

Onderzoeksplan

Zeegrasmitigaties Oosterschelde

2 april 2007
M.M. van Katwijk
T.J. Bouma
D.J. de Jong

Inhoud

Inleiding.....	2
Uitwerking van de onderzoeksvraag	2
Achtergrondinformatie	3
Klein zeegras	3
Punten van aandacht bij locatieselectie	3
Onderzoeksplan	5
Donorlocaties.....	5
Mitigatielocaties	5
Krabbekreek-Zuid	5
Dortsman-Noord.....	5
Transplantatieplan, strategie en opzet	7
Bescheping als anti-wadpiermethode: een proef vooraf	7
Zeegrasverplaatsingen	9
Transplantatiemethodologie	10
Tijdstip van transplantatie	10
Transplantatiemethode	10
Methode van plaatsing.....	10
Extra maatregelen.....	10
Monitoren	11
Toelichting op het monitoren in 2007	11
Monitoringschema en verstoringmomenten 2007	12
Planning.....	13
2007	13
2008	13
2009	13
2010-2011.....	13
Verder lezen	14
Bijlage bij onderzoeksplan. Niet-geselecteerde mitigatielocaties	15
Dortsman-midden: reservelocatie.....	15
Tolseind (verdronken land Zuid-Beveland): reservelocatie.....	15
Zandkreek, Slikken bij Kats, Vianen: ongeschikte locaties	15

Inleiding

Bij door Bureau Zeeweringen geplande dijkwerkzaamheden (vervanging steenbekleding) langs de Oosterschelde 2007-2011 zullen enkele stroken zeegras vernietigd worden. Het zal naar verwachting gaan om zeer smalle randjes van enkele tot een tiental meters breed en zo'n enkele honderden meters lang met bedekkingen oplopend naar 80-100%. Dit onderzoeksplan, opgesteld in opdracht van Bureau Zeeweringen, beschrijft een verkennend onderzoek hoe deze mitigatie van (klein) zeegras in de Oosterschelde kan worden uitgevoerd. Mitigatie wordt beoogd omdat ingrepen volgens EU-regelgeving geen significant effect mogen hebben op zeegrasvelden. In voorbereidende plannen is ervan uitgegaan dat <1% vernietiging geen significant effect is. De opdrachtgever wil mitigatiemaatregelen nemen om aan de veilige kant te blijven.

In het onderzoeksplan zijn de naar verwachting meest geschikte locaties voor mitigatie globaal aangegeven op basis van expert judgement van D.J. de Jong (RIKZ), R. Jentink (RWS), T.J. Bouma (NIOO-CEME) en de schrijfster. Op basis van bestaande kennis over gevoeligheden van het zeegras en de omstandigheden in de Oosterschelde wordt de locatiekeuze gemotiveerd, wordt een onderzoeksopzet gegeven waarin aantallen en afmetingen van de transplantatie-eenheden worden gegeven, en worden maatregelen voorgesteld ter verbetering van de lokale omstandigheden (met name om de wadpierendichtheden laag te houden), gebaseerd op de momenteel beste beschikbare informatie. Nauwkeurige specificatie van de mitigatielocaties zal worden nageleverd in de loop van februari 2007.

Uitwerking van de onderzoeksvraag

Wat zijn de beste mogelijkheden tot mitigatie van (Klein) zeegras langs Zeeuwse kusten, in casu de Oosterschelde, in deelvragen:

1. Welke locaties zijn het meest geschikt:
 - a. Welke omstandigheden prefereert Klein zeegras?
 - b. Op welke plekken in de Oosterschelde wordt optimaal aan deze standplaatsvoorwaarden voldaan?
 - c. Zijn aanvullende maatregelen nodig?
2. Welke aanpak en strategie kan het best gehanteerd worden.
3. Welke methode is optimaal:
 - a. methode en tijdstip van verwijderen,
 - b. methode van vervoer,
 - c. methode van plaatsen
 - d. maatregelen om de locatie te optimaliseren

Achtergrondinformatie

Klein zeegras

Bij de vertaling naar een onderzoeksplan is enige achtergrondkennis over klein zeegras (*Zostera noltii*) nodig. (N.B. In de Oosterschelde staat vrijwel geen groot zeegras, *Zostera marina* meer.)

Klein zeegras is gevoelig voor:

- Blootstelling aan golfslag
- Droogvalduur: meestal komt de plant voor bij 50-70% droogvalduur. Binnen deze zone zijn alleen plekken die volledig afwateren geschikt. (een permanent laagje water van 1-2 cm veroorzaakt al sterfte)
- Wadpier, *Arenicola marina* (Philippart et al. 1994); deze kan het zeegras onder een laagje sediment bedelven. Dit is ter plaatse een serieus probleem. Daarnaast is er op veel plaatsen in de Oosterschelde het fenomeen dat de “tandpastahoopjes” van de wadpier niet of nauwelijks bij ieder getij worden verspoeld, waardoor er een versterkt microreliëf ontstaat. In deze gebieden met versterkt reliëf blijft na droogvallen veel water stagneren omdat het slecht afstroomt naar de geulen, waardoor er een laagje water van enkele cm achter kan blijven.
- Veelkleurige zeeduizendpoot *Nereis diversicolor* (Paramor&Hughes 2003), deze eet zaden. In een vergelijkbaar gebied in de Thamesmond is dit een serieus probleem bij herkolonisatie. In de Oosterschelde zou dit ook kunnen spelen indien met weinig zeegrasmateriaal een groot gebied geherkoloniseerd zou moeten worden. Bij voldoende zeegraspachtes zal de plant zich echter voornamelijk vegetatief uitbreiden
- Macroalgen (literatuur Hauxwell, Perez Llorens), deze bedekken het zeegras, waardoor lichtgebrek ontstaat, en bij afbraak van de macroalgen ontstaan bovendien toxische stoffen.
- Epifyten (literatuur Philippart, Schanz) kunnen licht wegnemen, de epifyten kunnen evenwel weer begraaasd worden door wadslakjes, *Hydrobia* of alikruikken (*Littorina*), als er tenminste niet teveel waterdynamiek is.

Klein zeegras komt in de Oosterschelde nog vooral voor op plaatsen waar zich oude kleibanken in de bodem bevinden en waar enige zoetwaterinvloed is (b.v. de Jong et al. 2004). De kleibanken voorkómen hoge aantallen wadpieren (Philippart et al. 1994). Klein (en groot) zeegras kan echter ook goed buiten kleibanken voorkomen, want de plant heeft een brede tolerantie wat betreft sedimentsamenstelling (Philippart et al. 1995). Dat betekent dat de plant goed kan groeien in zandige en schelpenrijke bodems (tot bijna een schelpenbank). Dit deden groot en klein zeegras vroeger in de Oosterschelde dan ook. Bij kleibank moet worden gedacht aan echte klei, niet een beetje zavelig materiaal, bijvoorbeeld van oude schorren.

Punten van aandacht bij locatieselectie

Punten van aandacht voor mitigatiegebieden zijn:

1. Is er een historie van zeegrasbegroeiing, en waarom is het verdwenen? Dit is grotendeels bekend. De Oosterschelde is na de aanleg van de stormvloedkering sterk veranderd. Eén van de veranderingen is dat op typische zeegraslocaties (enigszins beschutte ligging), het reliëf dat door wadpieren wordt veroorzaakt is toegenomen (waarneming D.J. de Jong). De dichtheid aan wadpieren is waarschijnlijk gelijk gebleven, maar de typische bultjes en kuilen zijn veel geprononceerder geworden. Dit is een gevolg van de verminderde stroming: vroeger werd het reliëf bij ieder hoogwater

wat meer vlakgespoeld dan tegenwoordig. Dit is op veel plaatsen de reden voor de achteruitgang van klein zeegras. Daarnaast zijn veel lokale zoetwaterinvloeden in de Oosterschelde geëlimineerd sinds circa 1985, waardoor het zoutgehalte van de Oosterschelde vrij hoog is. Aanvankelijk was het zoutgehalte te hoog voor zeegras, maar tegenwoordig is het zoutgehalte wat lager, en zijn de omstandigheden weer gunstiger.

Na de aanleg van de stormvloedkering zijn ook sedimentatieprocessen veranderd: in de Oosterschelde overheerst op de meeste plaatsen erosie van sediment, ook op voor zeegras geschikte plaatsen. Dit kan betekenen dat zaden (en worteldelen) mogelijk gemakkelijker naar lager gelegen delen kunnen spoelen, en zo in voor zeegras ongeschikt gebied terechtkomen, maar of dit ook de reden van achteruitgang was, is niet bekend. De achteruitgang was gestaag over vele jaren dus dat maakt het minder waarschijnlijk – klein zeegras overwintert toch vooral via worteldelen.

2. Blootstelling aan golfslag en droogvalduur; het zwaartepunt van voorkomen lag in het verleden in beschutte gebieden tussen +0.15 en -0.30 m NAP. De ondergrens werd mogelijk bepaald door golfslag.
3. Aanwezigheid wadpieren, macroalgen, zeeduizendpoot. Vooral van de aanwezigheid van wadpieren wordt veel schade verwacht (verzanden en versterkt microreliëf → stagnerend water en begraving); maatregelen ter vermindering zullen worden opgenomen in het onderzoeksplan. Macroalgen kunnen lokaal schadelijk zijn, bij locatieselectie wordt dit in de overwegingen meegenomen.
4. Zoutgehalte (niet hoger dan 30-31 promille zout, de Jong et al. 2004). Zie punt 1.
5. Turbiditeit: het water is doorgaans zeer helder in de Oosterschelde, hier wordt geen probleem verwacht.

Eventuele maatregelen om mitigatiegebieden eventueel geschikter te maken

- Vermindering wadpierendichtheid
- Vermindering expositie aan golfslag of stroming
- Vermindering erosie van het slik (b.v. aanleg oester- of mosselrichel)

Onderzoeksplan

Donorlocaties

Bij het experiment in 2007 wordt gebruik gemaakt van zeegras dat bij de dijkverzwaringen werkzaamheden beschikbaar komt; mogelijke donorlocaties in de Oosterschelde zijn: Dwars in de weg St Phillipsland, Vianen (weinig), Vervolg van Dortsman, noordwestelijk (zuidelijk al gedaan), Zandkreek Noord, Zandkreek Zuid, Kattendijke/Goese Sas. Op basis van vegetatiekaarten uit 2006 zullen definitieve donorlocaties worden vastgesteld door Bureau Zeeweringen.

Na het verwijderen van de zeegraszode, zouden antiwadpiermaatregelen kunnen worden genomen in de vergraven strook om eventuele teruggroei van het zeegras te vergemakkelijken. Dit zeegras kan weer gebruikt worden voor vervolgmities. Hiertoe zou een schelpenlaag in de bodem kunnen worden aangebracht. Na de dijkverzwaringen zou dit ook te gebeuren. Het aanbrengen van de schelpenlaag zou als volgt kunnen gebeuren: na verwijdering van de zeegraszoden is al 10 cm bodem verwijderd. Daarna zou men nog 15 cm moeten uitgraven, een schelpenlaag van 10 cm moeten storten, en de uitgraven 15 cm bodem weer terugstorten.

Mitigatielocaties

De genoemde aandachtspunten in overweging nemend zijn voor dit experiment twee locaties geselecteerd (figuur 1): een beschutte locatie in Krabbekreek-Zuid (A), en een meer geëxponeerde locatie bij de Dortsman-Noord (B). Op deze wijze worden risico's enigszins gespreid, en kan meer kennis worden opgebouwd.

Voorafgaand aan de mitigaties dienen (1) exacte erosiekaarten te worden bestudeerd – erosiesnelheid mag niet te groot zijn; op dit moment zijn deze kaarten nog niet beschikbaar; en (2) de exacte locaties te worden aangegeven in het veld, waarbij tevens een nulmeting dient te worden verricht m.b.t. toestand sediment, wadpierendichtheid en hoogteligging.

Krabbekreek-Zuid

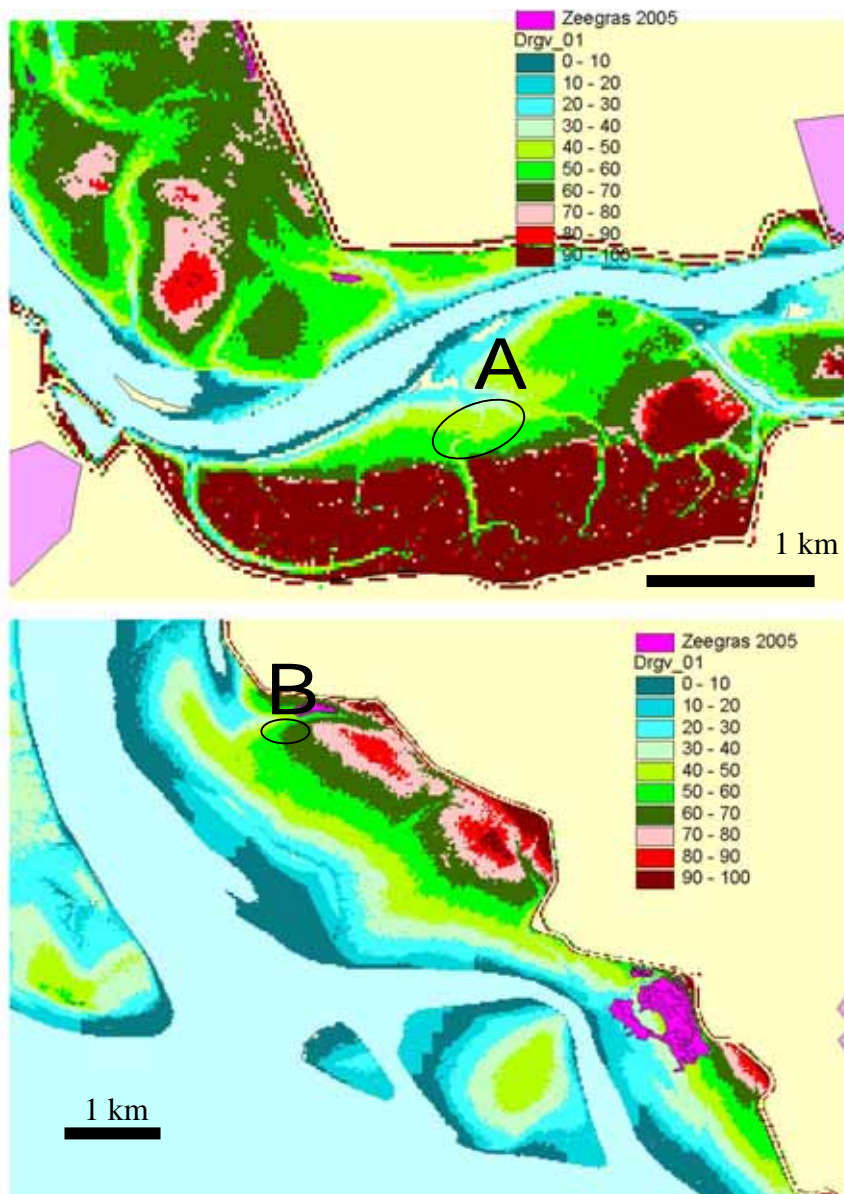
Dit is een beschutte locatie. In de Oosterschelde zijn beschutte locaties meestal minder geschikt na de aanleg van de Oosterscheldekering, omdat geen sediment meer gemobiliseerd kan worden, waardoor netto erosie plaatsvindt. De locatie Krabbekreek-zuid vormt echter een uitzondering. In dit gebied bestaan nog steeds sterke stromingen in de hoofdgeul waardoor sediment vanuit de geul naar het slik wordt meegenomen, waardoor hier in een aantal delen geen erosie plaatsvindt. Op de tweede plaats kent het gebied een lange zeegrashistorie. De grote velden van vóór 1986 zijn verdwenen na 3 strenge winters gecombineerd met een lange periode met extra lage hoogwaters (door de afbouw van de Stormvloedkering).

Bij veldbezoek door de auteurs op 7 februari 2007 zag de plek er geschikt uit; naar schatting fijnzandig met enig slib; ongeveer halve cm wegzakken. Wadpierendichtheid is hoog (grote schatting 50 m^{-2}). Plek met een beginnende oesterbank, coördinaten: 068573, 399236; de gehele omgeving van deze plek lijkt geschikt, vooral ook richting schorrand.

Dortsman-Noord

Dit gebied kent geen zeegrashistorie, maar wordt veranderd: er worden oesterrichels aangelegd. De achterliggende plaat wordt daardoor mogelijk beschutter voor golfslag en erosie wordt mogelijk minder sterk. Vlak langs de kust komt een strook zeegras voor, die vrij stabiel is (in vrijwel alle jaren dat gekarteerd is, was de strook aanwezig). De plek die ons geschikt leek ligt aan de overkant van een afwateringsdepressie. De wadpiederbedekking varieert van laag tot hoog; oostelijk laag, westelijk hoog. In het oostelijk deel van het gemarkeerde gebied in B (figuur 1) kwam tijdens ons bezoek op 7 februari 2007 al

extensief zeegras voor (paar sprietjes per m^2), coördinaten: 058900, 399236. In 1990 was het nabijgelegen zeegrasveld veel groter dan nu, en strekte zich vooral meer westelijk uit. Een westelijker locatie is niet aan te raden voor mitigatie omdat de toeristendruk daar hoog is. Je zakt hier ongeveer een halve cm in het sediment (veldbezoek 7 februari 2007). In het beoogde gebied voor mitigatie lijkt het sedimenttype overeen te komen met dat van het bestaande zeegrasveld. Van oost naar west zie je eerst een zone met zeegras, weinig wadpieren (coördinaten zie boven), dan een zone zonder zeegras (tijdens ons veldbezoek), weinig wadpieren (schatting: $10-15 m^2$), coördinaten 058632, 399250 gevolgd door een gebied met stroken verhoogd ('droog') en verlaagd ('nat') wad, 20-50m breed; hier zou je misschien op de verhoogde delen moeten mitigeren, of de aanplant iets verhoogd aanbrengen. Wadpiedichtheid is hier hoog (schatting: $30-40 m^2$); coördinaten: 058689, 399122. Nog meer westelijk (langs de dijk) is niet wenselijk in verband met de toeristendruk (hier is wel zeegrashistorie).

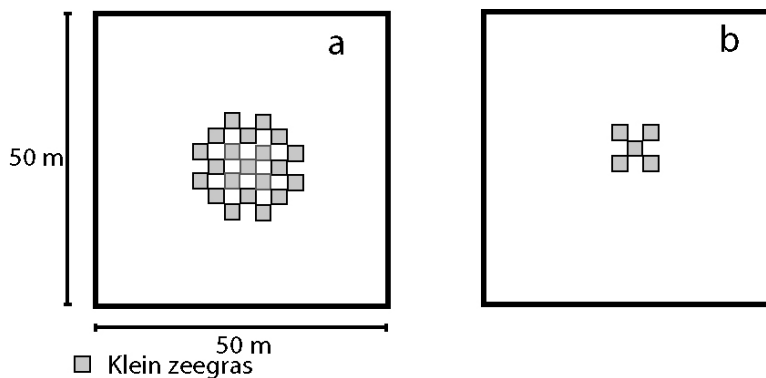


Figuur 1. Mitigatielocatie: Boven: Krabbekreek-Zuid, locatie A (beschut.); Onder: Dortsman-Noord, locatie B (relatief geëxponeerd). In kleur is de droogvalduur aangegeven. Groene kleuren vertegenwoordigen het meest optimale dieptebereik voor klein zeegras. In paars de ligging van de klein zeegrasvelden in 2005.

Transplantatieplan, strategie en opzet

Uit eerdere experimenten met (vooral groot) zee gras in de Waddenzee is gebleken dat voor een succesvolle transplantatie het gewenst is om met substantiële hoeveelheden te werken (Bos & van Katwijk 2006; van Katwijk et al. 2006). Niet individuele planten, al dan niet in kleine groepjes, maar liever grote hoeveelheden. Op die manier geven de planten elkaar al meteen steun en zijn er grotere kansen op blijvende vestiging en uitbreiding. Klein zee gras is een soort die groeit in dichte zoden, en overwintert via de ondergrondse delen, zodat transplantatie van forse zoden voor de hand ligt. Hierop gebaseerd worden er twee strategieën gekozen: (1) veilige strategie, met weinig verlieskansen, maar ook relatief minder uitbreidingskansen in de omgeving; (2) kansenstrategie, met verlieskansen maar ook grotere kansen op uitbreiding.

Op iedere mitigatieplek zullen maatregelen worden genomen om wadpieren te verminderen (zie onder) in een gebied van circa 50 x 50 m. In de veilige strategie worden een groot aantal zee graszoden schaakbordsgewijs in dit bewerkte gebied geplaatst (figuur 2a), en in de kansenstrategie worden er slechts 5 schaakbordvlakken geplaatst in het centrum (figuur 2b). Ieder schaakbordvlak is tussen de 1.5 x 1.5 meter en 2 x 2 meter, afhankelijk van de praktische mogelijkheden. Dikte van de zoden: 10 cm.



Figuur 2. Aanplant-schema's, (a) veilige strategie, (b) kansenstrategie

Beschelping als anti-wadpiermethode: een proef vooraf

Beschelping is hoogstwaarschijnlijk een effectieve anti-wadpiermethode. Om de proeven te begrijpen is het belangrijk te weten dat wadpieren in de bovenste 30 cm van de bodem leven, en zich in het onderste deel van hun gang terugtrekken als mensen de grond komen afgraven. Als je de bovenste 15 cm uitgraaft zullen zich daarom in het afgegraven materiaal weinig tot geen wadpieren bevinden.

Locatie voor beschelping

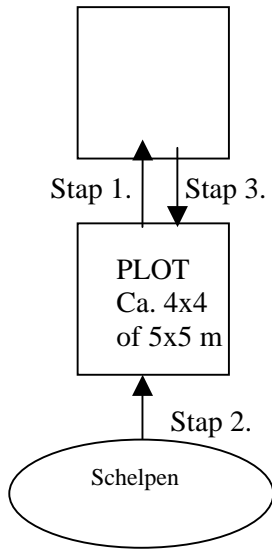
Nabij dijkspaal 18 bij Yerseke (Yerseksche Oesterbank - Nieuwlande). Wadpierendichtheid is hier circa 40 /m².

Techniek van beschelping

Twee beschelpingstechnieken zullen worden getest in een proef vooraf (maart-april). De eerste techniek is een gemakkelijke en goedkope methode, namelijk grond eruit, schelpen erin, grond er weer bovenop (mag echter niet te ver boven maaiveld uitsteken). Een nadeel van deze methode is dat de wadpieren nog onder de schelpenlaag aanwezig zullen zijn, en zich wellicht toch omhoog kunnen wurmen. We weten daarom niet zeker of deze methode effectief is. De tweede methode is iets bewerkelijker (dus duurder) en zal dit voorkómen. Hierbij wordt tot op 30 cm afgegraven (dit is inclusief de wadpieren), het materiaal wordt

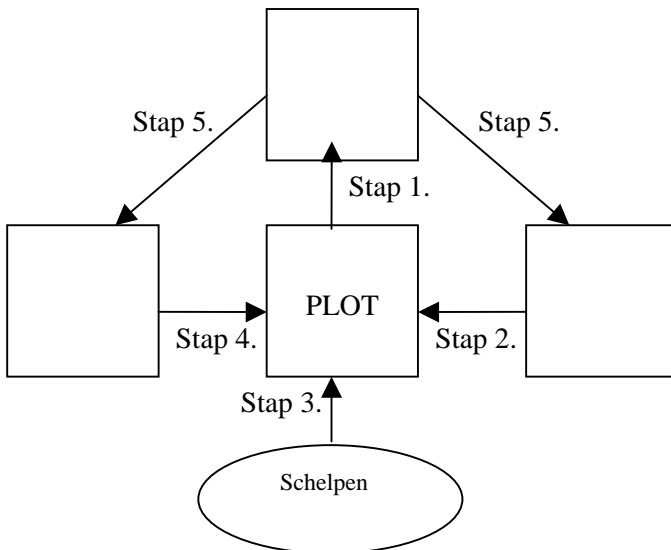
dan niet meer gebruikt om het gat weer op te vullen; het gat wordt gevuld met 15 cm grond ten weerszijden van de plot (zie onderste figuur hieronder)

Beschelpingsmethode 1 (gemakkelijk en goedkoop; mogelijk niet effectief)



Stap 1: uitgraven 15 cm grond en ernaast deponeren
 Stap 2: zakken met schelpen deponeren in plot; egaal uitspreiden, dikte MINIMAAL 5 cm
 Stap 3: terugplaatsen grond op de schelpenlaag, egaal uitspreiden tot iets boven het maaiveld, niet teveel.

Beschelpingsmethode 2 (bewerkelijk, hoogstwaarschijnlijk effectief)



Stap 1: uitgraven 30 cm grond en deponeren ten noorden
 Stap 2: uitgraven 15 cm grond (NIET DIEPER) en deponeren in plot; egaal uitspreiden
 Stap 3: zakken met schelpen deponeren in plot; egaal uitspreiden, dikte MINIMAAL 5 cm
 Stap 4: uitgraven 15 cm en deponeren in plot; egaal uitspreiden en zorgen dat het plot iets hoger ligt dan maaiveld: als het inklinkt moet het precies gelijk zijn aan maaiveld: het mag in geen geval een kuil worden waarin water blijft staan!
 Stap 5: afwerking: vullen van de gaten ten westen en oosten met het materiaal dat gedeponerd is ten noorden. Egaal uitspreiden tot iets boven het maaiveld, niet teveel.

De wadpierhoopdichtheid dient vooraf, en na 1 maand geteld te worden. Na 1 maand kan de effectiviteit van de methode worden vastgesteld: de methode is effectief / succesvol indien er maximaal 15 wadpierhopen per m² zijn.

Zeegrasverplaatsingen

Eind mei / begin juni uit te voeren, afhankelijk van het succes van de beschelpingstest.

Tabel 1a. Aantal veldjes van circa 50x50 m, aan te leggen in 2007, met daarin het aantal zoden zeegras en het hiervoor benodigde oppervlak aan zeegras als de beschelpingsproef succesvol was (na behandeling minder dan 15 wadpieroepjes per m²)

Locatie	Anti-wadpier	Aanplantstrategie	Replica's	Opp m ²	Opp m ²
				(2x2 m) 4.00	1½x1½ 2.25
geëxposeerd	beschelping	veilig (21 zoden van 2 x 2 m)	4	336	189
	beschelping	kansrijk (5 zoden van 2 x 2 m)	4	80	45
	beschelping	controle	4	0	0
beschut	onbehandeld	kansrijk (5 zoden van 2x2 m)	4	80	45
	net (10 cm diepte)	veilig (21 zoden van 2 x 2 m)	4	336	189
	net (10 cm diepte)	kansrijk (5 zoden van 2 x 2 m)	4	80	45
	net (10 cm diepte)	controle	4	0	0
	beschelping	veilig (21 zoden van 2 x 2 m)	4	336	189
	beschelping	kansrijk (5 zoden van 2 x 2 m)	4	80	45
	beschelping	controle	4	0	0
	onbehandeld	veilig (21 zoden van 2 x 2 m)	4	336	189
	onbehandeld	kansrijk (5 zoden van 2 x 2 m)	4	80	45
	TOTAAL benodigde hoeveelheid zeegras in m²			1744	981

Tabel 1b. Aantal veldjes van circa 50x50 m, aan te leggen in 2007, met daarin het aantal zoden zeegras en het hiervoor benodigde oppervlak aan zeegras als de beschelpingsproef niet succesvol was (na behandeling meer dan 15 wadpieroepjes per m²)

Locatie	Anti-wadpier	Aanplantstrategie	Replica's	Opp m ²	Opp m ²
				(2x2 m) 4.00	1½x1½ 2.25
geëxposeerd	net (10 cm diepte)	veilig (21 zoden van 2 x 2 m)	4	336	189
	net (10 cm diepte)	kansrijk (5 zoden van 2 x 2 m)	4	80	45
	net (10 cm diepte)	controle	4	0	0
beschut	onbehandeld	kansrijk (5 zoden van 2 x 2 m)	4	80	45
	net (10 cm diepte)	veilig (21 zoden van 2 x 2 m)	4	336	189
	net (10 cm diepte)	kansrijk (5 zoden van 2 x 2 m)	4	80	45
	net (10 cm diepte)	controle	4	0	0
	onbehandeld	veilig (21 zoden van 2 x 2 m)	4	336	189
	onbehandeld	kansrijk (5 zoden van 2 x 2 m)	4	80	45
TOTAAL benodigde hoeveelheid zeegras in m²			1328	747	

De methode van beschelping is afhankelijk van de uitkomst van de tests die zijn uitgevoerd in de proef vooraf (zie vorige paragraaf).

Er zal zowel in 2007 als in 2008 worden getransplanteerd. Dit om de hoeveelheid werk te spreiden, waardoor begeleiding optimaler is, maar ook zodat een aantal onzekerheden in het eerste jaar getest kan worden, waardoor in het tweede jaar succesvoller en/of kosteneffectiever gewerkt kan worden.

De totaal benodigde hoeveelheid zeegras bedraagt bij deze opzet 1300 tot 1750 m². Eventueel kan de benodigde hoeveelheid zeegras worden verminderd door zoden van 1.5 x 1.5 m te gebruiken. Dan komt men op een minimum van 750 tot 1000 m².

Afhankelijk van eventueel verder beschikbaar komend zeegras in 2008 kan een uitbreiding plaatsvinden door of hetzelfde programma nog een keer uit te voeren, hetzij een andere 'anti-wadpieren'-methode toe te passen. Dat zal winter 2007/2008 nader bekeken moeten worden, waarbij de behaalde resultaten uit 2007 een belangrijke rol spelen.

Transplantatiemethodologie

Tijdstip van transplantatie

Eerdere transplantaties in Nederland wijzen erop dat transplantatie in april, mei en juni geen probleem is, in juli en augustus wel (Noten 1983, Philippart et al. 1994, van Katwijk & Schmitz 1994, Hermus 1995). Vraat door ganzen wordt door sommigen als een bedreiging gezien; om ganzenvraat te voorkomen zouden transplantaties het best ná 15 mei kunnen plaatsvinden, hoewel de transplantatiestress hoger is bij een later tijdstip. I.v.m. stormen is het najaar minder geschikt voor transplantaties. Daarom wordt indien mogelijk gekozen voor transplantatie eind mei begin juni. Eerste helft mei geschikt maken van de locaties en tweede helft mei of begin juni verplaatsen klein zeegras.

Transplantatiemethode

Gezien de sterke voorkeur van klein zeegras voor kleibanken, en de gevoeligheid voor wadpieren (die in kleibanken minder goed tot ontwikkeling kunnen komen), heeft het de voorkeur om klein zeegras in grote zoden te transplanteren en niet volgens de soms gevolgde 'bare root' methode. Grootte van de zoden kan afhangen van het materieel, van de afmetingen van de shovel en de hoeveelheid beschikbaar klein zeegras. Hier wordt voorgesteld 2x2 meter of eventueel 1,5x1,5 meter.

Methode van plaatsing

Op de plek waar de zoden geplaatst worden dient eerst de bovenste laag te worden verwijderd, zodanig dat de zoden na plaatsing niet verzinken ten opzichte van het omringende sediment, maar ook niet erbovenuit steken. Ze kunnen beter iets te veel uitsteken dan dat ze verzinken, maar grote nauwkeurigheid blijft een eerste vereiste.

Extra maatregelen

Er zullen maatregelen moeten worden genomen om extreme reliëfvorming door wadpieren tegen te gaan. Hiertoe zijn 2 typen maatregelen mogelijk:

- (1) ingraven van netten op diepte van 10 cm. Materiaal: maaswijdte 1 mm, geen laterale rek (!) (anders gaan de wadpieren er toch doorheen – pers. comm. Volkernborn die de methode in een wadgebied in Duitsland toepaste), liefst afbreekbaar op een termijn van 10-20 jaar. Materiaal verkrijgbaar bij bv. firma <http://www.breuers-verpackungen.de/index.html> in Erkrath, vlak bij de NI grens. De firma zal de naam Nils Volkernborn en het doel nog zeker herinneren aldus Nils (via Tjeerd Bouma). Als geschikt afbreekbaar materiaal niet bestaat, zouden we in de vergunningsaanvraag iets over de verwijdering moeten aangeven, d.i. als er na enkele jaren replica's zijn waar géén zeegras meer staat, zou het net verwijderd moeten worden o.i.d.
- (2) Bescheping (zie proef vooraf, boven besproken).

Monitoren

in 2007-2009 zomer: iedere maand; winter: iedere 2 of 3 maanden

In 2010-2011 3x per jaar.

Variabelen te monitoren:

- Zeegrasontwikkeling (aantal transplantatie-eenheden en bedekking)
- Met name in voorjaar en zomer: wadpieren, macroalgenbedekking, epifytenbedekking, grazers.
- Sedimentontwikkeling: wadpierreliëf, erosie/sedimentatiesnelheden (ook nulmeting)
- Sedimentsamenstelling (ook nulmeting)

Daarnaast eenmalig: coördinaten en hoogteligging, X, Y en Z van de locaties en de afzonderlijke transplantatie-eenheden inmeten met behulp van dGPS/RTK

Toelichting op het monitoren in 2007

Hoe vaak wordt gemonitord:

Nulmeting in mei; monitoren in juni, juli, augustus, september, oktober, en november of december.

Variabelen te monitoren met uitleg in blauw:

- Zeegrasontwikkeling (aantal transplantatie-eenheden en bedekking) spreekt voor zich; evaluatie van het succes. Toelichting op iets uitgebreidere augustusmonitoring: dit betreft een schatting van algemene plantkenmerken zodat we een vergelijking kunnen maken met de donorpopulatie: ontwikkelen de planten zich normaal.
- Met name in voorjaar en zomer: wadpieren, macroalgenbedekking, epifytenbedekking, grazers. Dit zijn de voornaamste factoren die het verplantingssucces kunnen beïnvloeden: op basis hiervan kunnen we richtlijnen voor mitigaties geven: bijvoorbeeld, neemt het succes sterk af boven een bepaalde wadpierdichtheid, dan weten we dat de antiwadpierbehandeling noodzakelijk is, en misschien zelfs in de zwaarste vorm (namelijk netten aanbrengen). Het kan ook zijn dat dit op de meest geëxponeerde locatie toch niet nodig is, dan kan bij toekomstige mitigaties worden afgezien van antiwadpiermaatregelen op dit soort locaties. Macroalgen, we hebben locaties uitgezocht waarvan we verwachten dat macroalgen geen probleem zijn; het kan echter gebeuren dat er toch grote hoeveelheden indrijven, of zich lokaal ontwikkelen. Epifytenbedekking: dit zou met name op de beschutte locatie een probleem kunnen zijn. Als de planten teveel bedekt worden met epifyten krijgen ze onvoldoende licht, en kunnen ze zelfs te zwaar worden (de bladeren gaan plat op de grond liggen). Grazers kunnen dit tegenhouden (met grazers worden grazers van epifyten bedoeld, zoals wadslakjes en alikruiken; het zeegras zelf wordt niet / nauwelijks gegraasd, behalve door m.n. rotganzen, deze zijn echter al weg op het tijdstip van aanplanten). Door beide, zowel epifytenbedekking en hoeveelheid epifytengrazers te schatten, kunnen we, mocht epifytenbedekking een probleem zijn, zien op welk type locaties dit is, en of het probleem te maken heeft met de afwezigheid van grazers; op grond van deze informatie kan men de richtlijnen voor mitigatie aanscherpen m.b.t. de locatiekeuze, maar misschien ook verkennen of meetransplanteren van grazers een optie is.
- Sedimentontwikkeling: wadpierreliëf, erosie/sedimentatiesnelheden (ook nulmeting) Het wadpierreliëf ontstaat niet alleen door een bepaalde dichtheid van wadpieren, maar vooral ook door de waterdynamiek: bij lage waterdynamiek kan de wadplaat een maanlandschap worden, en dit is waarschijnlijk de belangrijkste factor die het succes van mitigaties in de Oosterschelde bepaalt. Erosie / sedimentatiesnelheden: van de mitigatieplekken verwachten we dat ze niet of nauwelijks eroderen of sedimenteren. Toch is het goed dit te meten, omdat dit niet zeker is en snelle erosie of sedimentatie kan

tot zeegrassterfte leiden. Sterke erosie heeft bovendien implicaties voor het ingegraven net: dit zou vrij kunnen komen te liggen, en moet dan verwijderd worden.

- Sedimentsamenstelling (ook nulmeting): het gaat hier om de hoeveelheid slib ten opzichte van zand, en om het organisch stofgehalte. Deze factoren zijn waarschijnlijk van invloed op de wadpierendichtheid, en daarnaast vormen ze in veel gevallen een indicatie voor de waterdynamiek ter plaatse. Ze geven dus een typologie van de plek met betrekking tot voor zeegras relevante factoren. Hierdoor kunnen de successen en mislukkingen beter begrepen worden, en kunnen tevens de richtlijnen voor mitigatie, m.n. locatiekeuze worden verbeterd: bepaalde types bodem zouden minder geschikt kunnen zijn dan andere (niet voor het zeegras direct, maar voor het type milieu dat ze vertegenwoordigen: veel /weinigwaterdynamiek veel/weinig wadpierreliëf).
- Daarnaast eenmalig: coördinaten en hoogteligging, X, Y en Z van de locaties en de afzonderlijke transplantatie-eenheden inmeten met behulp van dGPS/RTK. Dit is vanzelfsprekend om de (hoogte-) ligging van de plots te kennen. Hoogte t.o.v. NAP is belangrijk voor zeegras.

Bovenstaande variabelen zijn o.i. de belangrijkste. Andere factoren zijn: voedingsstoffengehalten in de bodems, en optreden van toxiciteit (ammoniak en sulfide) in het najaar (kan gebeuren, maar we achten de kans klein), zeeduizendpootdichtheid (in Engeland belangrijk, eten zeegraszaden, waarschijnlijk niet bij ons), krabbendichtheid (in VS belangrijk, trekken planten uit de grond, maar bij ons worden die dichtheden waarschijnlijk niet behaald), etc.

Monitoringschema en verstoringmomenten 2007

Indicatief monitoringschema 2007 (aantallen mensdagen)									verstoringsmo- menten (in dagen)	
Te monitoren variabelen	zeegras	macroalgen etc.	wadpierendichtheid	wadpierreliëf	erosie / sedimentatie	sedimentmonsters ivm samenst.	dgps hoogtemeting	Totaal mensdagen	Krabbenkreek (A)	Dortsman-Noord (B)
aantal velddagen										
mei nulmeting										
totaal fase 1	2	1	1	1	1	1	1	8	3	3
juni	6	1	1	1	1	0		10	4	4
juli	6	1	1	1	1	0		10	4	4
augustus	10	1	1	1	1	1	1	16	5	5
september	6	1	1	1	1	0		10	4	4
oktober	4	1	1	1	1	0		8	3	3
november/dec	2	1	1	1	1	1	1	8	3	3
totaal fase 2								62		

Eén of enkele van deze tabelcellen zouden onvoorzien kunnen uitvallen door b.v. weersomstandigheden.

In het monitoringsschema hierboven is het aantal verstoringsmomenten in grijs aangegeven. Er wordt vanuit gegaan dat er meestal 2-4 mensen tegelijkertijd aanwezig zullen zijn, er wordt geen hard (machine-)lawaaï gemaakt, en materiaal dat wordt meegenomen bij het monitoren zal per mens of bolderkar te vervoeren zijn.

Planning

2007

1. Locatieselectie detailschaal: februari/maart
2. Plan van uitvoering maken voor transplantaties in 2007 (incl. overleg aannemer) maart/april,
3. Uitvoering beschelpingsproeven vooraf: april
4. Nulmeting: mei/juni
5. Transplantatie: mei/juni
6. Monitoren: juni – november
7. Analyse van resultaten en plan voor 2^e deel van transplantaties in 2008 maken: oktober - december
8. Voorlopige bespreking resultaten 2007 en plan voor 2008: december

2008

1. Verslaglegging resultaten 2007
2. Plan van uitvoering maken voor transplantaties in 2008
3. Monitoren aanplant 2007 en 2008
4. Analyse van resultaten
5. Voorlopige bespreking resultaten 2007 en 2008

2009

1. Verslaglegging resultaten 2008
2. Monitoren aanplanten
3. Analyse van resultaten
4. Eindrapportage fase 1.

2010-2011

Extensief monitoren en verslaglegging in 2011

Verder lezen

- Bos, A. R. and van Katwijk, M. M. Planting density, hydrodynamic exposure and mussel beds affecting survival of transplanted intertidal eelgrass. *Marine Ecology Progress Series* in press
- Bos, A. R., Hermus, D. C. R., & van Katwijk, M. M. (2005) *Herinstructie van Zostera marina in de westelijke Waddenzee (2002-2006). Resultatenrapportage 2004*. Report Dep. of Environmental Science, Radboud University Nijmegen, The Netherlands
- de Jong, D. J., Brinkman, A. G., & van Katwijk, M. M. (2005) *Kansenkaart zee gras Waddenzee. Potentiële groeimogelijkheden voor zee gras in de Waddenzee*. Report RIKZ/2005.013, Rijkswaterstaat, Middelburg, the Netherlands
- Hauxwell, J., Cebrian, J., Furlong, C., & Valiela, I. (2001) Macroalgal canopies contribute to eelgrass (*Zostera marina*) decline in temperate estuarine ecosystems. *Ecology Washington D C* **82**, pp. 1007-1022
- Hermus, D. C. R. (1995) *Herinstructie van zee gras in de Waddenzee. Het verloop van de beplantingen in 1992-1994 & zaadexperimenten*. Department of Aquatic Ecology and Environmental Biology, University of Nijmegen
- Hughes, R. G., Lloyd, D., Ball, L., & Emson, D. (2000) The effects of the polychaete *Nereis diversicolor* on the distribution and transplanting success of *Zostera noltii*. *Helgoland Marine Research* **54**, pp. 129-136
- Jentink, R. (2004). *Zee gras in de Oosterschelde. Onderzoek naar de mogelijke gevolgen van de dijkwerkzaamheden op de zee grasvelden in de Oosterschelde*. Interne notitie ZLMID-04.N.008, niet gepubliceerd.
- Noten, T. M. P. A. (1983) Detached shoots of *Zostera noltii* Hornem. as a means of dispersal: a transplantation experiment. *Proc. Int. Symp. Aquat. Macrophytes* Nijmegen, 18-23 September 1983
- Paramor, O. A. L. & Hughes, R. G. (2004) The effects of bioturbation and herbivory by the polychaete *Nereis diversicolor* on loss of saltmarsh in south-east England. *Journal of Applied Ecology* **41**, pp. 449-463
- Philippart, C. J. M. & Dijkema, K. S. (1995) Wax and wane of *Zostera noltii* Hornem in the Dutch Wadden Sea. *Aquatic Botany* **49**, pp. 255-268
- Philippart, C. J. M. (1994) Interactions between *Arenicola marina* and *Zostera noltii* on a tidal flat in the Wadden Sea. *Marine Ecology Progress Series* **111**, pp. 251-257
- Schanz, A., Polte, P., & Asmus, H. (2002) Cascading effects of hydrodynamics on an epiphyte-grazer system in intertidal seagrass beds of the Wadden Sea. *Marine Biology* **141**, pp. 287-297
- van Katwijk, M. M. & Hermus, D. C. R. (2000) Effects of water dynamics on *Zostera marina*: transplantation experiments in the intertidal Dutch Wadden Sea. *Marine Ecology Progress Series* **208**, pp. 107-118
- van Katwijk, M. M., Hermus, D. C. R., de Jong, D. J., Asmus, R. M., & de Jonge, V. N. (2000) Habitat suitability of the Wadden Sea for restoration of *Zostera marina* beds. *Helgoland Marine Research* **54**, pp. 117-128
- van Katwijk, M. M. (2005) *Klein zee gras en Snavelruppia op het Balgzand. Een transplantatiesucces en een spontane vestiging aan het begin van de 21e eeuw*. Ecoscience, Radboud University, Nijmegen, The Netherlands
- van Katwijk, M. M. (2005) *Dynamiek van zee grasvelden in de Waddenzee en aanbevelingen voor het beheer*. Ecoscience, Radboud University, Nijmegen, The Netherlands

Bijlage bij onderzoeksplan. Niet-geselecteerde mitigatielocaties

Dortsman-midden: reservelocatie

Dit gebied heeft al zeegrasvelden. Mitigatie zou het veld goed versterken. De aanwezige schelpenruggen zijn waarschijnlijk een goed alternatief voor de kleibanken waar klein zeegras momenteel voorkomt in dit gebied. Hier zou een gebied ten westen van het huidige gebied in aanmerking kunnen komen voor mitigatie, om zo het bestaande veld te versterken. De open plek midden in het veld lijkt om logistieke redenen minder geschikt. Oostelijk van het gebied is niet geschikt vanwege toeristendruk. Het gebied westelijk van het bestaande veld is in 1984 en 1977 begroeid geweest met zeegras (eerdere en tussenliggende jaren is niet gekarteerd; ook tot 1990 is niet gekarteerd). Vanaf 1990 is de beoogde plek niet meer begroeid geweest. Plek voor mitigatie: coördinaten: 061674, 396748. Veldwaarneming 7 februari 2007: hier zak je in het geheel niet weg; waarschijnlijk ligt hier een kleibank onder. Naar schatting 10 wadpieren m⁻²:

Het feit dat hier vrijwel geen wadpieren voorkomen, doet vermoeden dat de plek om andere redenen niet geschikt is voor zeegras. Deze plek heeft daarom geen eerste voorkeur.

Tolseind (verdronken land Zuid-Beveland): reservelocatie

Kan worden aangemerkt als reservelocatie. Misschien is de hoogteligging ten opzichte van NAP niet meer geschikt (Dick de Jong zal dit checken)

Zandkreek, Slikken bij Kats, Vianen: ongeschikte locaties

Zandkreek komt niet in aanmerking omdat er veel groenwieren aanspoelen. Het zeegrasveld op de Slikken bij Kats breidt zich al uit, en behoeft geen versterking. Het gebied bij Vianen betreft primair een strook langs de schorrand. Mogelijk worden hier in de naaste toekomst nog werkzaamheden uitgevoerd in het kader van de dijkversterkingen, hetgeen de resultaten van een experiment dan te niet kan doen.