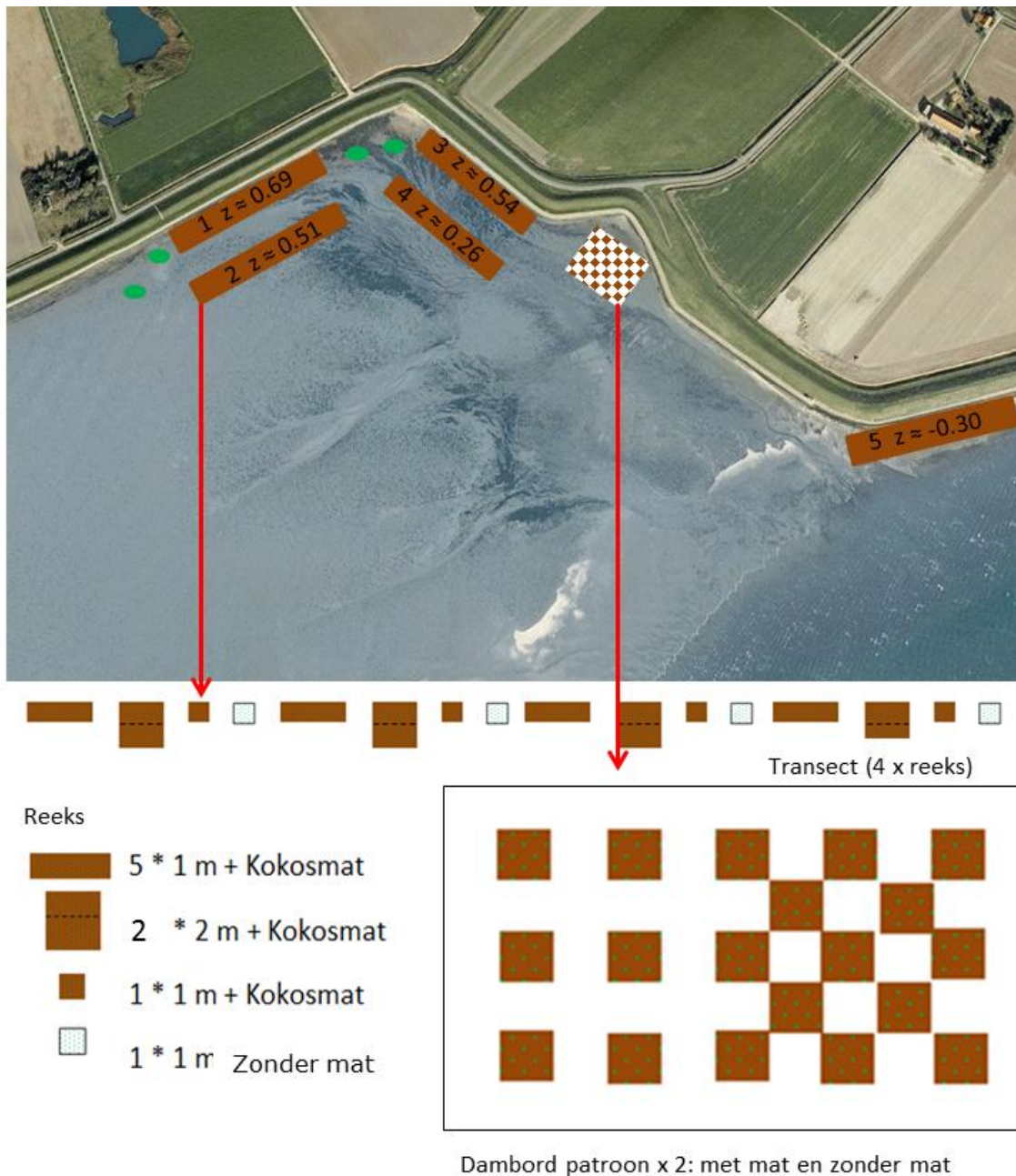
Tabel 2. Classificatie van de **sedimenttypen** voor Viane, Dortsman en Zuidgors op basis van de gemiddelde D50 per transect (fijn zand (125-250 μm), zeer fijn zand (63-125 μm) en silt (<63 μm)). Zie ook Bijlage D voor mediane korrelgrootte en relatieve fractieverdelingen.

Transect	Viane	Dortsman	Zuidgors
1	zeer fijn zand	silt	silt
2	zeer fijn zand	silt	silt
3	zeer fijn zand	fijn zand	silt
4	zeer fijn zand	silt	fijn zand
5	zeer fijn zand	zeer fijn zand	
6		fijn zand	
7		fijn zand	
8		fijn zand	
9		zeer fijn zand	
Dambord met	zeer fijn zand		
Dambord zonder	zeer fijn zand		

2.3 Proefopzet

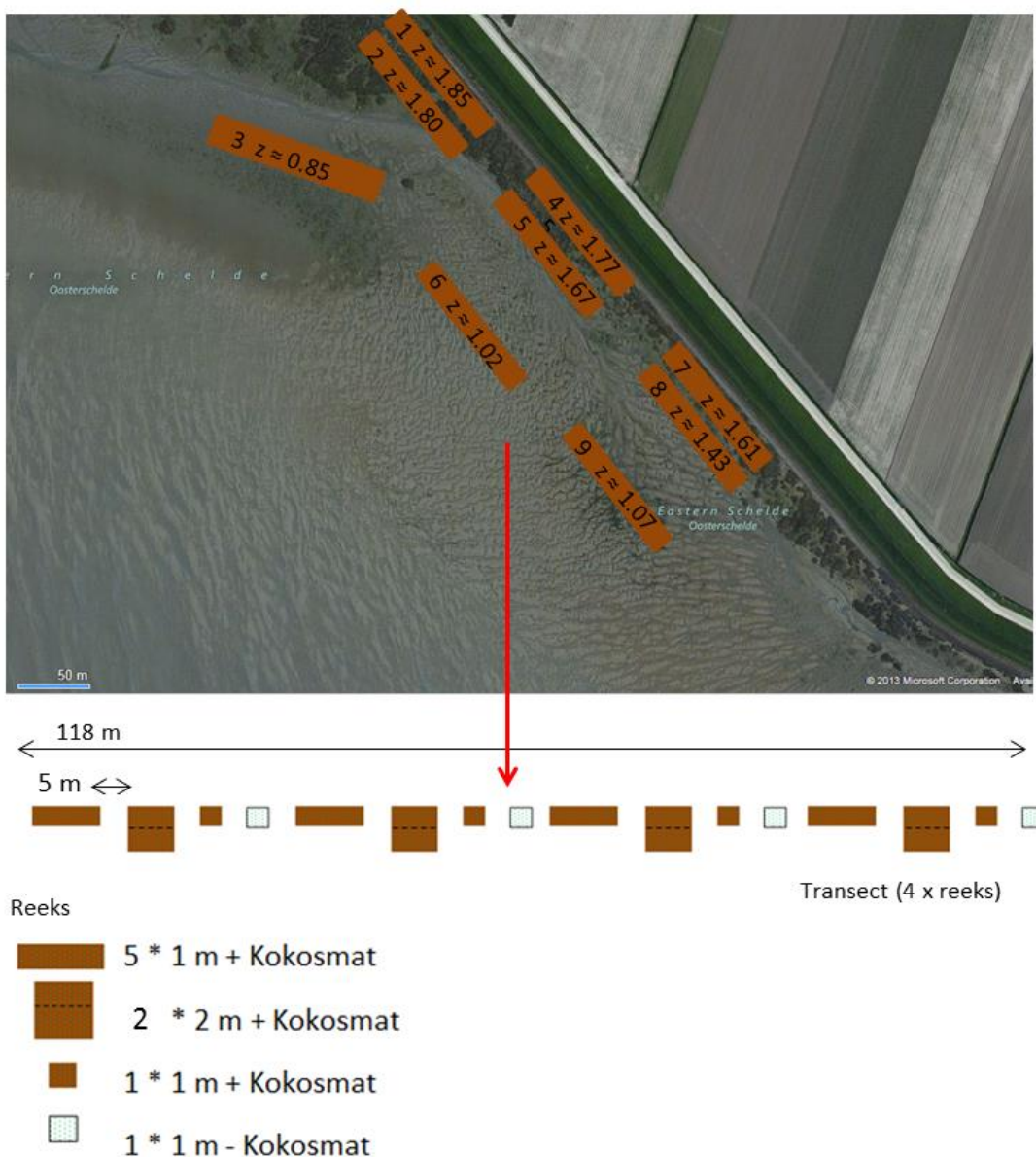
Hieronder wordt de proefopzet voor de drie locaties beschreven. Voor alle locaties is een combinatie van kokosmatten en losse zaailingen zonder mat (controle planten) aangelegd. Voor locaties Dortsman en Viane zijn de zaailingen in alle behandelingen 16 weken oud. Locatie Zuidgors heeft een afwijkende proefopzet waarbij verschillende leeftijden zijn toegepast: zaden, kiemen (enkele dagen oud), zaailingen van 6 weken en zaailingen van 16 weken. Deze zijn allen op dezelfde dag geplant. In bijlage E zijn de exacte coördinaten van de transecten opgenomen.

Viane: De experimentele locatie bevindt zich bij de dijkovergang Langeweg. Op twee afstanden van de dijk zijn de matten geplaatst: 10 m uit de dijk in de werkstrook (10m), en 50 m uit de dijk (50 m) (Figuur 6). Daarbij zijn reeksen van kokosmatten van drie verschillende oppervlakten aangelegd bestaande uit: 5m², 4m² en 1m² kokosmatten. Ook is 1m² met losse plantjes aangeplant van 16 weken oud (controle). Vier reeksen vormen één transect. In totaal zijn vijf transecten aangelegd (transecten 1 t/m 5 in Figuur 6). Daarnaast is ook een dambord patroon aangelegd in duplo: één met en één zonder kokosmatten (Figuur 6). Zo kan de invloed van oppervlakte en beplantingspatroon van de kokosmatten onderzocht worden.



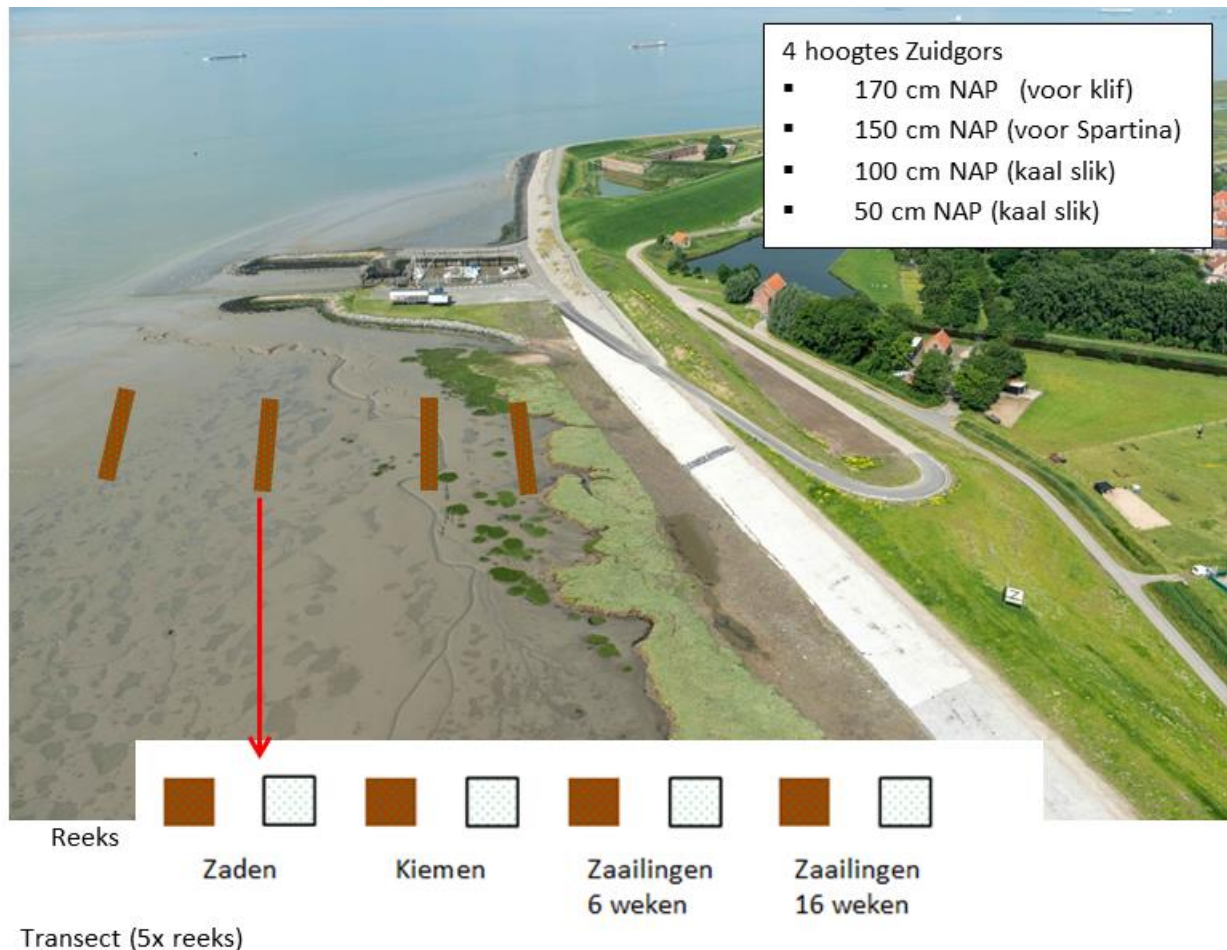
Figuur 6. Beplantingspatronen locatie Viane. Een reeks bestaat uit kokosmatten van 5m², 4m² en 1m² en 1m² met zaailingen. Vier reeksen (n=4 replica's) vormen één transect van 118 meter lang (met 5 meter tussen elke behandeling). In totaal zijn er vijf transecten aangelegd waarvoor ook de hoogteligging is aangegeven ten opzichte van NAP. Transect 5 ligt achter een oesterrif.

Dortsman: De experimentele locatie bevindt zich bij dijkovergang-slagboom Dijkweg/Kerkweg. Op drie afstanden van de dijk zijn de matten geplaatst: in de werkstrook 1 m van de dijkvoet, in de werkstrook 10 m van de dijkvoet en voor het schor op het kale slik (50 m van de schorrand of de aanwezige pollen) (Figuur 7). Daarbij zijn reeksen van kokosmatten van drie verschillende oppervlakten aangelegd bestaande uit: 5m², 4m² en 1m² kokosmatten. Daarnaast is 1m² met losse zaailingen aangeplant van 16 weken oud (controle). Vier reeksen vormen één transect. In totaal zijn negen transecten aangelegd: transecten 1 en 2 worden beschermd door het voorliggend schor, transecten 4 en 5 worden beschermd door een aantal grote *Spartina* pollen, terwijl transecten 7 en 8 niet beschermd worden door voorliggende vegetatie. De sedimentsamenstelling vertoont hier ook een duidelijke trend van meer fijn sediment bij transect 1 en 2 (silt) naar zeer fijn zand/fijn zand bij transect 7 en 8 (Tabel 1, Bijlage D), een gevolg van de meer geëxponeerde ligging van transecten 7 en 8. Transecten 3, 6 en 9 liggen op het kale slik voor het schor (Figuur 7).



Figuur 7. Beplantingspatronen locatie Dortsman. Een reeks bestaat uit kokosmatten van 5m², 4m² en 1m² en 1m² met zaailingen. Vier reeksen (n=4 replica's) vormen één transect. In totaal zijn er negen transecten aangelegd waarvoor ook de hoogteligging is aangegeven ten opzichte van NAP.

Zuidgors: De experimentele locatie bevindt zich nabij de slagboom bij de wegovergang over de dijk. Op vier verschillende transecten zijn proeven uitgevoerd: voor de klif van het schor, in de zone met *Spartina anglica* pollen, en twee locaties op het kale slik (Figuur 8). Per transect zijn een aantal reeksen bestaande uit oppervlakten van 1m² met en zonder mat geplaatst met daarin: zaden, kiemen (enkele dagen oud), zaailingen van 6 weken en zaailingen van 16 weken. Vijf reeksen (n=5 replica's) vormen één transect. De plaatsing van de verschillende behandelingen is random gebeurd.



Figuur 8. Beplantingspatronen locatie Zuidgors. Een reeks bestaat uit 1m² met mat en zonder mat, met daarin zaden, kiemen, zaailingen van 6 weken en zaailingen van 16 weken. Vijf reeksen vormen één transect. In totaal zijn er vier transecten aangelegd langsheen een hoogtegradiënt: Z1 nabij het schor tot Z4 op het lagere slik (zie ook Tabel 1).

2.4 Plaatsing

Het transport en de plaatsing van de kokosmatten heeft plaatsgevonden in augustus 2013. Voor locaties Viane en Dortsman is het transport en plaatsing uitgevoerd door Hoveniersbedrijf BTL, in samenwerking met IMARES en NIOZ, en voor Zuidgors is dit door medewerkers van het NIOZ en IMARES uitgevoerd. De matten zijn getransporteerd in houten bakken en per vrachtwagen naar de locaties gebracht. Ter plaatse zijn de houten bakken overgeladen op een wiellader en naar de juiste plek op het slik getransporteerd (Figuur 9). De matten met daarin de *Spartina* zijn geplaatst op de vooraf gemarkeerde transecten en gezekerd met verankeringspinnen en touw. Alvorens de matten zijn geplaatst, is circa 5 cm van het slik afgegraven om een goede inbedding van de mat te kunnen bewerkstelligen. In bijlage F is een gedetailleerd overzicht opgenomen van wanneer welke werkzaamheden zijn uitgevoerd op de verschillende locaties. Figuur 10 toont een kokosmat (5x1 m) met *Spartina* planten (5m² mat) en een m² losse planten één week na de aanleg.



Figuur 9. Plaatsing van de matten. Linksboven: aanleg van metalen beplating op zachte slik bij Viane om de experiment locatie bereikbaar te maken. Rechtsboven/onder: plaatsing van de matten op het slik.



Figuur 10. Een kokosmat (5x1 m) met *Spartina* planten en een m^2 losse planten één week na de aanleg.

2.5 Monitoring

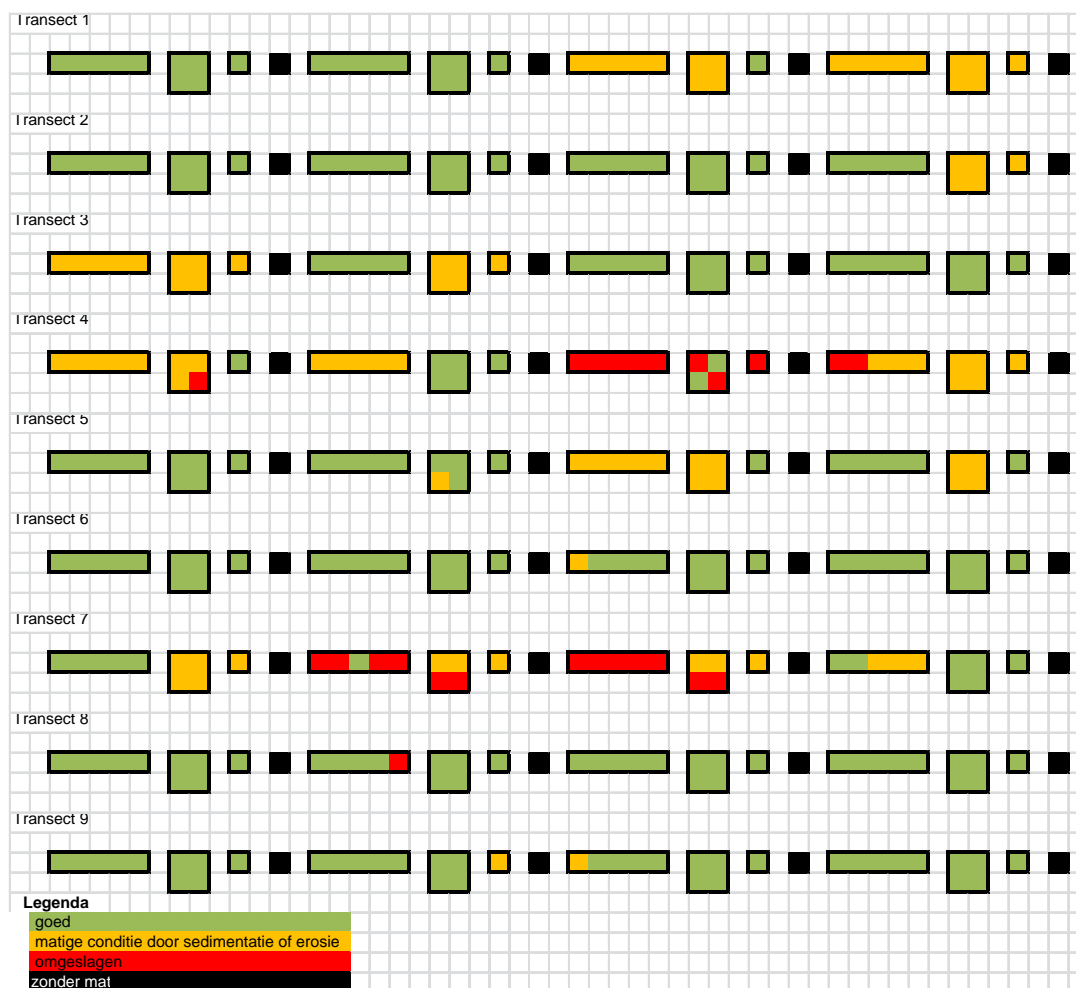
Direct na aanleg van de matten in augustus 2013 is de monitoring gestart. In Bijlage G is een overzicht opgenomen van de monitoring frequentie en uitvoering. Tot november 2013 zijn de matten maandelijks gemonitord om de conditie van de matten en de overleving van de planten na aanleg te volgen. In de winter is één monitoring uitgevoerd in februari 2014 en vervolgens weer in april, mei, juli en oktober om het opkomen en de groei van de *Spartina* planten na de winterperiode en bloei in de zomer goed vast te kunnen leggen. De monitoring is gericht op het tellen van de *Spartina* planten, beoordelen van hun vitaliteit (groen, bruin of dood), tellen van eventuele bloei- en zaadstengels, het schatten van bedekkingspercentages voor alle behandelingen (verschillende matten en zonder mat) en het bepalen van de biomassa van de planten.

Ook zijn beoordelingen gemaakt van de conditie van de kokosmatten (losraken en omslaan, verankering met touwen etc.), het inschatten van bedekking met wieren die soms op de matten achterblijven, erosie en sedimentatie op en rondom de matten, het tellen van nieuwe soorten (bv. zeekraal) die zich in de mat of in de controle plots zonder mat gevestigd hebben en het tellen van de aanwezigheid van wadpieren (*Arenicola marina*). Aanvullend zijn ook per transect hoogtemetingen verricht, erosie metingen uitgevoerd bij Zuidgors en is 1x per kwartaal de korrelgrootte verdeling van het sediment bepaald op alle locaties.

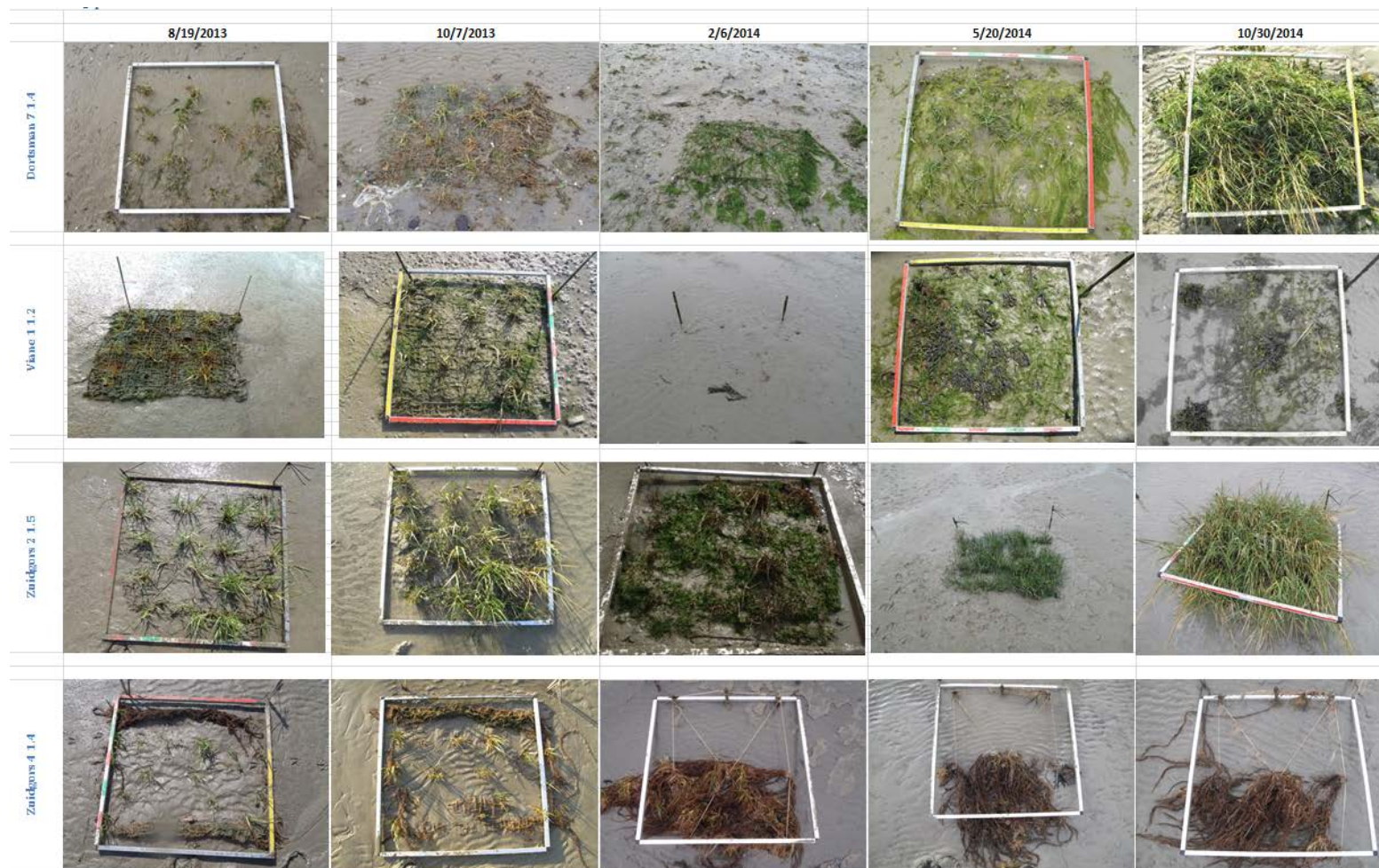
3 Resultaten

3.1 Conditie van de matten

Door blootstelling aan golven, stroming en sedimentatie/erosie kan de mat beschadigd worden. Met conditie wordt bedoeld de mate van behoud van de mat als verankeringsubstraat voor *Spartina*. Met name de conditie van de matten bij de Dortsman behoeft nadere toelichting. Figuur 11 geeft een overzicht van de conditie van de matten bij Dortsman. De matten in goede conditie (groen) zijn goed verankerd en zichtbaar aanwezig bovenop het slik. Matten in matige conditie zijn ondermijnd door erosie waardoor de kokosvezels binnen de mat losraken of juist ondergesedimenteerd (oranje). In het najaar van 2013 zijn enkele matten op transect 4, 7 en 8 losgeslagen doordat deze niet tijdig met touw verankerd waren (aangegeven in rood). Deze transecten zijn daarna alsnog in de mate van het mogelijke verankerd met touw, echter zijn de losgeslagen matten niet meegenomen in de verdere analysesresultaten. Deze zijn immers niet representatief voor de overleving van de *Spartina* planten. Op locaties Viane en Zuidgors waren alle matten verankerd met touw, daarom zijn hier geen figuren van opgenomen. Figuur 12 laat enkele foto voorbeelden zien van matten in goede en slechte conditie op alle locaties.



Figuur 11. Een overzicht van de conditie van de matten bij Dortsman aan het einde van de monitoring in oktober 2013. In het najaar van 2013 enkele matten zijn losgeslagen doordat deze niet met touw verankerd waren (aangegeven in rood).



Figuur 12. Voorbeelden van overleving en sterfte in de tijd van Spartina met kokosmatten aan de hand van foto's. Van boven naar beneden: Dortsman transect 1 (overleving), Viane transect 1 (sterfte), Zuidgors transect 2 (overleving) en Zuidgors transect 4 (sterfte).

3.2 Overleving

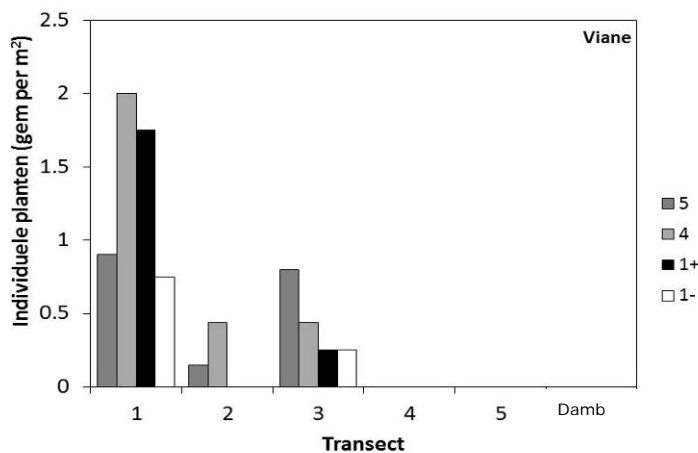
3.2.1 Overleving Viane en Dortsman

Bij Viane en Dortsman zijn verschillende behandelingen onderzocht met een langwerpige mat van 5m², een vierkante mat van 4m², een mat van 1m² en een behandeling zonder mat (controle planten) van 1m². Bij de start van het experiment was de dichtheid voor alle behandelingen 18 planten per m². In onderstaande figuren en tabellen is de overleving van *Spartina* weergegeven aan het einde van de proef voor de verschillende behandelingen en transecten bij Viane (Figuur 13, Tabel 3 en Tabel 4) en Dortsman (Figuur 14, Tabel 5).

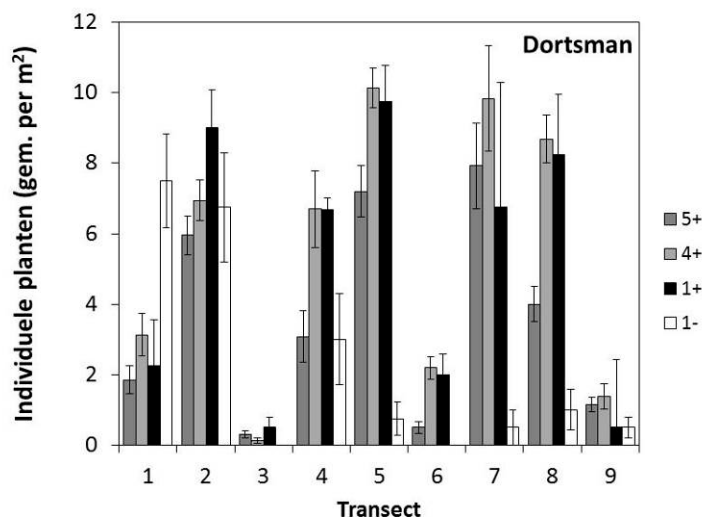
De totale gemiddelde overleving van alle transecten bij Viane bedraagt 3% voor de behandelingen met mat (0,4 planten/m²) en 1% voor de behandeling zonder mat (0,2 planten/m²). In 15% van de matten heeft overleving van één of meer planten plaatsgevonden (Tabel 6). De overleving is voor alle behandelingen het grootst op transect 1 met een overleving in de mat van 4m² van 16% oftewel 2,0 planten/m², daarna mat van 1m² met 12% overleving oftewel 1,75 planten/m², en de matten van 5m² met 6% overleving oftewel 0,9 planten/m² en met de behandeling zonder mat 3% overleving en 0,75 planten/m². Na transect 1 is de overleving het hoogst op transect 3 (1-5%) en daarna transect 2 (1-2%). Op transecten 4 en 5 en het dambord (zowel met als zonder mat) zijn er geen overlevende planten aangetroffen. Van alle behandelingen op alle transecten is de overleving het grootst voor de mat van 4m² (4%), daarna de mat van 1m² (2,6%) en 5m² (2,4%) en de overleving was het laagst voor de behandeling zonder mat (0,8%). In 25% van de matten van 1m² heeft overleving van één of meerdere planten plaatsgevonden. Voor vierkante mat van 4m² en langwerpige mat van 5m² is dat 15% en van de behandelingen zonder mat is dit slechts 5% (Tabel 6). Op het dambord patroon zowel met als zonder mat heeft geen overleving plaatsgevonden (Tabel 4).

Bij de Dortsman is de overleving zo'n 8 x hoger dan bij Viane uitgaande van de totale gemiddelde overleving van alle transecten van 26% in de behandelingen met mat (4,7 planten/m²). In 79% van de behandelingen (mat en zonder mat samen) heeft overleving van één of meer planten plaatsgevonden (Tabel 7). In de behandeling zonder mat was deze overleving 47%, in de behandelingen met matten was dit gemiddeld 90%. De gemiddelde totale overleving in de behandelingen zonder mat bedraagt 12% (2,2 planten/m²). De overleving is het hoogst op de middelste transecten 10 meter van de dijkvoet (transecten 2, 5 en 8) met gemiddeld 36% overleving (6,5 planten/m²), daarna voor de transecten nabij de dijk (transecten 1, 4 en 7) met gemiddeld 27% overleving (4,9 planten/m²). De transecten op het kale slik 50 meter vanaf de dijk vertonen de laagste overleving met 5% (1,3 planten/m²). Transect 2 heeft de hoogste overleving met 44% (7,2 planten/m²) maar de hoogste overleving per behandeling ligt in transect 5 voor de vierkante mat van 4m² met 50% overleving (10,1 planten/m²).

Voor de behandelingen met matten varieert de gemiddelde totale overleving tussen 20 en 30 %; de overleving is het grootst voor de mat van 1m² met 30% (4,9 planten/m²), daarna de mat van 4m² met 26% overleving (5,2 planten/m²), dan de mat van 5m² met 20% overleving (3,2 planten/m²). In 94% van de matten van 5m² heeft overleving van één of meerdere planten plaatsgevonden. Voor vierkante mat van 4m² en langwerpige is dat 89%, voor de mat van 1m² is dat 86% en van de behandelingen zonder mat is dit 47% (Tabel 7).



Figuur 13. Aantal overlevende planten op 29-10-2014 van individuele *Spartina* planten (gemiddeld per m²) op de Slikken van Viane zonder mat (1-), mat van 1m²(1+), mat van 4m²(4+) en mat van 5m²(5+) en het Dambord. Gestart werd met gemiddeld 18 individuele planten per m².



Figuur 14. Aantal overlevende planten op 30-10-2014 van individuele *Spartina* planten (gemiddeld per m²) op de Slikken van den Dortsman zonder mat (1-), mat van 1m²(1+), mat van 4m²(4+) en mat van 5m²(5+). Gestart werd met gemiddeld 18 individuele planten per m².

Tabel 3 **Overleving** van *Spartina anglica* op de Slikken van **Viane** in vergelijking met T0 (de dag van aanleg) met en zonder kokosmatten. T0= 06-08-2013, Tm= 20-05-2014 (Tmidden), Te= 29-10-2014 (Teinde).

Transect	Overleving planten in %											
	Zonder mat (1m ²)			Met mat (1m ²)			Vierkante mat (4m ²)			Lange mat (5m ²)		
	T0	T0/Tm	T0/e	T0	T0/Tm	T0/e	T0	T0/Tm	T0/e	T0	T0/Tm	T0/e
1	99%	7%	4%	98%	16%	12%	99%	18%	11%	100%	10%	6%
2	100%	0%	0%	99%	0%	0%	99%	1%	2%	100%	2%	1%
3	100%	0%	0%	99%	3%	1%	100%	9%	2%	100%	9%	5%
4	100%	0%	0%	100%	0%	0%	100%	0%	0%	100%	0%	0%
5	99%	0%	0%	100%	0%	0%	100%	0%	0%	99%	0%	0%
Gem overleving	99%	1%	1%	99%	4%	3%	100%	6%	3%	100%	4%	2%

Tabel 4. **Overleving** van *Spartina anglica* op de Slikken van **Viane** van het dambord patroon in vergelijking met T0 (de dag van aanleg) met en zonder kokosmatten. T0= 06-08-2013, Tm= 20-05-2014 (Tmidden), Te= 29-10-2014 (Teind).

Reeks	Zonder kokosmat			Met kokosmat		
	T0	T0/Tm	T0/Te	T0	T0/Tm	T0/Te
1	100%	0%	0%	100%	0%	0%
2	100%	0%	0%	100%	0%	0%
3	100%	0%	0%	100%	0%	0%
4	100%	0%	0%	100%	0%	0%
5	100%	0%	0%	100%	0%	0%
6	100%	0%	0%	100%	0%	0%
7	100%	0%	0%	100%	0%	0%
8	100%	0%	0%	100%	0%	0%
9	100%	0%	0%	100%	0%	0%
10	100%	0%	0%	100%	0%	0%
11	100%	0%	0%	100%	6%	0%
12	100%	0%	0%	100%	0%	0%
13	100%	0%	0%	100%	0%	0%
14	100%	0%	0%	100%	0%	0%
15	100%	6%	0%	100%	0%	0%
16	100%	0%	0%	100%	0%	0%
17	100%	0%	0%	100%	5%	0%
18	100%	6%	0%	100%	0%	0%
19	100%	0%	0%	100%	0%	0%
Gem overleving	100%	1%	0%	99%	1%	0%

Tabel 5. **Overleving** van *Spartina anglica* op de Slikken van de **Dortsman** in vergelijking met T0 (de dag van aanleg) met en zonder kokosmatten. T0= 08-08-2013, Tm= 21-05-2014 (Tmidden), Te= 30-10-2014 (Teinde).

Transect	Overleving planten in % bij Dortsman											
	Zonder mat (1m ²)			Met mat (1m ²)			Vierkante mat (4m ²)			Lange mat (5m ²)		
	T0	T0/Tm	T0/Te	T0	T0/Tm	T0/Te	T0	T0/Tm	T0/Te	T0	T0/Tm	T0/Te
1	100%	50%	42%	100%	15%	15%	100%	20%	20%	100%	15%	15%
2	100%	44%	38%	100%	50%	50%	100%	45%	45%	100%	42%	42%
3	100%	0%	0%	100%	4%	4%	100%	2%	2%	100%	3%	3%
4	100%	26%	17%	100%	45%	45%	100%	22%	22%	100%	14%	14%
5	100%	11%	4%	100%	48%	48%	100%	49%	49%	100%	43%	43%
6	100%	1%	0%	100%	14%	14%	100%	13%	13%	100%	4%	4%
7	100%	3%	3%	100%	43%	43%	100%	49%	49%	100%	36%	36%
8	100%	10%	6%	100%	49%	49%	100%	38%	38%	100%	18%	18%
9	100%	4%	3%	100%	8%	8%	100%	5%	5%	100%	3%	3%
Gem overleving	100%	17%	12%	100%	31%	31%	100%	27%	27%	100%	20%	20%

Tabel 6. Overleving bij de Viane waar minimaal één plant nog in leven was aan het einde van de proef voor de verschillende behandelingen: zonder mat (1-), mat van 1m²(1+), mat van 4m²(4+) en mat van 5m²(5+).

Behandeling	Overleving
1-	5%
1+	25%
4+	15%
5+	15%
Totale overleving	15%

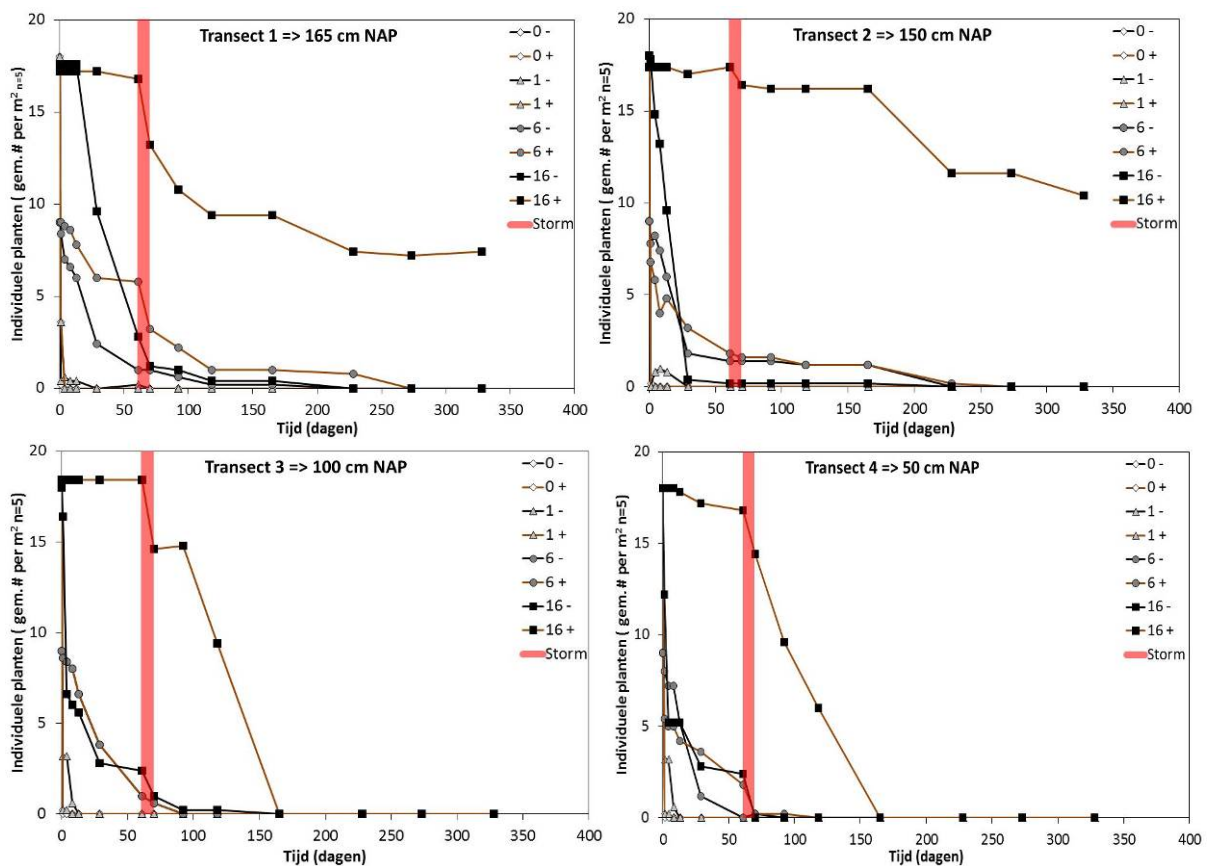
Tabel 7. Overleving bij de **Dortsman** waar minimaal één plant nog in leven was aan het einde van de proef voor de verschillende behandelingen: zonder mat (1-), mat van 1m²(1+), mat van 4m²(4+) en mat van 5m²(5+).

Behandeling	Overleving
1-	47%
1+	86%
4+	89%
5+	94%
Totale overleving	79%

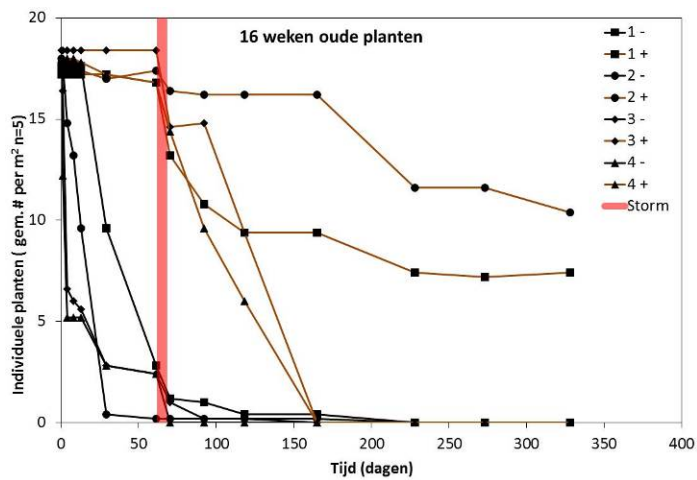
3.2.2 Overleving Zuidgors

Bij Zuidgors zijn vier verschillende leeftijden van planten getest (ongekemde en gekemde zaden, 6 weken en 16 weken oude planten) in twee behandelingen van elk 1m²: met en zonder kokosmat. In onderstaande figuren en tabellen is de overleving van *Spartina* weergegeven aan het einde van de proef voor de verschillende leeftijden van planten (met/zonder mat) en transecten bij Zuidgors (Figuur 15, Figuur 16 en

Tabel 8). Alleen op transect 1 (voor de klifrand van het schor) en op transect 2 (in de zone met *Spartina anglica* pollen) heeft overleving plaatsgevonden van de 16 weken oude planten in kokosmatten. Met een gemiddelde overleving van 52% is deze overleving wel relatief hoog in vergelijking met de andere locaties. Bij alle overige behandelingen, dat wil zeggen jongere groeistadia van *Spartina*, en aanplant zonder matten, heeft geen overleving plaatsgevonden. In het najaar van 2013 heeft een zuidwesterstorm gezorgd voor sterke erosie met name op de buitenste transecten 3 en 4. In Figuur 15 en Figuur 16 staat het tijdstip van de storm aangegeven met een verticale rode lijn. In bijlage H is een figuur opgenomen die de verandering in maaiveld hoogte laat zien, hier is goed te zien dat er op het tijdstip van de storm veel erosie heeft opgetreden (Figuur 17).



Figuur 15. Overleving van individuele planten *Spartina anglica* gemiddeld per m^2 bij Zuidgors zonder mat en ongekiemde zaden (0-), voorgekiemde zaden (1-), zes weken oude planten (6-) en zestien weken oude planten (16-) en met mat met ongekiemde zaden (0+), voorgekiemde zaden (1+), zes weken oude planten (6+) en zestien weken oude planten (16+). In het najaar na de aanleg heeft een storm plaatsgevonden waarna een deel van de behandelingen is weggespoeld. De verticale rode lijn in de grafieken geeft het tijdstip van de storm weer.



Figuur 16. Overleving van individuele planten *Spartina anglica* van 16 weken oud gemiddeld per m² bij Zuidgors bij transecten 1, 2, 3 en 4 met mat (+) en zonder mat (-). In het najaar na de aanleg heeft een storm plaatsgevonden waarna een deel van de behandelingen is weggespoeld. De verticale rode lijn in de grafieken geeft het tijdstip van de storm weer.

Tabel 8 **Overleving** van *Spartina anglica* bij **Zuidgors** vergelijking met T0 (de dag van aanleg) voor de behandeling met planten van 16 weken oud (bij aanvang van het experiment). T0= 22-08-2013, Tm= 22-05-2014 (Tmidden), Te= 14-11-2014 (Teind).

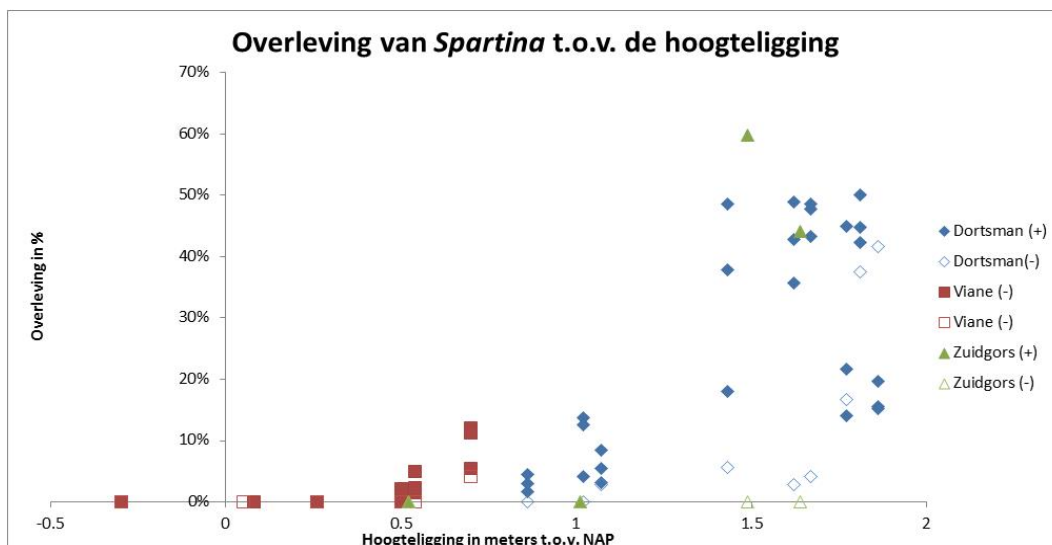
Transecten	Planten van 16 weken met mat		
	T0	Tm/T0	Te/T0
1	100.00%	41.86%	44.19%
2	100.00%	66.67%	59.77%



Figuur 17. Erosie ten gevolge van een najaarsstorm in 2013 op Zuidgors. Vooral transecten 3 en 4 werden hierdoor getroffen en nagenoeg alle matten en planten werden vernield, beschadigd of ontworteld.

3.2.3 Overleving in relatie tot hoogteligging

Vermoedelijk heeft hoogteligging een belangrijke rol gespeeld in de overleving van de *Spartina* planten bij de proeven op Viane, Dortsman en Zuidgors. Dit wordt onderbouwd door (Figuur 18) waarin de relatie tussen overleving en hoogteligging wordt weergegeven. Hier is duidelijk te zien dat de hoogste overleving plaatsvindt bij een hoogteligging van 1,0m-1,8 m + NAP. Ook is te zien dat de overleving van de planten zonder mat lager is dan de behandeling met mat. Enkel op de hogere, meer beschutte delen overleven ook planten zonder mat.



Figuur 18. Overleving van *Spartina* t.o.v. de hoogteligging voor locatie Viane, Dortsman en Zuidgors. (+) is met mat en (-) is zonder mat.

3.3 Bedekking

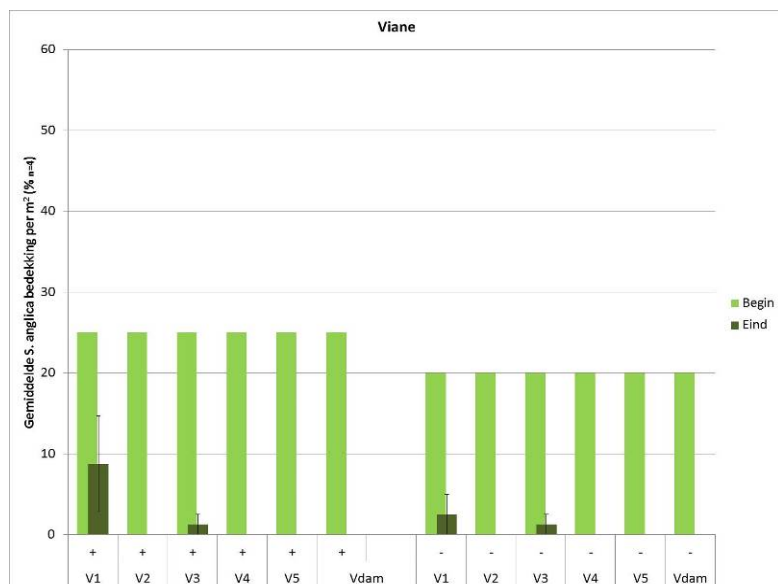
De bedekking geeft een indicatie van de bovengrondse biomassa van de *Spartina* planten. Figuur 19, Figuur 20 en Figuur 21 geven de bedekkingsgraad in procenten weer van *Spartina* per m² aan het begin en eind van de proef voor de behandelingen van 1m² met (+) en zonder (-) mat. In de resultaten voor Dortsman zijn de omgeslagen matten niet meegenomen (één 1m² mat op transect 4, Figuur 11).

Voor de bedekking bij het begin van de proef is een gemiddelde geschat op basis van de foto's. De gemiddelde bedekking van de planten met mat is hoger (25%) dan de planten zonder mat (20%), omwille van de betere groei van de planten met mat in het kweekbassin (zie 2.1 Kweek).

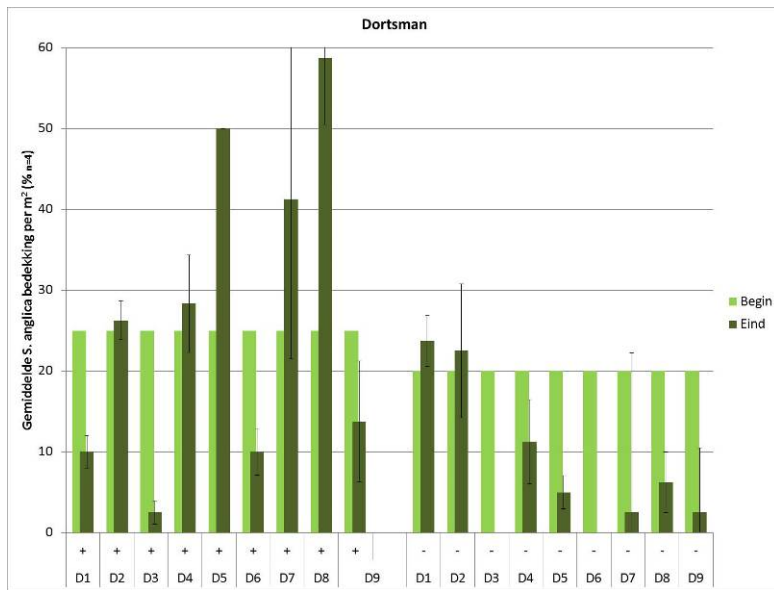
Bij Viane is de bedekking aan het einde van de proef voor alle transecten en behandelingen lager dan aan het begin van de proef (Figuur 19). Alleen op de transecten 1 en 3 heeft overleving plaatsgevonden, op de andere transecten is alles verdwenen. Voor transect 1 is de bedekking 9% voor de behandeling met mat en 1% voor de behandeling zonder mat. Voor transect 3 is de bedekking 3% voor de behandeling met mat en 1% voor de behandeling zonder mat.

De Dortsman laat een heel ander beeld zien. Hier is de bedekking voor de behandeling met mat bij transecten 2 (26%), 4 (28%), 5 (50%), 7 (41%) en 8 (59%) hoger aan het einde van het experiment in vergelijking met de bedekking bij plaatsing van de matten (Figuur 20). Voor de behandeling zonder mat geldt dit alleen voor transect 1 (24%) en transect 2 (23%).

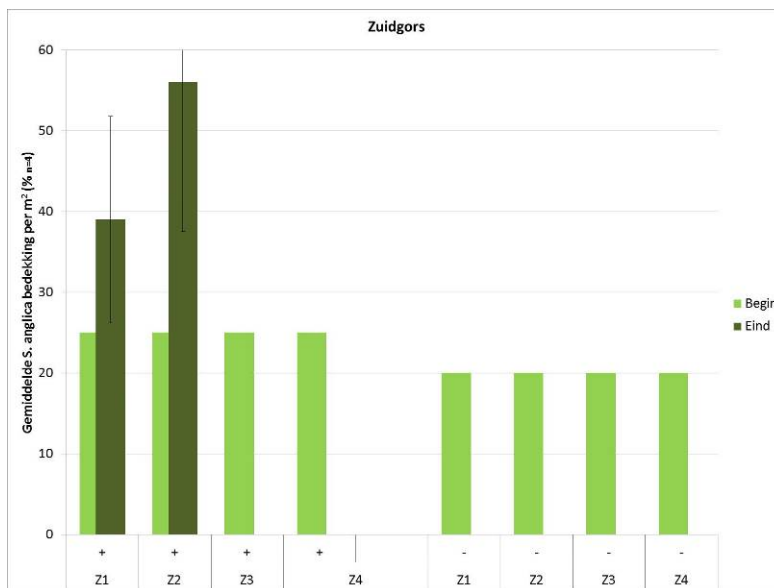
Bij Zuidgors heeft alleen overleving plaatsgevonden op transecten 1 en 2 in de behandeling met mat met 16 weken oude planten, maar de bedekking is hier relatief hoog (Figuur 21). Deze figuur geeft dus alleen de resultaten weer van 1m² met en zonder mat van de 16 weken oude planten (zoals ook het geval is in de figuren voor de overige lokaties). Voor transect 1 bedraagt de bedekking 39% en voor transect 2 56%.



Figuur 19. Gemiddelde bedekkingspercentages van *Spartina anglica* bij Viane aan het begin (06-08-2013) en eind van de proef (29-10-2014) in de 1m² plots. + = met mat; - = zonder mat.



Figuur 20. Gemiddelde bedekkingspercentages van *Spartina anglica* bij Dortsman aan het begin (08-08-2013) en eind van de proef (30-10-2014) in de 1m² plots. + = met mat; - = zonder mat.



Figuur 21. Gemiddelde bedekkingspercentages van *Spartina anglica* (16 weken oude planten) bij Zuidgors aan het begin (22-08-2013) en eind van de proef (14-11-2014). + = met mat; - = zonder mat. Deze grafiek geeft alleen de resultaten van 1m² met en zonder mat.

3.4 Vestiging van soorten in kokosmatten

De kokosmatten bleken ook zaden in te vangen van verschillende schorren soorten. Er zijn vijf verschillende soorten aangetroffen: nieuwe kiemen van *Spartina* zelf, zeekraal (*Salicornia* spp., zulte (*Aster tripolium*), klein schorrenkruid (*Suaeda maritima*) en zoutmelde (*Halemione portulacoides*). In Bijlage I is een overzicht met afbeeldingen van deze soorten opgenomen.

3.4.1 Aantallen van soorten

Vestiging van nieuwe soorten vond met name plaats bij de Dortsman en nauwelijks bij Viane en Zuidgors. Meer kiemen werden aangetroffen in de plots met matten dan in de plots zonder matten. Tabel 9 geeft een overzicht van de vestiging van de aantallen individuele kiemen per soort bij de Dortsman. *Salicornia* spp., *Aster tripolium*, *Suaeda maritima* en *Halemione portulacoides* vestigden zich met name in de kokosmatten van transecten 1 en 2 (gelegen in de werkstrook t.h.v. aaneengesloten schor, Figuur 7), terwijl de *Spartina* kiemen juist voorkomen op de transecten 4 en 5 (gelegen in de werkstrook in de zone met *Spartina* pollen) en in mindere mate transecten 7 en 8 (gelegen in de werkstrook maar zonder bescherming door vegetatie). *Salicornia* spp. komt in de hoogste aantallen voor op de schor transecten (>25 per m² in de transecten 1 en 2). Voor *Salicornia* spp. en *Aster tripolium* is de vestiging van kiemen met en zonder kokosmat gelijk op deze transecten maar vindt op andere transecten wel vestiging van deze soorten plaats in de kokosmat en niet in de behandeling zonder mat. Voor *Suaeda maritima* en *Halemione portulacoides* vertoont de behandeling met mat ook een betere vestiging op alle transecten waar de soort is aangetroffen dan bij de behandeling zonder mat.

Tabel 9. Vestiging van individuele kiemen per soort bij de Dortsman op verschillende transecten zonder mat (1-), mat van 1m² (1+), mat van 4m² (4+) en mat van 5m² (5+): nieuwe kiemen van Engels slijkgras (*Spartina anglica*), zeekraal (*Salicornia* spp.), zulte (*Aster tripolium*), klein schorrenkruid (*Suaeda maritima*) en zoutmelde (*Halimione portulacoides*). De opname is uitgevoerd in het voorjaar op 21-05-2014.

Transect	<i>Spartina anglica</i>				Transect	<i>Salicornia marina</i>				Transect	<i>Aster tripolium</i>			
	1-	1+	4+	5+		1-	1+	4+	5+		1-	1+	4+	5+
1					1	>25	>25	>25	>25	1	enkele	enkele	enkele	enkele
2					2	>25	>25	>25	>25	2	enkele	enkele	enkele	enkele
3					3					3				
4	enkele		>25	>25	4	enkele	>25	>25	>25	4		enkele	enkele	enkele
5		>25	>25	>25	5		enkele	enkele	enkele	5				
6					6					6				
7			enkele	enkele	7			enkele		7				
8			enkele	enkele	8					8				
9					9					9				

Transect	<i>Suaeda maritima</i>				Transect	<i>Halemione portulacoides</i>			
	1-	1+	4+	5+		1-	1+	4+	5+
1	enkele	>25	>25	>25	1		enkele	enkele	enkele
2	enkele	>25	>25	>25	2				enkele
3					3				
4		>25	>25	enkele	4				
5					5				
6					6				
7					7				
8					8				
9					9				

Legenda aantal kiemen per m²

- >25
- +/- 25
- enkele
- geen

3.4.2 Biomassa van de gekweekte *Spartina* planten en andere gevestigde soorten

Tabel 10 geeft een overzicht van de totale bovengrondse biomassa van nieuw gevestigde soorten en de gekweekte *Spartina* planten in de behandelingen van 1m² met kokosmat en zonder kokosmat. Het drooggewicht is bepaald op basis van twee replica's per transect (1m² met en zonder mat van reeks 1 en 3 voor ieder transect). In de behandeling met mat is de biomassa voor alle transecten hoger dan bij de behandeling zonder mat (Tabel 8). De transecten in de werkstrook op 10 m afstand van de dijk (transecten 2, 5 en 8) vertonen de hoogste biomassa. Voor transect 5 (gelegen in de zone met *Spartina* pollen in de werkstrook) is de biomassa van kiemen in de mat negen keer hoger is dan voor de behandeling zonder mat en voor transect 8 (gelegen op het kale slik in de werkstrook) is dit acht keer hoger. Op de meest geëxponeerde transecten 50 meter van het schor (3, 6 en 9) is de biomassa gemiddeld het laagst zowel voor de behandeling met mat (8,8 gram) als zonder mat (1,9 gram). Bij transecten op het schor (transecten 1 + 2) is de biomassa van *Spartina* lager in de behandeling met mat als de behandeling zonder mat, maar zorgt de aanwezigheid van nieuwe kiemen ervoor (met name *Suaeda maritima* en *Aster tripolium*) dat de totale biomassa in de behandeling met mat toch hoger ligt.

Tabel 10. Bovengrondse biomassa in gram van nieuw gevestigde soorten en gekweekte *Spartina* planten bij de Dortsman met kokosmat (+) en zonder kokosmat (-) van de behandeling met m². De biomassa bepaling is uitgevoerd aan het einde van het experiment (eind oktober / begin november).

Transect	<i>Spartina anglica</i>		<i>Salicornia</i> spp.		<i>Suaeda maritima</i>		<i>Halimione portulacoides</i>		<i>Spergularia maritima</i>		<i>Aster tripolium</i>		TOTAAL	
	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-
1	13.3	93.2	29.2	31.7	243.7	38.4	0.8	0.0	0.1	0.3	58.1	27.2	345.2	190.9
2	78.1	79.2	89.3	53.9	29.1	0.7	2.7	0.2	0.2	0.2	8.2	4.4	207.7	138.5
3	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1	0.0
4	36.8	46.8	70.8	17.8	42.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	149.7	64.6
5	151.1	13.6	44.1	7.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	195.2	20.7
6	9.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.0	0.0
7	47.0	30.2	26.0	6.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	73.0	36.3
8	130.2	16.0	3.7	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	133.9	17.0
9	16.3	5.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	16.3	5.8

Legenda

>0-50 gram/m ²
>50-100 gram/m ²
>100-150 gram/m ²
>150 gram/m ²

3.5 Visuele inspectie

Naast het bepalen van overleving en groei is telkens ook een visuele inspectie uitgevoerd. In dit hoofdstuk worden aan de hand van een aantal foto's de situatie op het einde van de proef (nazomer/herfst 2014) getoond. Deze foto's geven een goed beeld van de situatie en het resultaat.

3.5.1 Viane

Op Viane is de overleving van *Spartina* beperkt. Op sommige plaatsen zijn de matten duidelijk onder gesedimenteerd (Figuur 22), terwijl op andere plaatsen erosie heeft opgetreden en enkel nog de paaltjes duidelijk zichtbaar zijn waarmee de matten zijn verankerd (Figuur 22). Enkel op de hoogste delen van de proeflocatie is overleving van *Spartina* vastgesteld (Figuur 23).



Figuur 22. Transecten 1 (rechts) en 2 (links) bij Viane. Bij transect 2 is duidelijk te zien waar de matten zich bevinden (weinig wadpieren), ondanks de lage overleving van de *Spartina*. De paaltjes waarmee de matten zijn vastgezet zijn duidelijk zichtbaar (rechts), enkel in de achtergrond is begroeiing zichtbaar op beide transecten (Foto's genomen op 23 augustus 2014).



Figuur 23. Overleving van *Spartina* op Viane (links: 5x1 m plot op transect 3; rechts: 2x2m plot op transect 1 met in de achtergrond nog begroeide plots). Enkel op de hoogste locaties is overleving vastgesteld. Hier is *Spartina* gezond en zullen de planten verder uitgroeien tot *Spartina pollen* (Foto's genomen op 23 augustus 2014).

3.5.2 Dortsman

Op Dortsman is de overleving van *Spartina* het best. Op alle transecten is overleving en groei vastgesteld en hier zal *Spartina* op heel wat plekken in de toekomst verder uitgroeien. Tevens heeft de kokosmat hier dienst gedaan als zaadinvang en groeien ook andere soorten in de matten.

Werkstrook transecten 1 en 2:

Transecten 1 en 2 zijn gelegen in de werkstrook palend aan het schor. Hier zien we dat de werkstrook in de loop van 2014 bijna helemaal terug is dichtgegroeid (Figuur 24). Waar kokosmatten geplaatst zijn is *Spartina* duidelijk zichtbaar, en is er ook meer zaad ingevangen van soorten zoals *Suaeda maritima* (Figuur 24).



Figuur 24. Transecten 1 en 2 op Dortsman (linker foto). Duidelijk is te zien hoe de werkstrook in de loop van 2014 terug is dichtgegroeid met schorrenvegetatie. Rechts: detail van een gebied waar een kokosmat is geplaatst. *Suaeda maritima* (rode vegetatie) en *Spartina* domineert hier meer dan in de omgeving. (Foto's genomen op 19 september 2014).

Transecten 4 en 5, 7 en 8:

In de werkstrook waar transecten 4 en 5, en 7 en 8 gelegen zijn, is de natuurlijke herkolonisatie van schorrenplanten veel minder groot dan in de zone van transecten 1 en 2, en zien we de begroeide kokosmatten duidelijk in het veld terug (Figuur 25). Zowel op 1 m van de dijkvoet als 10 m van de dijkvoet zijn de meeste kokosmatten duidelijk uitgroeid tot gezonde *Spartina* pollen (Figuur 26), waarin ook andere soorten zich gevestigd hebben (met name zee kraal). Deze pollen zullen zich in de toekomst verder ontwikkelen.



Figuur 25. Transecten 4 en 5 op Dortsman. Duidelijk zijn de met *Spartina* begroeide kokosmatten in de werkstrook zichtbaar. (Foto's genomen op 19 september 2014).



Figuur 26. Transect 4 op Dortsman. Een 2x2 m kokosmat uitgegroeid tot een gezonde *Spartina* pol met meerdere bloeistengels. (Foto's genomen op 19 september 2014).

Verder is duidelijk te zien dat los aangeplante *Spartina* in de werkstrook duidelijk een lagere overleving kent dan de *Spartina* aangeplant in de kokosmatten (Figuur 27). Op de meeste plaatsen zijn de losse planten verdwenen, terwijl de kokosmatten zijn uitgegroeid tot *Spartina* pollen, duidelijk zichtbaar in het landschap.



Figuur 27. Transect 5 op Dortsman. Vooraan is een 1x1 m plot te zien waarin losse *Spartina* planten zijn aangeplant zonder kokosmatten. Alle planten zijn verdwenen. Verderop is een 1x1 m plot te zien met kokosmat. Hier is duidelijk een mooie *Spartina* pol ontstaan. (Foto genomen op 19 september 2014).

Transecten 3, 6, en 9:

De transecten gelegen in de pionierzone voor het schor vertonen een lagere overleving, maar ook hier zien we in de meeste kokosmatten overleving van *Spartina* planten (Figuur 28). Wel is het zo dat niet alle planten overleefd hebben en dat de mat (nog) niet volledig is dichtgegroeid. De meeste van deze planten zijn gezond (vele met bloeistengels) en zullen in de toekomst waarschijnlijk verder uitgroeien tot grotere *Spartina* pollen. Ook op deze transecten zien we dat de los aangeplante *Spartina* planten veel minder goed overleven in vergelijking tot de in de kokosmatten aangeplante *Spartina* planten.



Figuur 28. Transect 9 op Dortsman. In de meeste kokosmatten komen gezonde *Spartina* planten voor (met bloeistengels). (Foto's genomen op 19 september 2014).

3.5.3 Zuidgors

Op Zuidgors is aangetoond dat in kokosmatten voorgegroeide 16 weken oude *Spartina* planten kunnen overleven in de dynamische pionierzone van Zuidgors. Alle overige behandelingen zijn hier verdwenen. Waar *Spartina* planten nog aanwezig zijn, zijn deze uitgegroeid tot gezonde *Spartina* pollen met meerdere bloeistengels (Figuur 29).



Figuur 29. Transect 2 bij Zuidgors. In transecten 1 en 2 heeft goede overleving plaatsgevonden van de planten van 16 weken oud. Ook zijn de bloeistengels duidelijk zichtbaar. (Foto's genomen augustus 2014).

4 Discussie en conclusies

Opkweek *Spartina*

Spartina is met succes opgekweekt van zaad tot goed doorwortelde en forse planten, verankerd in de kokosmatten. Het kweekbassin bij Wolphaartsdijk is een geschikte plaats om de planten te laten opgroeien en in het bassin kunnen relatief grote oppervlaktes aan kokosmatten geplaatst worden. Dit soort bassins zijn nodig om de methode op grote schaal toe te passen.

Door het koude voorjaar 2013 zijn de planten langzamer gegroeid dan verwacht waardoor de plaatsing in het veld pas in augustus 2013 (in plaats van eind juni/ begin juli) heeft plaatsgevonden. Het bijmesten met plantenvoeding heeft de bovengrondse en ondergrondse groei gunstig gestimuleerd.

Plaatsing van de matten

De kokosmatten met *Spartina* zijn met succes van de kweekvijver naar de experimentele locaties getransporteerd, geplaatst en verankerd op het slik. De aanplant van losse planten ter controle is op dezelfde dagen als de plaatsing van de matten met succes uitgevoerd. Ook is het planten van zaden, kiemen en de losse plantjes van zowel 16 weken als 6 weken oud op Zuidgors goed verlopen.

Conditie matten

Uit eerdere proeven met het plaatsen van kokosmatten in de Oosterschelde (in het kader van Building with Nature) bleek reeds het belang van een goede verankering van de matten om beschadiging of omslaan door golven tegen te gaan. Alleen het vastzetten met houten pinnen van de kokosmatten bleek soms onvoldoende en daarom werd in dit project een extra versteviging aangebracht door het spannen van touwen over de matten heen waardoor ze beter tegen de bodem werden aangedrukt. Dit bleek over het algemeen zeer effectief. Wegens logistieke redenen waren bij de Dortsman enkele matten niet tijdig extra verstevigd met touwen. Hier bleek dat enkele weken na de plaatsing meerdere matten nabij de dijk losgeslagen waren. Het betrof telkens matten zonder extra versteviging. Dit toont nogmaals aan dat een goede verankering van de matten noodzakelijk is.

Overleving *Spartina* planten

Over het algemeen kan gesteld worden dat de *Spartina* planten die in kokosmatten gekweekt zijn beter overleven dan los aangeplante *Spartina* planten. Er kan geconcludeerd worden dat de kokosmatten extra bescherming bieden tegen het uitspoelen / wegeroderen van de planten. Maar de proeven laten ook een zeer gevarieerd beeld zien. De overleving van *Spartina* op de locaties Viane en Dortsman is duidelijk verschillend.

Bij de Dortsman is er sprake van een relatief goede overleving (totale overleving: 26% van alle planten in de matten en 12% van de planten zonder mat), met name wat betreft de transecten in de werkstrook. In 90% van alle matten heeft overleving van *Spartina* plaatsgevonden, tegenover maar 47% overleving zonder mat. In de minst geëxponeerde en hoogste zone (de transecten 1-2 in de werkstrook t.h.v. bestaande schor) maakt het niet veel uit of je al dan niet gebruik maakt van kokosmatten. Hier zijn de omstandigheden dermate rustig dat ook losse planten hier goed groeien. Wel is het zo dat de kokosmatten extra zaden lijken in te vangen waardoor ook andere soorten zich sneller kunnen ontwikkelen, mogelijks zelfs ten koste van *Spartina*. Op de meer geëxponeerde transecten in de werkstrook (met name transecten 4-5 en 7-8) zien we een duidelijk positief effect van de matten, zowel wat betreft overleving en bedekking van *Spartina* als de extra invang van zaden van andere soorten en vervolgens ontkieming van deze zaden. Ook is gekeken naar de invloed van de vorm van de mat (vierkant 1m², vierkant 4m², langwerpig 5m²) op overleving van *Spartina*. De overleving in de verschillende behandelingen vertonen geen grote verschillen en liggen binnen een range van 20-30% overleving waarbij de vierkante matten van 1m² en 4m² een iets hogere overleving vertonen dan de langwerpige mat van 5m². Maar in 94% van de matten van 5m² heeft overleving plaatsgevonden van

minimaal één plant per mat, voor de mat van 4m² was dit 89% en voor de mat van 1m² was dit 86%. De verschillen hebben waarschijnlijk eerder te maken met kleine verschillen in groeiomstandigheden in het kweekbassin.

Bij Viane bleek verrassend de overleving zeer laag te zijn (slechts 3% van de planten in de matten en 1% van de planten zonder mat). De experimentele locatie bij Viane is relatief laag gelegen (-0.30m tot +0.70m NAP). Het laagste transect (transect 5) lag achter een oesterrif. Het doel hier was te onderzoeken of het oesterrif extra bescherming zou bieden, maar van dit transect was al op voorhand geweten dat het waarschijnlijk te laag zou liggen. De overige transecten en het dambord lagen nabij enkele grote pollen *Spartina*, waardoor er vanuit gegaan werd dat *Spartina* hier kan groeien en overleven. Toch bleek dit nauwelijks het geval te zijn. Enkel op de hogere transecten (transecten 1-3) was sprake van enige overleving, maar de bedekkingsgraad was hier relatief laag (<10%). Toch zagen deze planten er gezond uit. In hoeverre deze planten de komende jaren verder zullen uitgroeien tot volwaardige *Spartina* pollen verdient nadere opvolging. Voor Viane ligt het dus voor de hand de lage overleving te wijten aan een te lage positie in de getijdenzone. Vanwege de beperkte overleving is het voor locatie Viane niet mogelijk om conclusies te verbinden aan de invloed van de vorm van de mat op overleving. Sommige matten op Viane hadden duidelijk te lijden onder erosie. In hoeverre dit de overleving negatief heeft beïnvloed is moeilijk te zeggen. Andere matten waren dan weer onder gesedimenteerd met een laag sediment van enkele cm. Verwacht wordt dat dit geen negatief effect heeft op de overleving. Verstoring door wadpieren kan de vestiging en groei van *Spartina* hinderen. De kokosmatten lijken juist het aantal wadpieren te doen afnemen, en hiervan wordt dan ook geen negatief effect verwacht.

Bij Zuidgors is ook duidelijk aangetoond dat *Spartina* planten opgekweekt en verankerd in kokosmatten een duidelijk betere overleving hebben op het slik dan losse planten. Laag op het slik blijkt de sedimentdynamiek echter te groot (o.i.v. stormen), waardoor hier ook kokosmatten niet helpen voor vestiging van *Spartina*. Mogelijk speelt de lagere hoogteligging van transect 3 (1,01m NAP) en transect 4 (0,52m NAP) ook een rol. Bij Zuidgors is de overleving en groei van verschillende leeftijden van *Spartina* getest (ongekiemde zaden, gekiemde zaden en planten van 6 en 16 weken uit). Bij het einde van de proef had alleen een deel van de 16 weken oude planten het overleefd op transect 1 (voor de klifrand van het schor) en op transect 2 (in de zone met *Spartina anglica* pollen) in de kokosmatten. De gemiddelde overleving op deze transecten is relatief hoog (52%), evenals de gemiddelde bedekkingsgraad (48%). Dit laat zien dat de methode niet werkt voor kiemen of nog zeer jonge planten. Daar waar kokosmatten op sommige plekken als zaadvang lijken te fungeren heeft het handmatig plaatsen van zaden (gekiemd en ongekield) buiten de matten geen resultaat opgeleverd. Of een vroegere plaatsing (bijvoorbeeld in juni in plaats van augustus) wel had geresulteerd in overleving omdat de zaden nog langer van de (rustigere) zomerperiode konden profiteren valt niet met zekerheid te zeggen.

Vestiging van nieuwe kiemen

Naast overleving is bij Dortsman ook onderzoek gedaan naar de vestiging van nieuwe kiemen in het voorjaar van 2014 in de kokosmatten. Hier kwam duidelijk uit naar voren dat in de behandelingen met kokosmatten op de transecten in de werkstrook de vestiging van schorrensoorten aanzienlijk hoger was als in de referentie zonder kokosmat (met name voor *Spartina*, *Salicornia* spp., *Suaeda maritima* en *Aster tripolium*). Dit is te verklaren doordat de matten op geëxponeerde plaatsen als zaadvang dienen waar jonge kiemen normaal weg zouden spoelen

Voor wat betreft de bovengrondse biomassa van nieuwe kiemen en gekweekte *Spartina* planten aan het einde van het experiment (najaar 2014) komt duidelijk naar voren dat de biomassa in de matten hoger is dan in de behandeling zonder mat. Opvallend is ook hier dat sommige soorten lijken te profiteren van de kokosmatten daar waar ze bij de behandeling zonder mat in veel lagere biomassa voorkomen. Dit

wordt het beste geïllustreerd door de biomassa van *Salicornia* spp. die op het schor en in de zone met *Spartina* pollen (transecten 1, 2, 4, 5, 7 en 8) in de kokosmatten (aanzienlijk) hoger is dan in de referentie locaties zonder mat. Deze soort lijkt te profiteren van de kokosmatten als vestigingssubstraat. In de hogere zone (transecten 1 en 2) lijken de nieuwe gekiemde planten (met name *Suaeda maritima*, *Aster tripolium* en *Salicornia marina*) de *Spartina* in de kokosmatten te verdringen.

De verschillen tussen Tabel 9 (aantal kiemen) en Tabel 10 (bovengrondse biomassa), bijvoorbeeld aanwezigheid van *Salicornia marina* op transect 7 en 8 bij de biomassa meting terwijl er geen kiemen zijn geteld, zijn te verklaren doordat de opnamen hiervoor op verschillende tijdstippen hebben plaatsgevonden. Na de opname van het aantal kiemen in het voorjaar kunnen nog nieuwe zaden gekiemd en gegroeid zijn of zijn er juist kiemen afgestorven.

Aanbevelingen

In dit onderzoek komt duidelijk naar voren dat het gebruik van kokosmatten de overleving en groei van *Spartina* planten positief beïnvloedt, met name bij Dortsman en Zuidgors. Daarnaast is ook aangetoond dat de kokosmatten fungeren als zaadvang voor vestiging van andere schorrenplanten zoals *Salicornia* spp., *Suaeda maritima*, *Aster tripolium* en nieuwe kiemen van *Spartina anglica*.

Wel is gebleken dat een aantal factoren van groot belang zijn voor overleving:

- Hoogteligging: waarschijnlijk heeft de hoogteligging bij locatie Viane (-0.30m tot +0.70m NAP) een belangrijke rol gespeeld in de beperkte overleving van *Spartina* ook al komt deze soort hier van nature voor. De aanbeveling is dan ook om hoger gelegen locaties te selecteren bij toepassing van kokosmatten, echter leidt een té hoge locatie wellicht weer tot concurrentie met andere soorten. De meest geschikte range is afhankelijk van de lokale omstandigheden, maar op basis van de resultaten van deze studie lijkt 1,0 m – 1,8 m + NAP het meest kansrijk voor overleving van *Spartina* in de Oosterschelde, van de Westerschelde zijn minder gegevens beschikbaar maar lijkt deze grens rond 1,5 m – 1,7 m +NAP te liggen. Het gaat hierbij uiteraard om een eerste indicatie. Daar waar van nature een schor aanwezig is zoals bij Dortsman en Zuidgors zijn omstandigheden sowieso geschikt voor groei van schorvegetatie.
- Sediment- en waterdynamiek: De kokosmatten zijn niet opgewassen tegen snelle erosie (bv. als gevolg van een storm zoals bij Zuidgors) of langdurige erosie waarbij de perioden van rustige omstandigheden te kort zijn voor herstel van *Spartina*. Geëxponeerde kokosmatten op het kale slik zullen sneller eroderen dan in een zone met *Spartina* pollen. Aan de andere kant kan snelle sedimentatie ook leiden tot sterfte als de planten bedolven worden. Geleidelijke sedimentatie is echter juist goed voor de groei van *Spartina* en voor pol ontwikkeling.
- Concurrentie met andere soorten: Toepassing van matten in de schorzone laat zien dat er meer planten in de matten vestigen dan in de behandeling zonder mat, echter zijn de omstandigheden hier dermate rustig dat ook losse planten goed groeien. De kokosmatten kunnen daarom voornamelijk dienst doen in de zone voor het schor (pionierzone) of langs de dijk daar waar geen schor aanwezig is.
- Leeftijd van de plant: in de proef bij Zuidgors kwam naar voren dat planten van zes weken en (gekiemde) zaden de proef niet overleefden. De aanbeveling is daarom om *Spartina* planten te gebruiken van minimaal 16 weken oud omdat deze planten het allemaal overleefden in de twee hoogst gelegen transecten.
- Verankering van de matten: goede verankering van de matten met houten pinnen en touw vergroot de kansen op behoud van de mat en overleving van de planten.

Tot slot verdient het de aanbeveling om de volgende jaren de proeflocaties verder op te volgen en de ontwikkelingen van de matten, *Spartina* pollen en andere soorten in kaart te brengen. Dit kan middels één opname in het najaar.

Dankwoord

Allereerst zouden we graag Hubrecht en Maarten Janse willen bedanken voor het ter beschikking stellen van hun bassins bij Wolphaartsdijk voor het opkweken van de *Spartina* planten in de matten. We danken hen ook voor hun bereidwillige medewerking en waardevolle raadgevingen tijdens de kweek van de planten in het bassin. Daarnaast gaat onze dank uit naar de onderzoeksassistenten en studenten van IMARES en NIOZ die hebben geholpen met de zware arbeid van het plaatsen en verankeren van de kokosmatten en planten op de onderzoeklocaties. Tot slot bedanken we ook het hoveniersbedrijf BTL voor transport en plaatsing van de kokosmatten bij Viane en Dortsman.

5 Kwaliteitsborging

IMARES beschikt over een ISO 9001:2008 gecertificeerd kwaliteitsmanagementsysteem (certificaatnummer: 124296-2012-AQ-NLD-RvA). Dit certificaat is geldig tot 15 december 2015. De organisatie is gecertificeerd sinds 27 februari 2001. De certificering is uitgevoerd door DNV Certification B.V. Daarnaast beschikt het chemisch laboratorium van de afdeling Vis over een NEN-EN-ISO/IEC 17025:2005 accreditatie voor testlaboratoria met nummer L097. Deze accreditatie is geldig tot 1 april 2017 en is voor het eerst verleend op 27 maart 1997; deze accreditatie is verleend door de Raad voor Accreditatie.

Referenties

- Borsje, B.W., van Wesenbeeck, B.K., Dekker, F., Paalvast, P., Bouma, T.J., van Katwijk, M.M., de Vries, M.B., 2011. How ecological engineering can serve in coastal protection. *Ecol. Eng.* 37, 113–122.
- Bouma TJ, J van Belzen, T Balke, Z Zhu et al. 2014. Identifying knowledge gaps hampering application of intertidal habitats in coastal protection: Opportunities & steps to take. *Coastal Engineering* 87, 147–157.
- de Groot A, B Brinkman, F Fey, C van Sluis, A Oost, H Schelfhout, A Smale, E Dijkman, M Scholl. 2014. Biobouwers als onderdeel van een kansrijke waterveiligheids-strategie voor Deltaprogramma Waddengebied. IMARES-rapport C163/13A.
- Kirwan, ML and Megongial, JP 2013. Tidal wetland stability in the face of human impacts and sea-level rise. *Nature* 504, 53-60. doi:10.1038/nature12856.
- Koch, E.W., Barbier, E.B., Silliman, B.R., Reed, D.J., Hacker, S.D., Granek, E.F., Primavera, J.H., Muthiga, N., Polasky, S., Halpern, B.S., Kennedy, C.J., Kappel, C.V., Wolanski, E., 2009. Non-linearity in ecosystem services: temporal and spatial variability in coastal protection. *Front. Ecol. Environ.* 7, 29–37.
- Kortsmit, Y. (2014). Schorherstel in de Oosterschelde: Monitoring *Spartina anglica* in Aqua-Flora kokosmatten. Stagerapport IMARES/HAS Hogeschool.
- Rodriguez, A.B., Fodrie, F.J., Ridge, J.T., Lindquist, N.L., Theuerkauf, E.J., Coleman, S.E., Grabowski, J.H., Brodeur, M.C., Gittman, R.K., Keller, D.A., Kenworthy, M.D., 2014. Oyster reefs can outpace sea-level rise. *Nature climate change* 4, 493-497.
- Tangelder, M., Groot, A.V. de, Ysebaert, T.J.W. (2013). Biobouwers als optimalisatie van waterveiligheid in de Zuidwestelijke Delta. *Rapport / IMARES C198/13* - 68 p.
- Temmerman, S., Meire, P., Bouma, T.J., Herman, P.M.J., Ysebaert, T., De Vriend, H.J., 2013. Ecosystem-based coastal defence in the face of global change. *Nature* 504, 79-83.
- Wallis, B., Mann, R., Ysebaert, T., Troost K., Herman P.M.J., Smaal, A.C., 2015. Demography of the ecosystem engineer *Crassostrea gigas*, related to vertical reef accretion and reef persistence. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 154, 224-233.

Verantwoording

Rapport C024/15

Projectnummer: 4303105301

Dit rapport is met grote zorgvuldigheid tot stand gekomen. De wetenschappelijke kwaliteit is intern getoetst door een collega-onderzoeker en het betreffende afdelingshoofd van IMARES.

Akkoord: Dr. Robbert Jak
Senior onderzoeker afdeling Ecosystemen

Handtekening:



Datum: 6 februari 2015

Akkoord: Dr. Robert Trouwborst
Afdelingshoofd Delta en Aquacultuur

Handtekening:



Datum: 6 februari 2015

Bijlage A. Tijdschema opkweek *Spartina* planten.

November 2012	Oogst <i>Spartina</i> zaden
11/18 maart 2013	Zaden in kiembakjes
25-29 maart 2013	planten 1 ^{ste} deel kiemen in stek trays
8-12 april 2013	planten 2 ^{de} deel kiemen in stek trays
19 april 2013	toevoegen meststof opgelost in kraanwater, in lekbakken gegoten (kristalon blauw: N-P-K 19-6-20 + 3MgO, merk Yara Industries)
24 april 2013	toevoegen 50/50 kraan-/zeewater (Oosterschelde water) aan planten
14-15 mei 2013	verplaatsen planten in de stek trays naar Wolphaartsdijk (bassin)
17 mei 2013	toevoegen meststof (beendermeel (kruimels), N-P 6-16, merk DCM) bovenop stek trays gestrooid (in totaal ca. 5 kg)
3-7 juni 2013	planten in Aqua-Flora filtermatten poten
6 juni 2013	saliniteit bassin 7 à 8 promille
12 juni 2013	toevoegen meststof (organische meststof voor siertuin, NPK 6-4-10 + 2MgO, merk DCM), bovenop matten gestrooid (totaal ca. 30 kg)
28 juni 2013	toevoegen meststof (kunstmest, N-P-K 12-10-18, merk EuroSolids), op matten gestrooid (totaal ca. 20 kg)
12 juli 2013	toevoegen meststof (kunstmest, N-P-K 12-10-18, merk EuroSolids), op matten gestrooid (totaal ca. 20 kg)
Juli 2013	3x per week half uur besproeien met Veerse Meer water (ca. 27 promille)
Eind juli 2013	saliniteit bassin ca. 20 promille

Bijlage B. Specificatie Aqua-Flora filter-matten (kokosmatten)

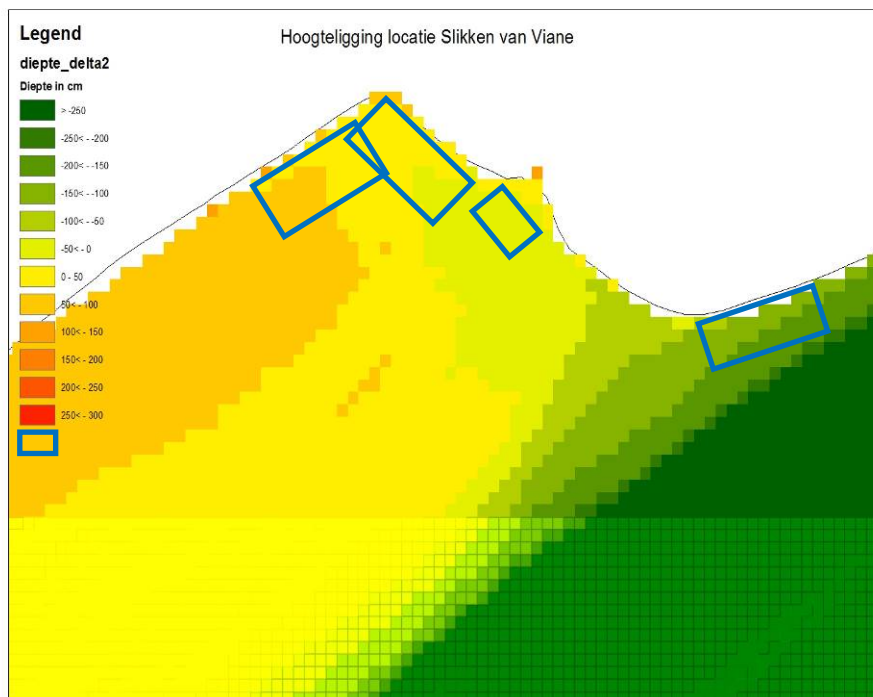
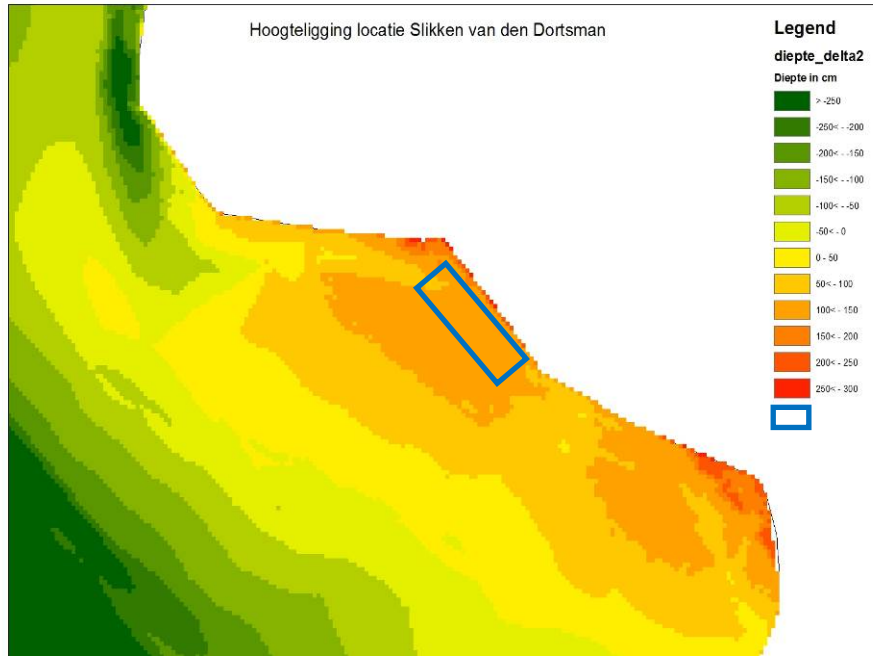
Aqua-Flora® filter-matten type FM 15: de basismatten met afmeting: 5 x 1 m, zijn vervaardigd uit 100% kokosvezels en worden samengesteld uit een gevlochten onder- en bovenmat met maasopeningen van ca. 17-25 mm (Tabel 1). Tussen de onder- en bovenmat bevindt zich een vulling bestaande uit losse kokosvezels, zodanig dat de totale mat-dikte ca. 3,5 - 4,0 cm bedraagt, aan alle vier de zijden volledig geconfectioneerd. Aqua-Flora® matten zijn oprolbare kokosmatten die in een kwekerij of kweekbassin kunnen worden voorgekweekt met gevarieerde oever- en waterplanten. Het basiskokosmateriaal fungeert als hechtsubstraat voor de planten gedurende de vroege groeiperiode. Gedurende het groeiproces ontwikkelt zich een wortel- en rhizomenpakket wat de functie van de kokosmat overneemt (die langzaam degradeert). De Aqua-Flora producten zijn natuur- en omgevingsvriendelijk. Het is een zeer effectief en duurzaam middel voor het realiseren van oever- en watervegetaties, welke reeds met succes worden toegepast in allerlei zoetwater projecten (zie o.a. www.nautilusecociviel.com). De matten zijn geleverd door onze partner Nautilus Ecociviel b.v. (www.nautilusecociviel.com).

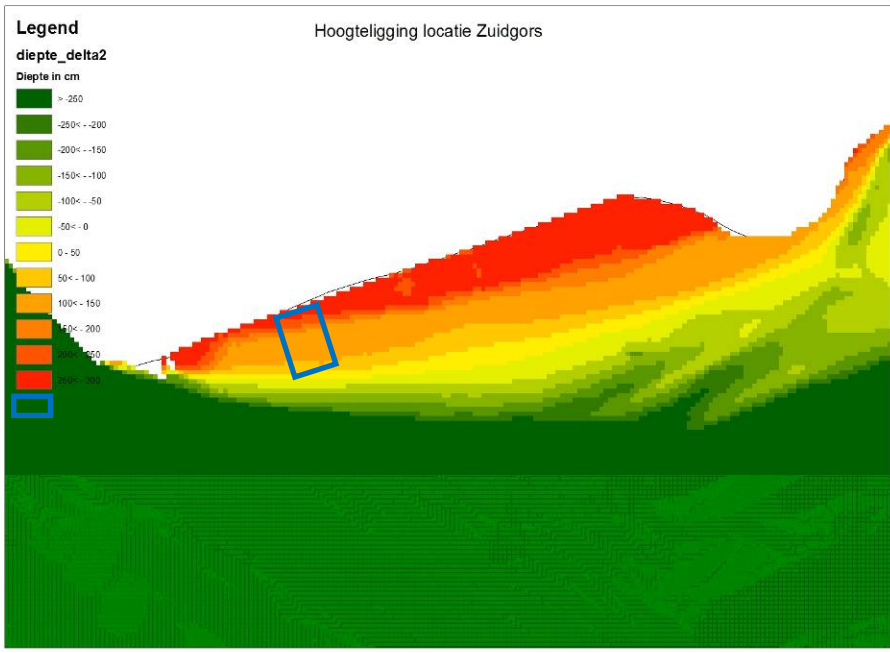
Technische specificaties Aqua-Flora® filtermat.

Lengte Aqua-Flora filter-mat	5m
Breedte Aqua-Flora filter-mat	1m
Dikte Aqua-Flora filter-mat	ca. 3,5 - 4,0 cm
Afwerking kokos-filter-mat	Aan vier zijden volledig geconfectioneerd
Materiaal samenstelling	100% organisch en volledig biologisch afbreekbaar
Maaswijdte van de kokosweefsel-mat	ca. 17 - 25 mm
Kokosgaren	ca. 5,0 mm garendiameter
Drooggewicht kokos-filter-mat	ca. 1.500 gram/m ² .
Kokosvezel-vulling	Onbehandelde kokosvezels, geproduceerd d.m.v. ecologische landbouwmethoden, 100% biologisch afbreekbaar
Lengte individuele kokosvezel	ca. 100 - 200 mm
Verdeling kokosvezels	Gelijkmatig

Bijlage C. Kaarten hoogteligging locaties

De hoogteligging van de experimentele locaties: Slikken van Viane (boven), Slikken van den Dortsman (midden) en Zuidgors (beneden). De blauwe kaders geven de globale ligging van de experimenten weer.





Bijlage D. Korrelgrootte verdeling Dortsman, Viane, en Zuidgors

Dortsman korrelgrootte verdeling							
Transect	D50 (µm)	Classificatie o.b.v. D50	grof zand (%)	zand (%)	fijn zand (%)	zeer fijn zand(%)	silt (%)
1	24.3	silt	1.09	2.39	10.75	17.78	68.17
2	29.28	silt	2.59	3.08	10.57	18.13	65.82
3	137.69	fijn zand	0	2.99	57.75	33.82	5.46
4	46.53	silt	2.39	3.19	16.74	22.02	55.84
5	103.31	zeer fijn zand	0	2.43	34.06	38.57	25.16
6	126.57	fijn zand	0	2.32	48.96	41.04	7.78
7	174.06	fijn zand	0	15.9	65.97	18.13	0.01
8	135.17	fijn zand	0	2.55	56.29	37.23	3.97
9	123.43	zeer fijn zand	0	2.29	46.47	40.73	10.62

Viane korrelgrootte verdeling							
Transect	D50 (µm)	Classificatie o.b.v. D50	grof zand (%)	zand (%)	fijn zand (%)	zeer fijn zand(%)	silt (%)
1	88.71	zeer fijn zand	0	0.03	21.57	53.75	25.07
2	98.22	zeer fijn zand	0	0	23.88	63.43	12.96
3	90.34	zeer fijn zand	0	0.26	25.05	48.59	26.49
4	79.53	zeer fijn zand	0	0	18.07	47.84	34.54
5	65.11	zeer fijn zand	0	1.06	18.95	31.44	48.82
Dambord met mat	103.06	zeer fijn zand	0	2.6	34.16	36.94	26.5
Dambord zonder mat	105.51	zeer fijn zand	0	2.28	35.22	39.96	22.77

Zuidgors korrelgrootte verdeling							
Transect	D50 (µm)	Classificatie o.b.v. D50	grof zand (%)	zand (%)	fijn zand (%)	zeer fijn zand(%)	silt (%)
1	42.65	silt	1.96	0.87	5.34	25.17	67.03
2	48.64	silt	0	0.06	8.79	29.9	61.63
3	55.29	silt	0	1.13	14.91	29.22	55.06
4	108.03	fijn zand	0	6.44	35.02	30.82	27.91

Bijlage E. Coördinaten kokosmatten

Coördinaten kokosmatten 2013: Hieronder zijn de coördinaten van de kokosmatten uit 2013 te zien. De coördinaten zijn gemeten aan het begin en aan het eind van een transect. Z= meter boven NAP.

Locatie	Beplanting	Transect	Coördinaten begin transect			Coördinaten eind transect		
			X	Y	Z	X	Y	Z
Dortsman	Normaal patroon	1	59316.14	399343.54	1.86	59388.14	399257.09	1.86
		2	59308.39	399337.47	1.82	59380.46	399250.65	1.79
		3	59189.02	399234.03	0.84	59297.56	399202.02	0.89
		4	59409.50	399230.82	1.84	59481.03	399143.05	1.70
		5	59402.21	399224.72	1.68	59473.41	399137.31	1.65
		6	59364.25	399194.06	1.00	59433.06	399107.10	1.04
		7	59515.04	399100.46	1.58	59586.48	399013.20	1.65
		8	59507.32	399094.60	1.46	59578.94	399007.10	1.39
		9	59467.31	399063.75	1.02	59535.37	398973.45	1.12
Viane	Normaal patroon	1	62241.80	405482.97	0.66	62337.42	405542.49	0.73
		2	62265.95	405440.67	0.58	62360.01	405502.26	0.43
		3	62420.55	405528.59	0.76	62503.55	405454.95	0.32
		4	62386.29	405495.20	0.39	62467.46	405419.13	0.14
		5	62707.29	405287.40	-0.18	62803.45	405221.07	-0.43
	Dambord patroon	zonder mat onder	62638.62	405379.03	0.11	62630.39	405383.04	0.11
		zonder mat boven	62635.86	405373.63	0.04	62628.09	405377.39	0.05
		zonder met mat onder	62621.37	405387.00	0.08	62611.87	405390.76	0.05
		zonder met mat boven	62618.87	405381.67	0.03	62609.85	405385.18	0.04

Bijlage F. Beschrijving plaatsing matten

Hieronder wordt voor locaties Viane en Dortsman beschreven hoe transport en plaatsing van de kokosmatten is uitgevoerd. Locatie Zuidgors wordt apart besproken omdat hier een afwijkende aanpak is gehanteerd.

Tijdschema van het aanleggen van het experiment.

Datum	Activiteit
5 augustus 2013	Inladen van de matten en zaailingen vanuit de kweekvijver in Wolphaartsdijk.
6 + 7 augustus 2013	Locatie Viane - aanleg kokosmatten en planten losse zaailingen (16 weken): transect 1 t/m 5 en dambord patroon + herladen nieuwe lading matten en zaailingen vanuit de kweekvijver in Wolphaartsdijk
8 augustus 2013	Locatie Dortsman - Aanleg kokosmatten en planten losse zaailingen (16 weken): transect 1 t/m 9
15 + 22 augustus 2013	Locatie Zuidgors – aanlegkokosmatten en planten zaailingen (6+ 16 weken), zaden en kiemen in zowel kokosmatten als zonder mat in het slik.

Locaties Viane en Dortsman: Het transport van de kokosmatten is uit gevoerd door Hoveniersbedrijf BTL van 5 t/m 8 augustus 2013. Voorafgaand aan de dag van plaatsing zijn de kokosmatten klaargemaakt voor transport ter plaatse van de kweeklocatie bij Wolphaartsdijk (Camping Heerlijkheid van Wolphaartsdijk). Daartoe zijn de kokosmatten dubbelgevouwen en in houten bakken geplaatst. Deze houten bakken zijn vervolgens op de vrachtwagen geladen zodat ze vervoerd konden worden. Ter plaatse van de experimentele locaties Viane en Dortsman zijn allereerst metalen platen gelegd om het slik berijdbaar te maken voor de hydraulische machines. Vervolgens zijn de houten bakken met daarin de kokosmatten van de vrachtwagen over gezet op een wiellader en naar de juiste locatie op het slik gebracht. De losse zaailingen (dus zonder mat) zijn per aanhangwagen vervoerd en door de medewerkers van NIOZ en IMARES naar de juiste plek op het slik gebracht. Alvorens de matten geplaatst zijn, is het slik ca. 5 cm afgegraven met een hydraulische graafmachine om ervoor te zorgen dat de kokosmatten ingebed komen te liggen. Vervolgens zijn de matten handmatig geplaatst en vastgezet met houten verankeringspinnen (geleverd door Nautilus). Per 1m² kokosmat zijn 5 verankeringspinnen aangebracht. Tot slot is touw gespannen tussen de pinnen om de mat te zekeren. Losse zaailingen van 16 weken oud zijn met de hand in het slik geplant met 18 zaailingen per m² op de daarvoor uitgemeten locaties.

Locatie Zuidgors: het transport van zowel de kokosmatten als de losse zaailingen (6 en 16 weken), zaden en kiemen is uitgevoerd door medewerkers van NIOZ en IMARES op 15 en 22 augustus. Om de kokosmatten te kunnen transporteren zijn ze op de ochtend voor aanleg dubbelgevouwen en in verschillende aanhangwagens geladen waarna ze naar het Zuidgors zijn getransporteerd. Met een team van acht mensen zijn zowel de kokosmatten als de losse zaailingen, zaden en kiemen handmatig naar de juiste plek op het slik gebracht. Alvorens de matten geplaatst zijn is het slik ca. 5 cm afgegraven met een schop. Vervolgens zijn de kokosmatten vastgezet en gezekerd op dezelfde wijze als bij locaties Viane en Dortsman. Hierbij zijn matten met 18 zaailingen per m² geplaatst en daarnaast zijn ook "lege" matten aangelegd. In de lege matten zijn ongekiemde zaden aangebracht met een dichtheid van 22 zaden per m² om kiemsucces van 18 zaden per m² zoveel mogelijk te garanderen. Daarnaast zijn kiemen van enkele dagen oud aangebracht met een dichtheid van 18 kiemen per m². Losse zaailingen (buiten de matten) van 16 en 6 weken oud zijn met de hand in het slik geplant met 18 zaailingen per m² op de daarvoor uitgemeten locaties.

Bijlage G. Overzicht monitoring

Overzicht van de monitoringsfrequentie en –activiteiten.

	aug 2013	sept 2013	okt 2013	nov 2013	feb 2014	apr 2014	mei 2014	jul 2014	okt 2014
foto's	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
tellen <i>Spartina</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
vitaliteit <i>Spartina</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
tellen bloei- /zaadstengels			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
tellen zaailing <i>Spartina</i>							<input type="checkbox"/>		
tellen soorten						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
tellen <i>Arenicola</i> hoopjes							<input type="checkbox"/>		
wierbedekking							<input type="checkbox"/>		
korrelgrootte	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
hoogte meting	<input type="checkbox"/>								<input type="checkbox"/>
biomassa	<input type="checkbox"/>								<input type="checkbox"/>
bedekkingspercentage									<input type="checkbox"/>
erosie/sedimentatie									<input type="checkbox"/>
conditie kokosmat									<input type="checkbox"/>

Metingen planten:

- Tellen *Spartina*: hierbij worden de individuele *Spartina* planten per m² (m.b.v. een frame) geteld en dus ook per mat.
- Vitaliteit *Spartina*: hierbij wordt gekeken naar de aanwezigheid van de geplante *Spartina* en naar hun conditie (groen, bruin, dood).
- Tellen bloei-/zaadstengels: de bloeistengels en in een later stadium de zaadstengels worden per m² en dus ook per mat geteld.
- Schatten bedekkingspercentages: bij iedere monitoring is er van iedere vierkante meter een foto gemaakt. Op de mat is een frame van 1x1m gelegd en de foto is van bovenaf genomen. Van de laatste monitoring (oktober 2014) is de bedekkingspercentages van de diverse soorten geschat. Alleen voor de losse vierkante meters, met en zonder mat, is dit gedaan.
- Biomassa: na het plaatsen van de matten en losse planten (augustus 2013) is er van een aantal reservematten en planten de bovengrondse en ondergrondse biomassa bepaald. Er is onderscheid gemaakt op basis van de groeitijd. Er is gekeken naar de matten (1m²)/planten van 6 weken oud (alleen op Zuidgors gebruikt) en naar die van 16 weken oud (op alle locaties gebruikt). Er zijn respectievelijk 1 mat (12 planten), 2 matten (36 planten) en 36 losse planten geanalyseerd op aantal scheuten en bladeren per plant, aantal bladeren per scheut, de lengte van de langste scheut, lengte en dikte van de rhizomen. Ook is het drooggewicht van de ondergrondse en bovengrondse biomassa vastgesteld (materiaal 3 dagen gedroogd in een stoof van 60°C). Bij de eindopname is van alle losse vierkante meters met en zonder mat het bovengrondse materiaal afgeknipt (op sedimentoppervlak) en meegenomen. Dat is niet bij Zuidgors gedaan. Bij terugkomst bij het NIOZ in Yerseke zijn de plantenmonsters opgeslagen in een vriezer. Later zijn de planten van replica's 1 en 3 gescheiden op soort en is het drooggewicht per soort per m² bepaald (materiaal 3 dagen gedroogd in een stoof van 60°C).

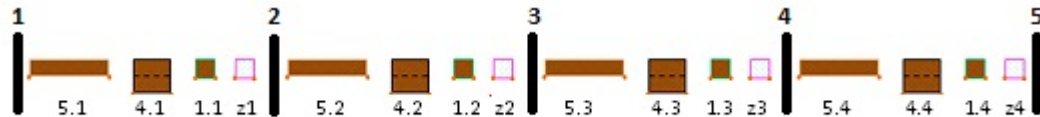
Metingen matten:

- Conditie kokosmat: er wordt gekeken hoe de mat eruit ziet. Is hij nog aanwezig, is hij omgeklapt, zijn de vezels (vulling) nog aanwezig, zijn de vezeltouwen (buitenste deel mat) nog intact. De aanwezigheid en de ligging (omklappen) is uiteraard ook tussendoor opgenomen.
- Tellen vestiging soorten: eerst worden de andere soorten gedetermineerd en daarna wordt het aantal planten per soort per m² geschat. Voor de schatting zijn een aantal klassen, 0-5, 5-25 en >25 planten per m². In het voorjaar gaat het om zaailingen, in de rest van het jaar om gewone planten.
- Wierbedekking: de wierbedekking van de mat wordt per m² geschat.

- Erosie/sedimentatie mat: er wordt gekeken of de mat bovenop of onder het sedimentniveau ligt. Per m^2 wordt in het midden gemeten hoe diep dit punt t.o.v. het sedimentoppervlak ligt.
- Tellen wadpieren: indien aanwezig worden de zeepielen (*Arenicola marina*) per m^2 geteld aan de hand van de aanwezigheid van "pierehoopjes".

Metingen omgeving:

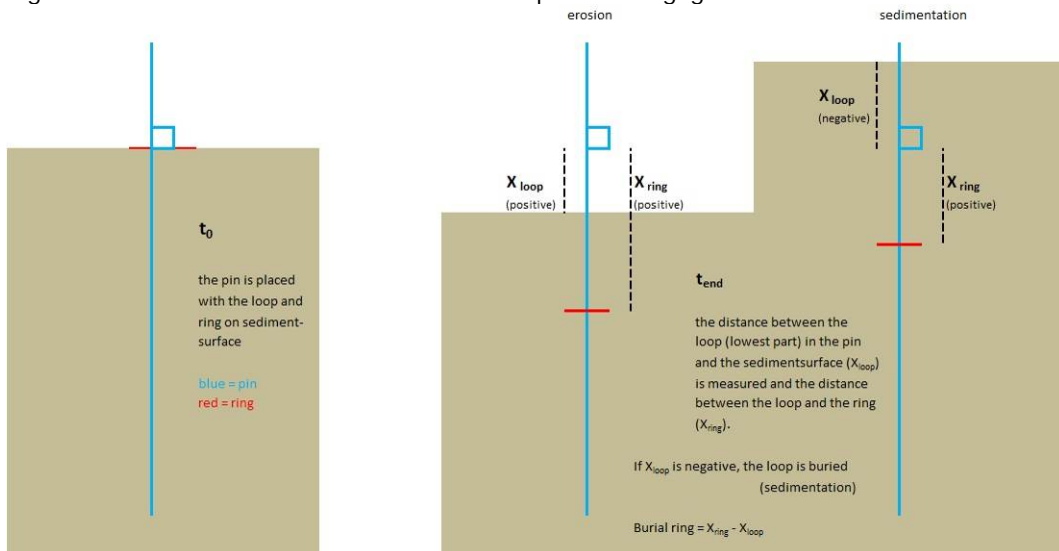
- Hoogte metingen: Bij het plaatsen van de matten (augustus 2013) en bij de eindmonitoring (oktober 2014) is de hoogte van de transecten vastgesteld door deze te meten met een dGPS (Leica GS12). De meetpunten liggen aan het begin en einde van elk replica (Figuur 30). Er zijn dus per transect 5 hoogtemetingen. De dGPS meet de x,y,z-coördinaten met een fout $\leq 2,5$ cm.



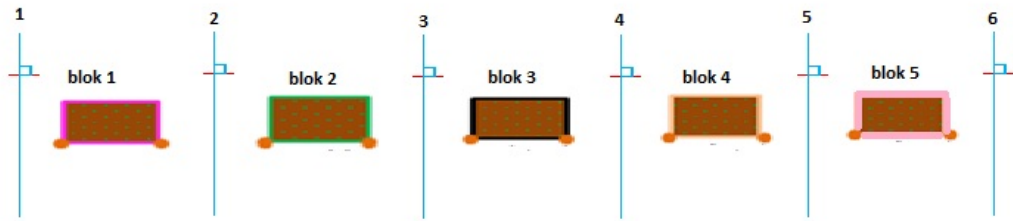
Figuur 30. Meetpunten hoogtemetingen met dGPS per transect.

Bij de damborden van Viane zijn de hoekpunten en het midden gemeten. Bij Zuidgors zijn er 5 replica's, dus 6 hoogtemetingen per transect.

- Korrelgrootte verdeling: Bij de plaatsing van de matten en iedere 2 maanden is er op dezelfde plaatsen als de dGPS metingen een korrelgroottemonster genomen van het sediment. De bovenste 3 cm van het sediment is bemonsterd m.b.v. een afgezaagde injectiespuit (50ml, \varnothing 3cm). Op het lab zijn de monsters ingevroren en gevriesdroogd. De monsters zijn nat en droog gewogen voor bulk density. Om de korrelgrootteverdeling te kunnen bepalen zijn de monsters voor de meting eerst gezeefd over 1mm zeef, is een subsample genomen, dat daarna geanalyseerd is met een Malvern Mastersizer (met autosampler). Bepaling korrelgrootteverdeling wordt hierbij m.b.v. laserdiffractie vastgesteld. Bij iedere run (36 monsters) worden er twee controlemonsters meegenomen. Na de analyse is het restant van het monster bewaard.
- Erosie metingen Zuidgors: De meting met de erosiepins is alleen uitgevoerd op Zuidgors. Er wordt een dunne pin met een krul en een metalen ringetje verticaal in het sediment geplaatst. De krul bevindt zich op ongeveer $\frac{3}{4}$ van de lengte van de pin. De pin wordt de grond in gedrukt totdat de krul gelijk is met sedimentoppervlak. Het ringetje ligt ook op sedimentoppervlak. De pin is door het gat van de ring gestoken. De meting wordt gedaan door de afstand van de krul tot het sedimentoppervlak (erosie op dat moment) en de afstand van de ring tot de ring (verschil met voorgaande geeft totale erosie) te meten met een duimstok. In **Figuur 31** en **Figuur 32** staat de methode en locatie van de pinnen aangegeven.

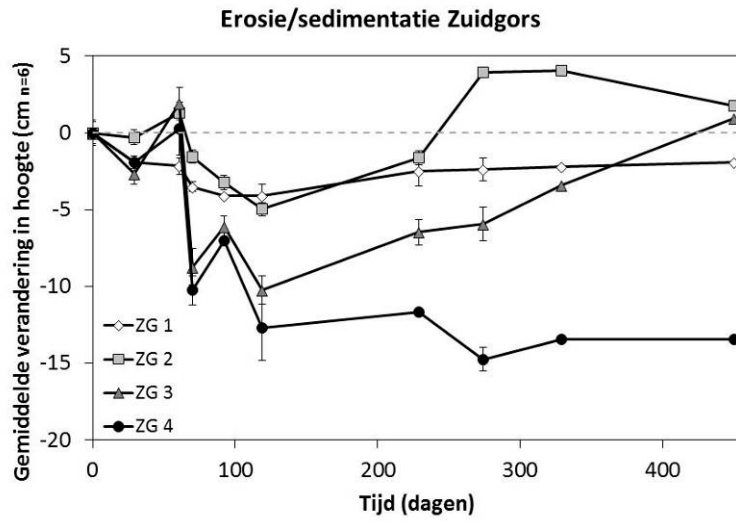


Figuur 31. Meetmethode met erosiepinnen bij Zuidgors.




Figuur 32. Plaats van de erosiepinen bij Zuidgors, ieder blok vertegenwoordigt één replica met 8 vierkante meters. Totaal 5 replica's, met aanduiding (bruine hoekpunten) voor de meetpunten voor de dGPS.

Bijlage H. Verandering maaiveldhoogte Zuidgors



De gemiddelde verandering in maaiveld hoogte (cm) in de tijd bij Zuidgors. Dag 0 is 22 augustus 2013.

Bijlage I. Overzicht van verschillende schorrensoorten

Naam		Naam	
Engels slijkgras * (<i>Spartina anglica</i>)		Zilte schijnsparrie ** (<i>Spergularia marina</i>)	
Kortarige zeekraal * (<i>Salicornia europaea</i>)		Zulte * (<i>Aster tripolium</i>)	
Klein schorrenkruid ** (<i>Suaeda maritima</i>)		Schorrenzoutgras** (<i>Triglochin maritima</i>)	
Zoutmelde * (<i>Halimione portulacoides</i>)			

* Bron: IMARES foto archief Alle foto's zijn gemaakt door Willem van Duin, behalve Kortarige zeekraal die gemaakt is door Oscar Bos.

** Bron: Wikipedia