



Building with Nature

**BUILDING WITH NATURE PILOT
WORKUMERWAARD
MIJ 3.2 – ECODYNAMIC DESIGN
DELIVERABLE**

IT FRYSKE GEA

3 mei 2011
Definitief
C04021.002448



Inhoud

1 Inleiding	4
1.1 Aanleiding	4
1.2 Pilot Workumerwaard	6
1.3 Doelstelling	7
1.4 Aanpak van de studie	8
2 Locatieselectie	9
2.1 Inleiding	9
2.2 Sedimentdynamiek	9
2.3 Natuurwaarden en hydrodynamische impact van waterplanten	14
2.4 Veiligheid	16
2.5 Grondgebruik en gemeentegrenzen	19
2.6 Conclusie locatieselectie	20
3 Definitief ontwerp	22
3.1 Inleiding	22
3.2 Locatiekeuze	22
3.3 Dimensioneren	24
3.4 Materiaalkeuze	25
3.5 Ecodynamische dam	25
3.6 Aandachtspunten en aanbevelingen	28
4 Risico's	29
4.1 Inleiding	29
4.2 Risico's	29
5 Financiering	30
5.1 Inleiding	30
5.2 Financiering vanuit Building with Nature (EcoShape)	30
5.3 Financiering vanuit het Rijk	31
5.4 Financiering vanuit Rijkswaterstaat	31
5.5 Financiering vanuit de Provincie Fryslân	31
5.6 Financiering vanuit Wetterskip Fryslân	31
5.7 Overige financiering	32
6 Vergunningen	33
6.1 Natuurbeschermingswet	33
6.2 Flora- en faunawet	34
6.3 Waterwet	34
6.4 Melding Besluit Bodemkwaliteit	34
6.5 Omgevingsvergunning	35

Bijlage 1	Literatuurlijst	36
Bijlage 2	Locatie suppletiebank	37
Bijlage 3	Eerdere suppleties	38
Bijlage 4	Model als onderzoeksmiddel	42
Bijlage 5	Monsters uit 't Soal	51
Bijlage 6	Risicodossier	54

HOOFDSTUK 1

Inleiding

1.1

AANLEIDING

De Friese IJsselmeerkust is zeer divers, zowel landschappelijk als wat betreft het gebruik. De kust wordt gebruikt voor verschillende vormen van recreatie en er is een grote verscheidenheid aan natuurgebieden. En natuurlijk vormt de Friese kust de bescherming tegen overstromingen vanuit het IJsselmeer. De commissie Veerman, heeft in 2008 het grote belang van het IJsselmeer in nationale context geplaatst en aangegeven dat de waterstanden wellicht omhoog zouden moeten. Ter indicatie is daarvoor een peilstijging genoemd van 1,5 m in het IJsselmeer tot het jaar 2100. Daarmee kan bij extreme scenario's voor zeespiegelstijging, nog onder vrij verval worden gespuid. Tevens zou er dan voldoende zoet water op voldoende hoog peil voorhanden zijn voor perioden van grote droogte. Bij beide overwegingen speelt mee dat water niet wordt gepompt, maar onder vrij verval zijn weg vindt. Deze aanpassingen vormen een bedreiging voor de bestaande waarden van de Friese IJsselmeerkust. Het klimaat- en beleidsbestendig maken van deze kust biedt echter ook kansen om bestaande functiecombinaties te optimaliseren en nieuwe te realiseren. Veiligheid tegen overstromingen, natuur en recreatie kunnen, nog meer dan nu al het geval is, samenkomen in het gebied.

Building with Nature

In het kader van het Atelier Fryslân zijn in 2009 ideeën ontwikkeld rondom het thema "klimaatverandering en ruimtelijke kwaliteit". Atelier Fryslân is een werkplaats voor ruimtelijke kwaliteit die gevraagd en ongevraagd advies uitbrengt over ontwikkelingen op het gebied van ruimtelijke kwaliteit. Atelier Fryslân heeft op aanvraag van de provincie Fryslân, Wetterskip Fryslân en It Fryske Gea, de kansen in kaart gebracht voor versterking van het Friese kustlandschap met gebruikmaking van principes volgens "bouwen met de natuur".

Afbeelding 1.1

Building with Nature
programma.

Bron: Ecoshape



Een mogelijke peilstijging volgens de Commissie Veerman is daarbij als vertrekpunt genomen. Voor de IJsselmeerkust is met name gekeken naar de locaties "Workumer Buitenwaard" en "Hindeloopen". De uitwerking betrof in grote lijnen het aanbrengen van

zand en schelpen en het als gevolg van de natuurlijke verspreiding daarvan laten ontstaan van stranden, gorzen en wilgenstruweel. Hiermee zouden natuur en recreatie worden gediend en zouden de verondiepende vooroevers bijdragen aan de waterveiligheid van het achterland. De opgave is om te voorkomen dat de dijken bij een grote peilstijging zouden moeten worden verhoogd. Mede naar aanleiding van het advies van Atelier Fryslân is bij de betrokken partijen enthousiasme ontstaan om daadwerkelijk aan de slag te gaan. Omdat de insteek perfect aansluit bij de ambities van Building with Nature, heeft de Stichting Ecoshape besloten een eigen onderzoek uit te voeren om uiteindelijk tot realisatie van één of meerdere pilots te komen.

Ecodynamische kustontwikkeling

Ecodynamische bescherming van de Friese IJsselmeerkust is een uitgelezen manier om natuur, veiligheid en andere functies te combineren. Ecodynamisch betekent in dit geval dat de natuurlijke processen zo veel mogelijk hun gang kunnen gaan in het uiteindelijke ontwerp. Dit is gebaseerd op de filosofie dat de natuur zelf het beste een dynamisch evenwicht kan vinden. Het enige dat wij als mensen doen, is het zodanig proberen te stimuleren van bepaalde natuurlijke processen (en het remmen van andere) dat daarmee onze behoeften zoveel mogelijk worden bediend. In het Building with Nature programma worden dit type ecodynamische waterbouwprojecten bedacht, ontworpen en uitgevoerd.

Algemene doelstelling zandsuppletieprincipe

De algemene doelstellingen van zandsuppleties op ondiepe vooroevers van een meer zijn:

1. luwte te creëren, onder andere om de ontwikkeling van riet en waterplanten te stimuleren;
2. het voorland geleidelijk op te hogen bij stijgend meerpeil (alternatief voor dijkverhoging);
3. vergroten van de veiligheid door een reductie van de golfaanval op dijken.

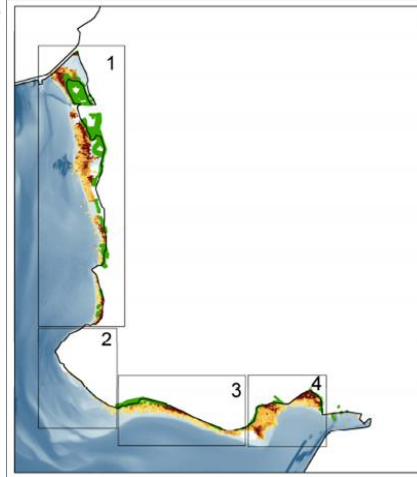
De langere termijn vraag hierbij is of zandsuppleties op de rand van een ondiepe vooroever peilstijging kunnen 'bijhouden' of compenseren. Dit hangt af van de transportcapaciteit en suppletiestrategie en van de manier waarop de ecologie reageert.

Drie pilots

It Fryske Gea, ondersteund door het projectteam Building with Nature en regionale partners, wil gebruik maken van ecodynamische kustontwikkeling om de al aanwezige natuurlijke aanzanding in het IJsselmeer te versterken. Door de natuurlijke aanzanding langs de Friese kust te stimuleren, ontstaan er bredere vooroevers met meer robuuste natuur. Wanneer zand en slib beter worden vastgehouden, zijn de buitendijkse natuurgebieden tevens minder kwetsbaar voor overstroming. De door aanzanding en opslibbing gecreëerde natuurzone fungeert als golfremmer en vormt daardoor een natuurlijke klimaatbuffer.

Afbeelding 1.2

Zoekgebied ecodynamische pilots Friese IJsselmeerkust



Door een meer robuuste en gevarieerde kust neemt bovendien de recreatieve aantrekkelijkheid toe en kunnen culturele elementen intact worden gelaten. Om kennis en ervaring op te doen over de mogelijkheden voor het verbeteren van de huidige natuurlijke en recreatieve waarden van de kust en om in te kunnen spelen op het toekomstige peil- en veiligheidsvraagstuk worden op drie representatieve locaties langs de Friese kust ecodynamische pilots uitgevoerd. Dit zijn: Workumerwaard, Oudemirdum en Hindeloopen. Deze drie locaties zijn geselecteerd in een uitvoerige studie van de totale Friese IJsselmeerkust (Folmer e.a., 2010). Voorliggende

rapportage gaat in op pilot 1 in de Workumerwaard (zoekgebied 1).

1.2**PILOT WORKUMERWAARD**

In de pilot Workumerwaard wordt de natuurlijke aanzanding versterkt door aanleg van een zandbank in combinatie met een beschutte zone. Door transport van sediment vanuit de zandbank richting deze zone vindt ophoging van de bodem vlak onder de kust van de Workumerwaard plaats. Hierdoor ontstaat een gradiënt in de oever en daarmee ook meer vegetatiegradiënten langs de waterlijn. Doordat de kust langs de Workumerwaard voornamelijk gekenmerkt wordt door een zachte kustlijn met brede buitendijkse natuurgebieden, zal deze pilot vooral bijdragen aan de ontwikkeling van meer robuuste natuur. De pilot wordt uitgevoerd tussen maart 2011 en december 2012.

Werkzaamheden

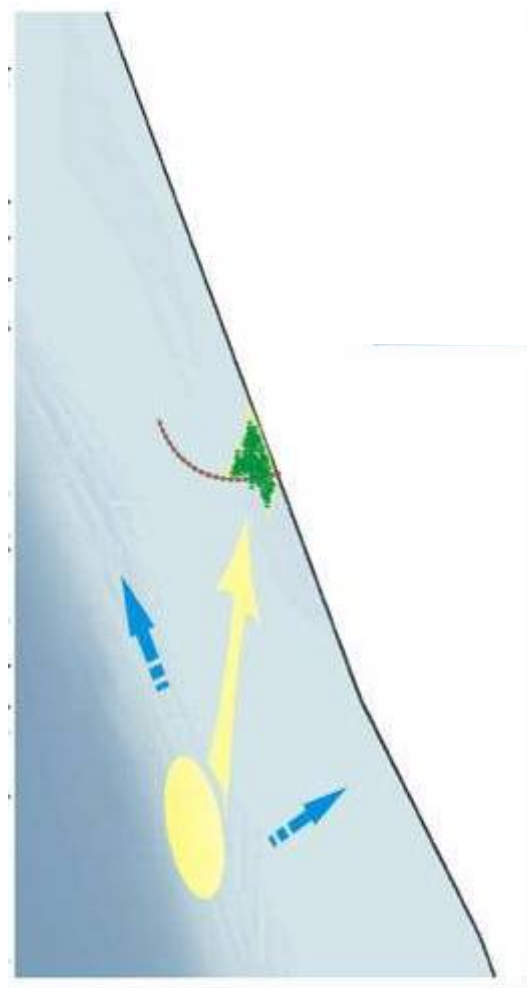
De ophoging van de bodem wordt bereikt door in de actieve zone, enkele honderden meters uit de kust, een zandbank (25.000 m³ op 1 m tot 1,5 m diepte) aan te leggen in combinatie met de constructie van een beschutte zone vlak onder de kust. Deze beschutte zone ontstaat door de aanleg van een kleine palendam (150-200 palen, niet geïmpregneerd). Er vindt transport van sediment plaats vanuit de zandbank in de richting van de dam. De ontwikkelingen van de pilot worden gemonitord.

Toekomstige situatie

In onderstaande afbeelding is een globaal bovenaanzicht van de toekomstige situatie van de pilot Workumerwaard weergegeven. De palenrij zorgt ervoor dat depositie van sediment ongehinderd kan plaatsvinden, terwijl erosie voorkomen wordt. In de ondiepe zone ontstaat een rietmoeras. De zandbank die uit de kust wordt aangelegd, en waar vanuit sediment wordt aangevoerd, bevindt zich onder water en is dus niet zichtbaar.

Afbeelding 1.3

Bovenaanzicht pilot
Workumerwaard



1.3

DOELSTELLING

Hoewel langs de Noordzeekust al ervaring is opgedaan met eco-dynamisch ontwerpen, is er weinig ervaring met dergelijke kustontwikkeling langs het IJsselmeer. De potentie van een ruimtelijke oplossing in het IJsselmeergebied op basis van voorlandontwikkeling is echter groot. Doel van de pilots is om ervaring op te doen met het creëren van bredere vooroevers in het IJsselmeergebied en kennisleemtes op te vullen. Met de pilots willen we onderzoeken of versterkte aanzanding van de Friese IJsselmeerkust een goede oplossing is om een meer robuuste, natuurlijke zone langs de kust te creëren die waarde heeft voor alle betrokken sectoren (veiligheid, recreatie en natuur) en of opschaling mogelijk is naar de gehele Friese IJsselmeerkust.

Concreet willen we gedurende de pilots kennis en ervaring opdoen met:

- de bijdrage van vooroevervegetatie aan de sedimentatieretentie van de Friese IJsselmeerkust;
- de adaptieve capaciteit van de oevers van het natuurlijk ecosysteem;
- de wensen vanuit verschillende sectoren (veiligheid, natuur, recreatie) en de manier waarop eco-dynamische kustontwikkeling een bijdrage kan leveren aan deze wensen en belangen.

1.4

AANPAK VAN DE STUDIE

Bij het bepalen van geschikte locaties voor de pilots en het ontwerp van de pilot Workumerwaard zijn verschillende modellen gebruikt. Voor het bepalen van de locaties is CROSMOR toegepast en bij het ontwerp Delft3D.

Geschikte locaties voor de pilots zijn bepaald door te kijken naar zowel de kustlangse als de kustdwarse transportcapaciteit. Deze zijn berekend met behulp van het rekenmodel CROSMOR. Dit model is een “wave-by-wave” modellering waarbij de golfenergievergelijking voor iedere golf wordt opgelost.

Het model is toegepast op elf dwarsdoorsneden gelijkmatig verdeeld langs de Friese IJsselmeerkust. Er is voor een korrelgrootte van 200 μm gekozen als karakteristiek voor de gehele kust. Voor waterstanden tussen NAP -0,4 m en NAP +0,4 m zijn gedurende een jaar (met realistisch golfklimaat) de sedimenttransporten berekend. De transporten bij verschillende waterstanden zijn vermenigvuldigd met de waarschijnlijkheid van voorkomen van deze waterstanden (figuur 2.10 uit Folmer e.a. 2010). Het netto transport in een jaar is vervolgens een sommatie van deze vermenigvuldiging. Bij deze benadering is aangenomen dat er geen relatie bestaat tussen waterstand en golfklimaat. Dit is onderbouwd doordat het gemiddelde winterpeil, wanneer het gemiddeld hard waait, lager is dan het gemiddelde zomerpeil.

Op basis van de resultaten is bepaald bij welke dwarsdoorsneden een pilot het meest succesvol is. Daarnaast is geconcludeerd bij welke dieptes het transport naar de kust of het IJsselmeer gericht is.

Bij het ontwerp van de pilot Workumerwaard is gekozen voor een meer gedetailleerde aanpak en zijn de aannames scherper gesteld. Daarbij is een bestaand 3D model voor het IJsselmeer gebruikt om ruimtelijke patronen van stroming (snelheid, richting), golfhoogte en bodemschuifspanning te bekijken. Er is een jaarsimulatie van 2006 beschikbaar. De windstatistiek van dat jaar is gemiddeld. In deze jaarsom zijn perioden gezocht waarin stormen met windkracht 8 een aantal uren aanhield. Dit is gedaan voor de vijf relevante windrichtingen: N, NW, Z, ZW en W. Deze zijn geanalyseerd op stroomsnelheid en -richting, orbitaalsnelheid, bodemschuifspanning, etc. Daarbij is aangenomen dat een storm van een aantal uren voldoende is om tot een stationaire waterbeweging te leiden.

De golven en wind bepalen waar sediment erodeert, stroomsnelheid en -richting bepalen waar het geërodeerde materiaal waarschijnlijk terecht komt. Omdat het transportmechanisme, in tegenstelling tot de zandmotor aan de kust die op getijstromen functioneert, alleen van wind afhangt, is gezocht naar een robuuste opzet. Bij de keuze van zandfractie, ontwerphoogte en locatie is hiermee rekening gehouden.

Bij deze aanpak is niet expliciet rekening gehouden met de rol van extreme stormen. Opgemerkt wordt dat het toegepaste hydrodynamische model van het IJsselmeer niet is gekalibreerd. Daarnaast is geen rekening gehouden met de invloed die een lokale verondieping door de suppletie heeft op het stromingspatroon. Een morfologisch model kan die invloed wel berekenen en dat is een meerwaarde van een morfologisch model.

HOOFDSTUK 2

Locatieselectie

2.1

INLEIDING

Door middel van de pilot nabij de Workumerwaard, langs de Friese IJsselmeerkust, wordt onderzocht of zandsuppletie onder water de natuurlijke kustaangroei kan versterken. Op basis van eerdere studies (Folmer e.a., 2010) lijkt dit kans van slagen te hebben. De karakteristieken van de Workumerwaard zijn echter van groot belang voor een succesvolle uitvoering van de ecodynamische pilot. Aan de hand van de volgende aspecten is de meeste geschikte locatie voor de pilot bepaald langs de Workumerwaard:

- sedimentdynamiek;
- natuurwaarden en hydrodynamische impact van waterplanten;
- veiligheid;
- gebruiksvormen en gemeentegrenzen.

2.2

SEDIMENTDYNAMIEK

De sedimentdynamiek varieert sterk in het hele gebied (Folmer e.a., 2010). Ten eerste is er variatie in transportcapaciteit langs de gehele Friese IJsselmeerkust (d.w.z. in noord – zuid en oost – west richting). Ten tweede is het sedimenttransport afhankelijk van de diepte. De meest optimale locatie aan de hand van deze aspecten worden in twee opeenvolgende secties behandeld. Vervolgens worden nog sedimenttransport en profielen besproken en tot slot het effect van de korrelgrootteverdeling op transport, verspreiding en ecologie.

Optimale locatie in 2D

Het toegepaste model (CROSMOR) model is toegepast op elf dwarsdoorsneden gelijkmatig verdeeld langs de Friese IJsselmeerkust. Er is voor een korrelgrootte van 200 μm gekozen als karakteristiek voor de gehele kust. Voor waterstanden tussen NAP-0,4 m en NAP+0,4 m zijn gedurende een jaar (met realistisch golfklimaat) de sedimenttransporten berekend. De transporten bij verschillende waterstanden zijn vermenigvuldigd met de waarschijnlijkheid van voorkomen van deze waterstanden (figuur 2.10 uit Folmer e.a., 2010). Het netto transport in een jaar is vervolgens een sommatie van deze vermenigvuldiging. Een aanname bij deze benadering is dat er geen relatie bestaat tussen waterstand en golfklimaat. Ter onderbouwing van deze aanname kan worden vermeld dat het gemiddelde winterpeil, wanneer het gemiddeld hard waait, lager is dan het gemiddelde zomerpeil. Een verbeteringslag kan gemaakt worden door per waterstand (hoog/laag) een voor die periode karakteristiek windveld of golfveld toe te passen.

Tijdens laag water (winterpeil) is het systeem turbulenter (meer stormen) en is er meer erosiecapaciteit. Er is minder transportcapaciteit richting ondiepe kust, omdat het water

daar minder makkelijk kan komen vanwege het streefpeil van het IJsselmeer. In de zomer is de situatie omgekeerd. Er is minder erosiecapaciteit dan met CROSMOR berekend wordt terwijl er, door de peilopzet, wel meer water richting ondiepe zones kan stromen. Het rapport (RWS, 2006) bevestigt het beeld dat een hoger meerpeil leidt tot grotere golfaanval in ondiepe delen.

De resultaten van CROSMOR zijn vervolgens gebruikt om een traject te kiezen voor de pilot tussen de haven van Workum en Gaast. Vervolgens is voor dat traject een detailontwerp van de pilot uitgewerkt.

Het IJsselmeer langs de Friese kust is tot enkele honderden meters uit de kust betrekkelijk ondiep (<1,00 m). Dit is ook het geval langs de kust van de Workumerwaard. In het zuidelijke deel van de Workumerwaard is een belangrijke maatgevende golfreducerende factor de combinatie van het dammetje en de eilandjes (Afbeelding 2.5). De golfwerking is naar verwachting het hoogste in het noordelijke deel. Opgemerkt wordt dat berekend is dat langs de Friese IJsselmeerkust in de huidige situatie het sedimenttransport maximaal 1.000 m³ per jaar is (Folmer e.a., 2010).

In het uiterste noorden van het gebied loopt de ondiepte ver het IJsselmeer in. Deze ondiepte beperkt de sedimenttransportcapaciteit vlak langs de kust doordat golven energie kwijt raken in ondieptes. Ook de afstand tussen de suppletiebank en een palenrij zou hier groot zijn. Door deze combinatie van factoren duurt het lang voordat sediment vanuit de suppletiebank de palenrij bereikt.

Vanuit sediment-dynamisch perspectief is daarom optimaal om een locatie voor de ecodynamische dam zover mogelijk noordwaarts te kiezen met de beperking dat de ondiepte niet al te ver het IJsselmeer inloopt. Aangezien het kustlangs transport veel groter is dan het kustdwars transport (Folmer e.a., 2010) dient de suppletiebank ver ten zuiden van de palenrij te liggen.

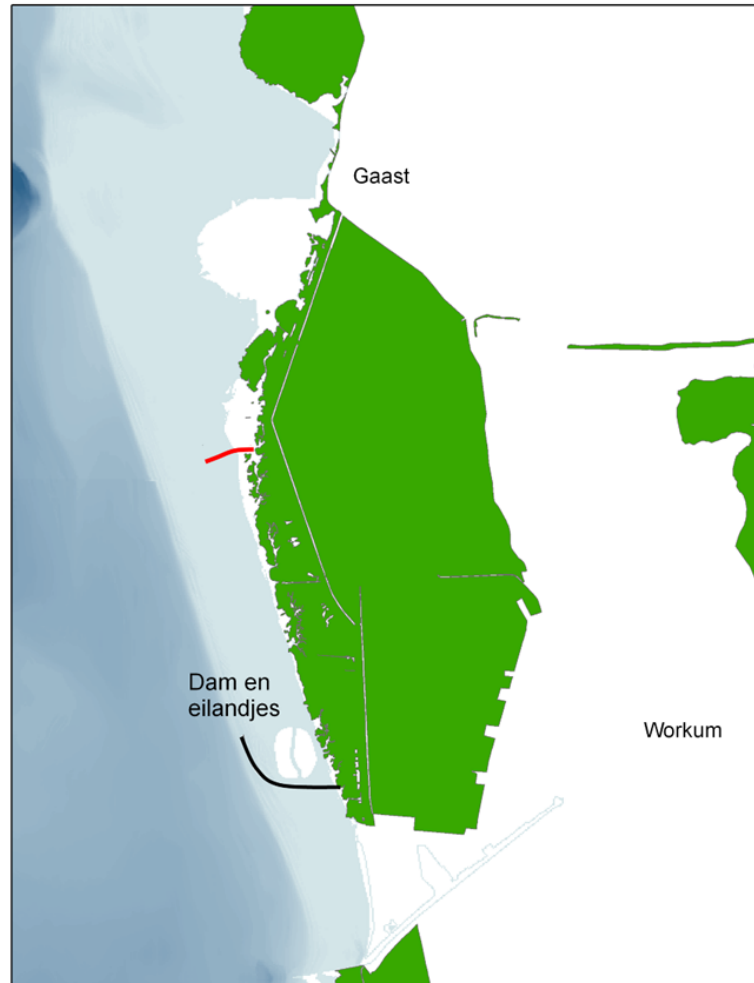
Opgemerkt wordt dat er jaarlijks sediment¹ verwijderd wordt uit gebied dat voor het strand van it Soal ligt om surfers te faciliteren (Folmer e.a., 2010). Dit is een duidelijke indicatie dat er bruikbaar sedimenttransport plaatsvindt in een gebied waar de voorspelde capaciteit nog relatief laag is. Dit betekent dat het waarschijnlijk is dat er in het noorden van het gebied substantiële sedimentstromen kunnen plaatsvinden indien een suppletiebank strategisch geplaatst wordt.

Tenslotte wordt opgemerkt dat er op basis van geomorfologisch perspectief, suppletie ten zuiden van de huidige dam en eilandjes ook een optie zou zijn. Echter zou dit interfereren met het huidige gebruik en wordt daarom verder niet behandeld.

¹ Het sediment dat verwijderd wordt om het water op diepte te houden, zou gebruikt kunnen worden om de suppletiebank te voeden.

Afbeelding 2.4

Locaties van de reeds
bestaande golfreducerende
dammetjes en eilanden



De combinatie van het dammetje en de eilandjes vormt de belangrijkste beperkende factor met betrekking tot de locatiekeuze voor de ecodynamische dam. De rode lijn in Afbeelding 2.5 geeft een geschikte locatie weer voor de ecodynamische dam. De exacte locatie kan indien nodig anders gekozen (in de orde van honderden meters). Groene delen representeren EHS gebied.

Optimale locatie in de diepte

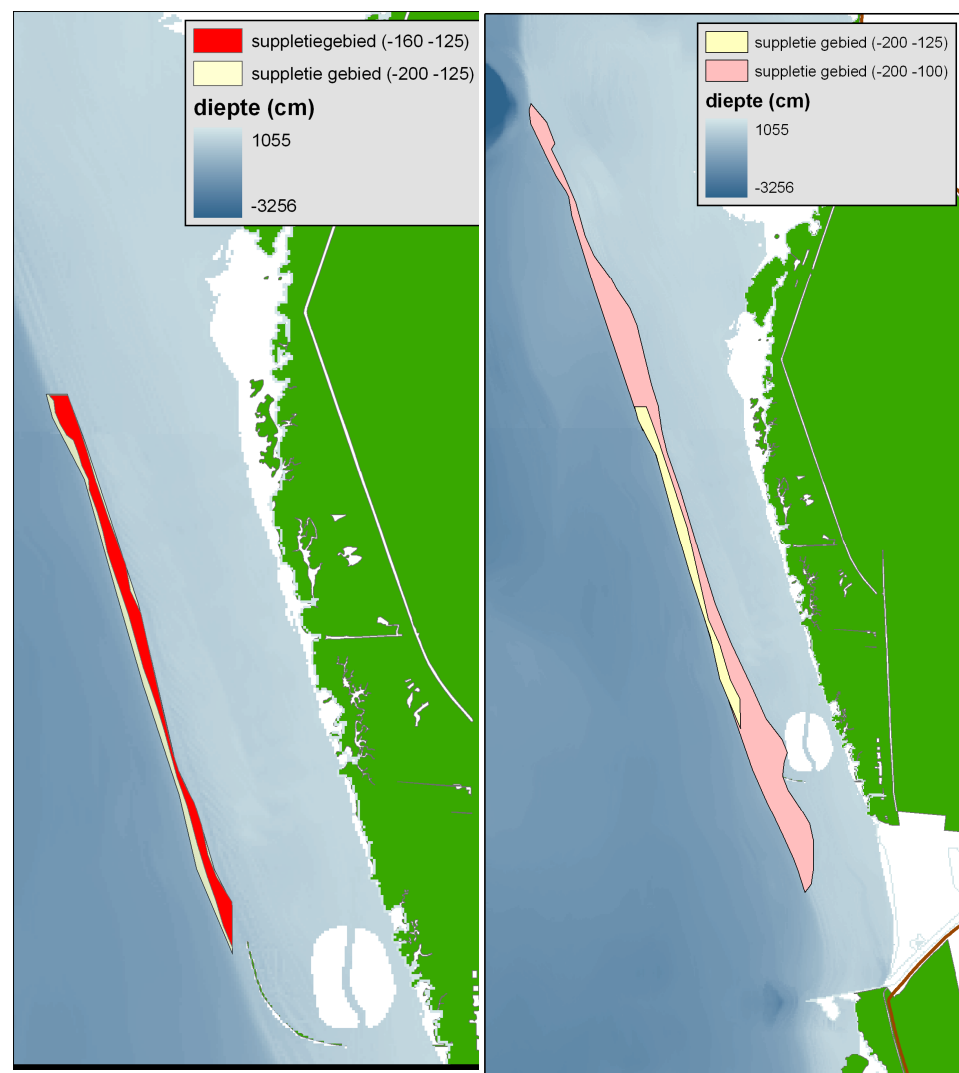
CROSMOR berekeningen hebben aangetoond dat het meeste sedimenttransport tussen de -1,00 en -2,00 m waterdiepte plaatsvindt (Folmer e.a., 2010). Daarom dient de suppletiebank aangelegd te worden in het gebied niet lager dan -2,00 m + NAP. Op dieptes lager dan -2,00 m + NAP raakt het sediment op de bodem vrijwel niet meer in beweging door de werking van de golven tijdens een gemiddelde storm. Als eerste bovengrens wordt 1 meter waterdiepte aangehouden. Bij deze diepte breken maatgevende golven nog op de suppletie en wordt sediment over de suppletie heen de ondiepte in getransporteerd. Bij kleinere dieptes breken golven aan de voorzijde van de suppletie en kan een deel van het gesuspendeerde sediment in de richting van het IJsselmeer worden getransporteerd, in plaats van over de suppletie heen. Bij deze eerste inschatting is uitgegaan van waterdieptes en zijn nog geen peilen ten opzichte van NAP genoemd, omdat zomer- en wintepcil en windopzet niet zijn meegenomen. Dit gebeurt meer in detail in hoofdstuk 3.

Dit gebied (suppletiegebied -2,00 tot -1,00 m) is weergegeven in onderstaande afbeelding. Omdat suppleren in een gebied dat al -1,00 m diep is een bodem boven de -1,00 m oplevert, is er in de afbeelding een ook effectief suppletiegebied tussen de -2,00 en -1,25 m weergegeven. Dit suppletiegebied is verder beperkt tot het zuidelijke deel langs de Workumerwaard om te voorkomen dat sediment langs de palenrij getransporteerd wordt en daarom niet bij de ecodynamische dam terecht komt.

Het totale volume dat in het gele gebied in onderstaande afbeelding 2.6 en bijlage 2 (dus tussen de -2,00 tot -1,25) past wanneer deze tot -1,00 m wordt aangevuld, is afhankelijk van de frequentieverdeling van de diepte in het gebied. Deze is ongeveer 49.000 m³.

Afbeelding 2.5

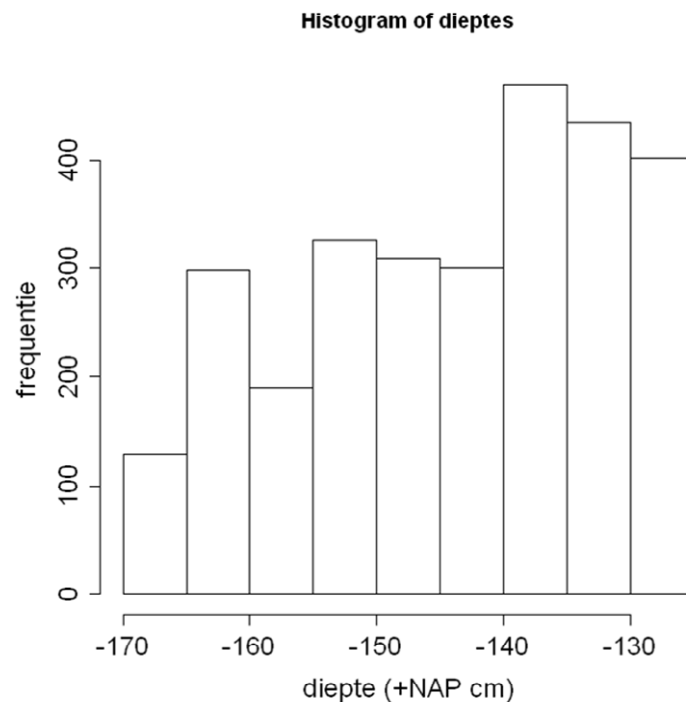
Optimale locatie voor
 suppletiebank



Binnen het gele zoekgebied is verder ingezoomd om het gebied te identificeren waar de suppletiebank met een volume van 25.000 m³ aangelegd kan worden. Het beste kan de suppletiebank op relatief ondiepe locaties (maar niet boven -1,00 m) aangelegd worden, omdat hier het effect van de golven op de transportcapaciteit het grootste is. Indien vanaf -1,70 m gesuppleerd wordt is er uitgaande van een maximale helling van 1:50 ruimte voor 25.000 m³ sediment. De rode polygoon in Afbeelding 2.5 representeert dit uiteindelijke gebied.

Afbeelding 2.6

Frequentieverdeling van de dieptes in het geselecteerde gebied (tussen -1,70 en -1,25 m)

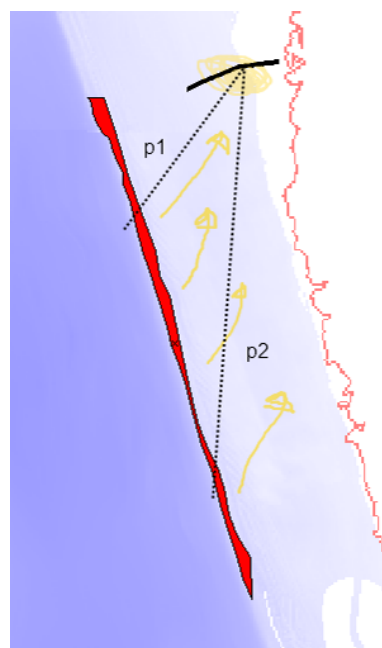


Tenslotte wordt opgemerkt dat de geïnterpoleerde dieptekaart die door RWS beschikbaar is gesteld, gebaseerd is op lodingen uit het jaar 2006. De geïnterpoleerde kaart vertoont onnatuurlijke patronen waaruit blijkt dat de gehanteerde interpolatie methodiek mogelijk niet optimaal is geweest. Enige voorzichtigheid met betrekking tot de nauwkeurigheid van de berekende volumes in dit rapport gepresenteerd is daarom geboden.

Sediment transport en profielen

Afbeelding 2.7

Overzicht van de locaties van profiel p1 en p2



Onderstaande afbeelding geeft een globaal overzicht van het proces van sedimenttransport langs de Workumerwaard. Van de lijnen p1 en p2 zijn profielen gemaakt. De afbeelding laat zien dat het sediment transport kustlangs en kustdwars gericht zal zijn. Wanneer het sediment vanuit de suppletiebank de ecodynamische dam (zwarte lijn) bereikt, zal het hier naar verwachting blijven liggen.

Het rode gebied representeert de strook waar 25.000 m³ sediment in past wanneer de bodem wordt opgehoogd tot -1,00 m. Het gebied ligt tussen -1,70 en -1,25 m.

Een mogelijk nadeel van dit initiële ontwerp is dat de te verwachten morfologische veranderingen over een relatief groot gebied optreden (voor een deel naar het westen, een groot deel naar het noorden en slechts voor een deel naar het oosten). Daardoor zijn die veranderingen moeilijk te monitoren. De hoeveelheid

sediment dat door de ecodynamische dam kan worden tegengehouden, is mogelijk vrij klein. Deze verwachte morfologische veranderingen zijn mede gebaseerd op de beschrijvingen van de morfologische ontwikkelingen na een vorige grote zandsuppletie op de Workumerbuitenwaard (bijlage 3).

Effect van korrelgrootteverdeling op transport, verspreiding en ecologie

Het is belangrijk om de korrelgrootteverdeling van het gesuppleerde materiaal kritisch te beschouwen. Ten eerste heeft de korrelgrootteverdeling effect op de manier waarop het sediment zich verspreidt, omdat fijn materiaal langer in suspensie blijft en erosiegevoelig is. Alleen wanneer gesuppleerd materiaal in een beschutte zone terecht komt, kan fijn materiaal blijven liggen. Als de zone minder beschut is dan zal fijn materiaal wellicht wegspoelen.

Tevens kan het natuurlijke ecomorfologische karakter van het systeem veranderen wanneer gesuppleerd sediment sterk verschilt van het aanwezige sediment. Dit kan onwenselijke effecten hebben op de ecologie van het systeem. Bijvoorbeeld kan de oevervegetatie en de bodemfauna negatief beïnvloed worden door andersoortig sediment. Voorgesteld wordt daarom voor om alleen gebruik te maken van sediment met een structuur die zoveel mogelijk overeenkomt met de huidige structuur.

2.3

NATUURWAARDEN EN HYDRODYNAMISCHE IMPACT VAN WATERPLANTEN

Omdat de pilot beperkt is tot het natte deel van de Workumerwaard zullen hier alleen waterplanten behandeld worden. Aan de hand van gegevens van een waterplanten monitoringsprogramma van Rijkswaterstaat wordt de beste locatie in het gebied van de Workumerwaard gezocht. Hierbij dient te worden opgemerkt dat er twee optimaliteitscriteria zijn. Ten eerste de ecologische waarde van de vegetatie in samenhang met biodiversiteit en bescherming. Een tweede aspect is de invloed die watervegetatie heeft op hydrodynamiek, sedimentatie en erosie (Folmer e.a., 2010).

Voor verdere informatie over de natuurwaarden van het gebied verwijzen we naar het concept natuuronderzoek (Altenburg & Wymenga, 2010) waarin onder meer het belang van de Workumerwaard voor steltlopers (grutto en kempshaan) en vogels in het algemeen beschreven wordt.

Kranswieren

Verschillende soorten kranswieren komen langs de Friese kust voor: *Chara aspera*, *C. Connivens*, *C. contraria*, *C. globularis*, *C. hispida*, *C. virgata* en *C. vulgaris*. In de dataset die door RWS beschikbaar is gesteld, wordt er geen onderscheid gemaakt tussen deze soorten (Rijkswaterstaat, 2009). Daarom zal hier de verspreiding van alle soorten binnen de *Chara* familie gepresenteerd worden. Tevens dient te worden opgemerkt dat er door RWS geen gegevens zijn verstrekt voor het gebied ten zuiden van het midden van de Workumerwaard waardoor er een gat in de ruimtelijke dataset ontstaat.

Onderstaande afbeelding laat verder zien dat kranswieren alleen in de zeer ondiepe delen nabij de kust voorkomen. Met name het gebied ter hoogte van Gaast is dicht bedekt met kranswieren. Het suppleren van sediment tussen -2,00 en -1,00 m op de hierboven

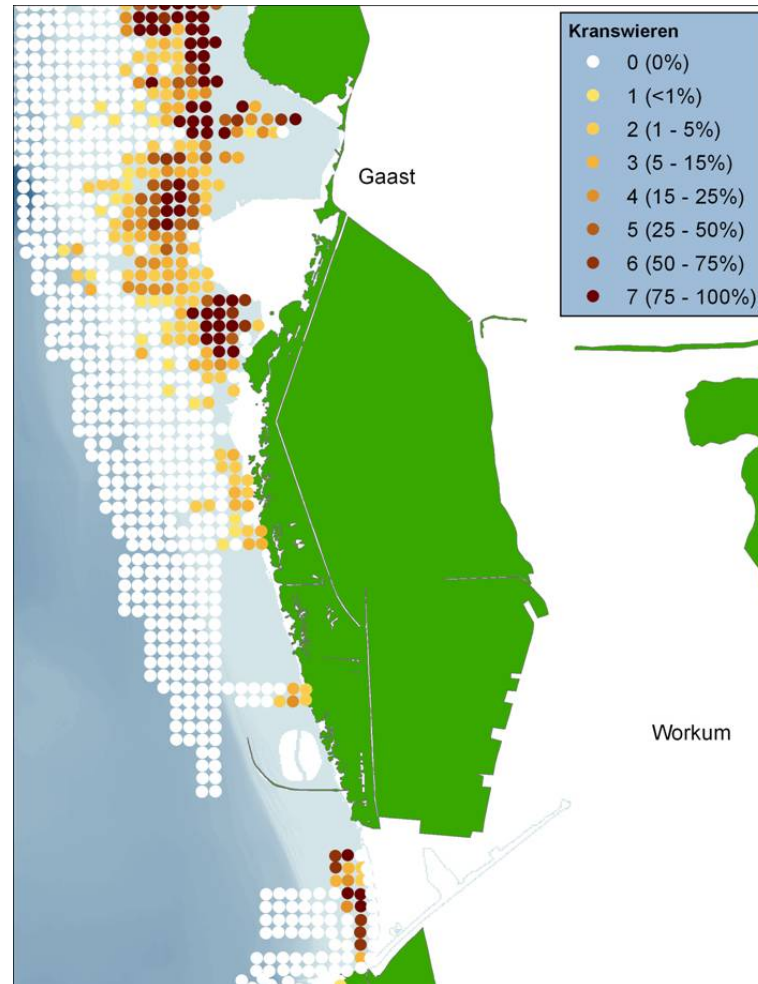
voorgestelde locatie zal daarom geen kranswieren bedekken. In (Folmer e.a., 2010) staat een overzicht van de dichtheid van waterplanten als functie van de diepte.

Afbeelding 2.8

Verspreiding van
kranswieren (*Chara* sp.)
langs de Workumerwaard.

Bron: gegevens

Rijkswaterstaat



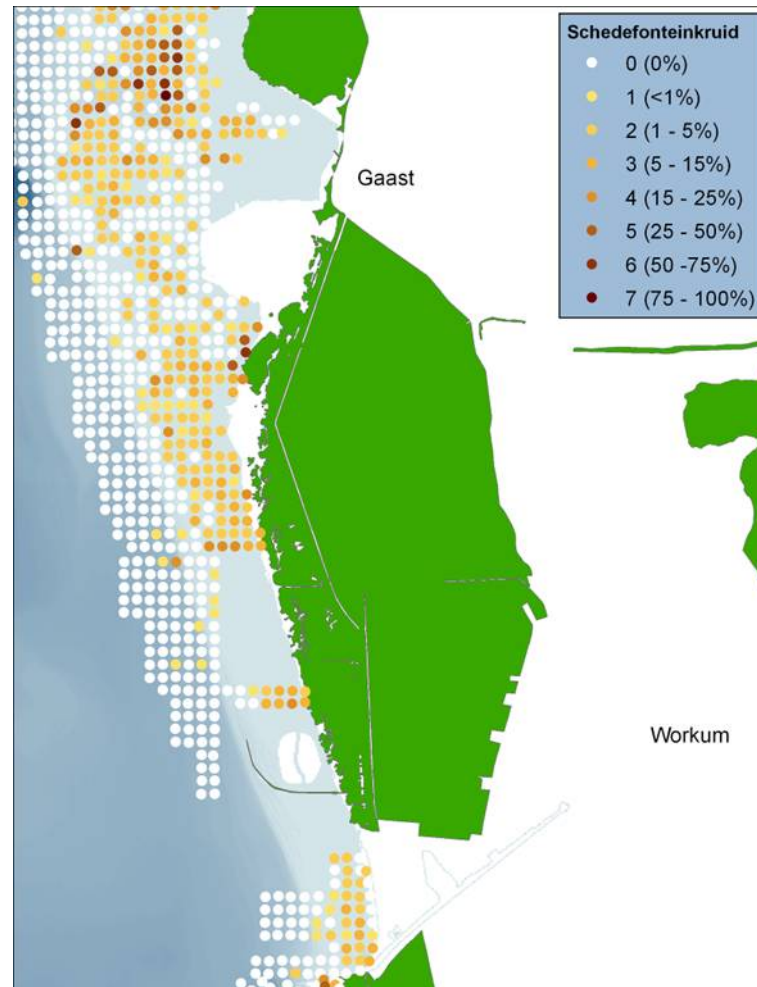
Schedefonteinkruid

De grootste velden Schedefonteinkruid worden ter hoogte van Gaast aangetroffen.

Schedefonteinkruid is bijna niet aangetroffen in het gebied waar vanuit geomorfologisch oogpunt het beste de suppletiebank aangelegd kan worden.

Afbeelding 2.9

Verspreiding van
 Schedefonteinkruid
 (*Potamogeton pectinatus*)
 langs de Workumerwaard.
 Bron: gegevens
 Rijkswaterstaat



Samenvattend wordt geconcludeerd dat de suppletiebank zelf geen vegetatie zal bedekken. Wel zal er sediment vanuit de suppletiebank naar de kust toe bewegen. Dit is echter een zeer geleidelijk en natuurlijk proces en zal naar verwachting geen negatieve gevolgen hebben voor de watervegetatie.

Het aanleggen van de ecodynamische dam zal wel verstoring met zich mee brengen. Bij de voorgestelde locatie voor de dam komen zowel Kranswieren als Schedefonteinkruid voor. Indien het aanleggen van de ecodynamische dam subtiel gebeurt, zal het areaal dat verstoord wordt klein zijn en daarmee het effect op de vegetatie ook. Bovendien zijn deze plantensoorten eenjarig en koloniseren nieuwe gebieden snel waardoor na de verstoring spoedige hervestiging te verwachten is.

2.4

VEILIGHEID

Twee belangrijke aspecten bij de veiligheid bij dijken zijn overslag en kwel. Deze worden hierna afzonderlijk besproken.

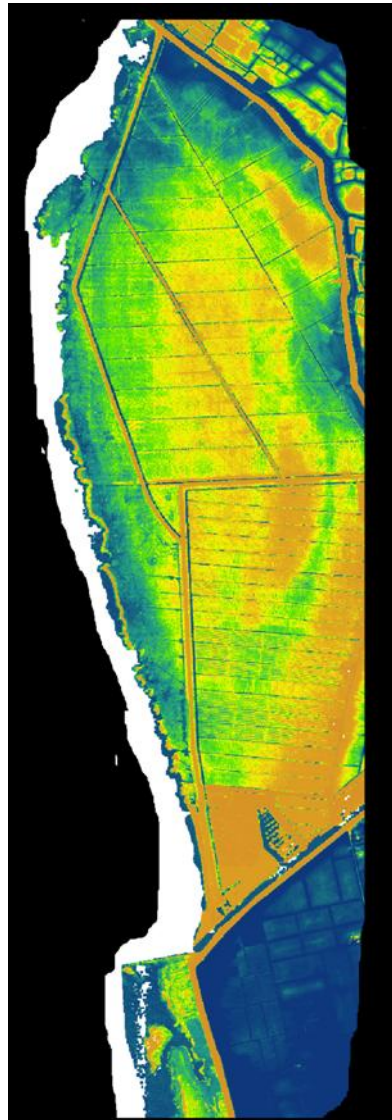
Overslag

Er ligt een klein dijkje tussen de Workumerbuitenwaard en de binnenwaard. Dit dijkje ligt tussen de NAP+0,5 m en NAP+0,9 m (www.ahn.nl). Overslag bij deze dijk kan voorkomen of verminderd worden door demping van golven.

Afbeelding 2.10

Hoogtekaart

Workumerwaard



In nevenstaande afbeelding 2.12 is te zien dat de lengte van het land tussen het basalt dijkje en het water op de voorgestelde locatie voor de palenrij klein is. Dat betekent dat indien het waterpeil stijgt de kans reëel is dat op deze plek overslag kan plaatsvinden. Hetzelfde geldt voor het noordelijkste deel van de Workumerwaard. Bij het noordelijkste deel is echter de lengte van de ondiepte veel groter (zie sectie 2.1).

Een andere overweging die een rol kan spelen bij de locatiekeuze is de hoogteligging van het achterliggende gebied. Door regelmatige (gecontroleerde) overslag kan er ophoging van de bodem plaatsvinden. Deze ophoging is waarschijnlijk marginaal en compenseert mogelijk zetting en inklinking van de bodem. Van het binnendijkse deel is de bodem in het noordelijke deel het laagst gelegen en zou hier om die reden voor in aanmerking komen. Hierbij dient wel te worden opgemerkt dat de Workumerwaard belangrijk broedgebied is voor de grutto (*Limosa Limosa*) en dat nesten verloren zouden kunnen gaan door overstromingen.

Duidelijk te zien is de ligging van het (basalt) dijkje welke de buiten- van de binnenwaard scheidt. In de afbeelding (screendump van www.ahn.nl) is geen legenda opgenomen omdat deze niet gegeven wordt door de viewer. De kleuren corresponderen ongeveer als volgt met de hoogte ten opzichte van NAP:

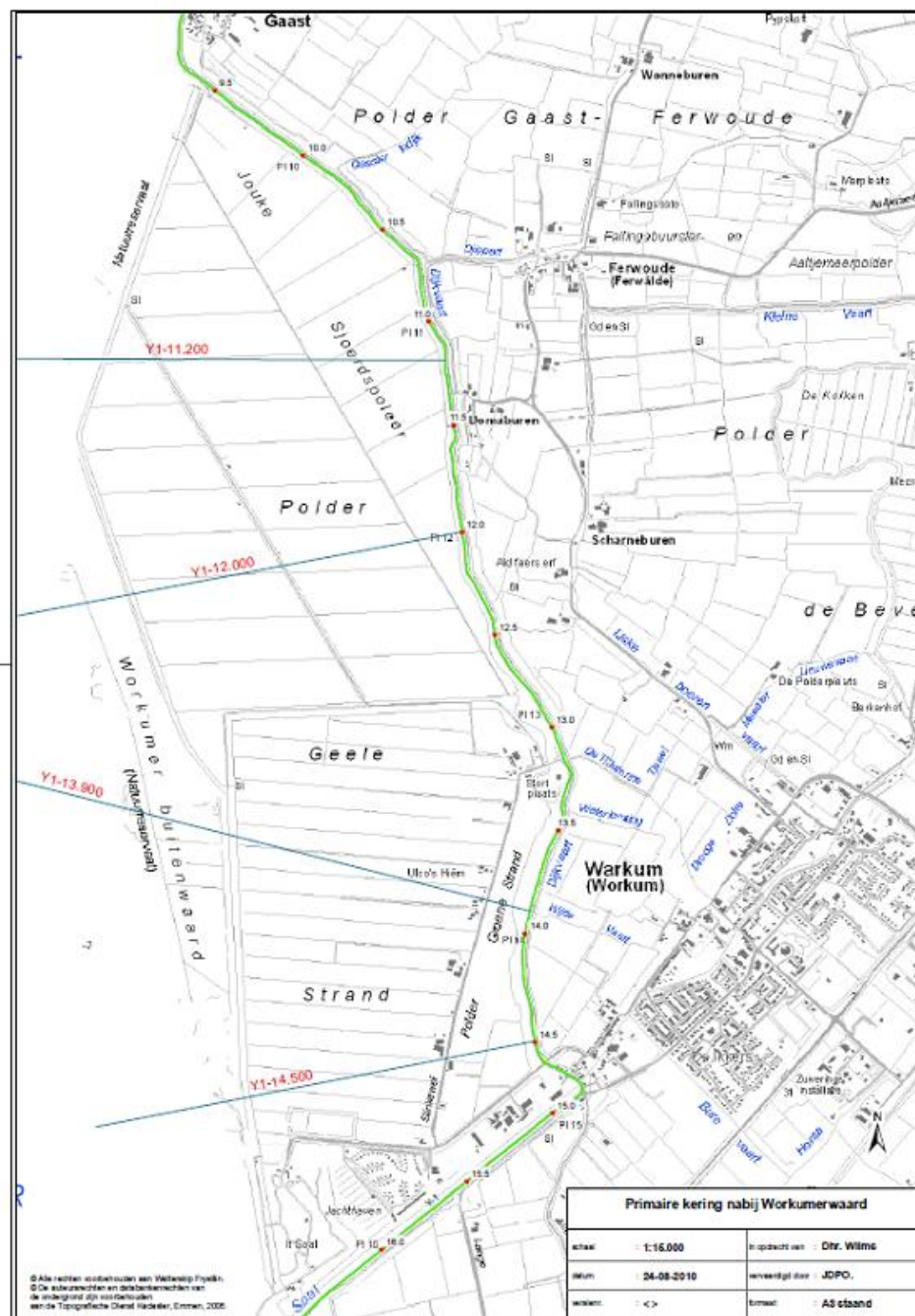
blauw: -0.75 tot -0.35 m; groen: -0,35 tot 0,10 m; geel - oranje: 0.10 tot 0.9 m.

Overslag aan de hand van profielen

Op basis van de vier doorsnedes (raaien) die door het Wetterskip aangeleverd zijn, is bepaald waar verhoging van de vooroever het meeste effect heeft, daar het dijkje het laagst is. Voorkeursvolgorde op basis van hoogte voor huidige IJsselmeerpeilen (van meest naar minst gewenste locatie): 1. raainummer 11.2 en raainummer 12.0; 2. raainummer 14.5; 3. raainummer 13.9. Hierbij dient te worden opgemerkt dat de oevers heel flauw zijn waardoor golven ver voor het dijkje breken en de golfploop waarschijnlijk niet of zelden tot aan dat dijkje komt.

Afbeelding 2.11

Overzicht van de Workumerwaard en de ligging van de profielen waarvoor overslagkansberekeningen zijn gedaan



De voorkeurslocatie op basis van veiligheid ligt in het Noordelijke deel wat correspondeert met de voorkeurslocatie op basis van de sediment-dynamische criteria.

Kwel

Kwel wordt beïnvloed door waterstanden en drukverhangen. Dit is een serieus probleem bij peilverhoging. De eventuele aangroei van de kust heeft slechts marginale invloed op reductie van dit probleem. De invloed op kwel wordt daarom verder niet meegenomen in deze studie.

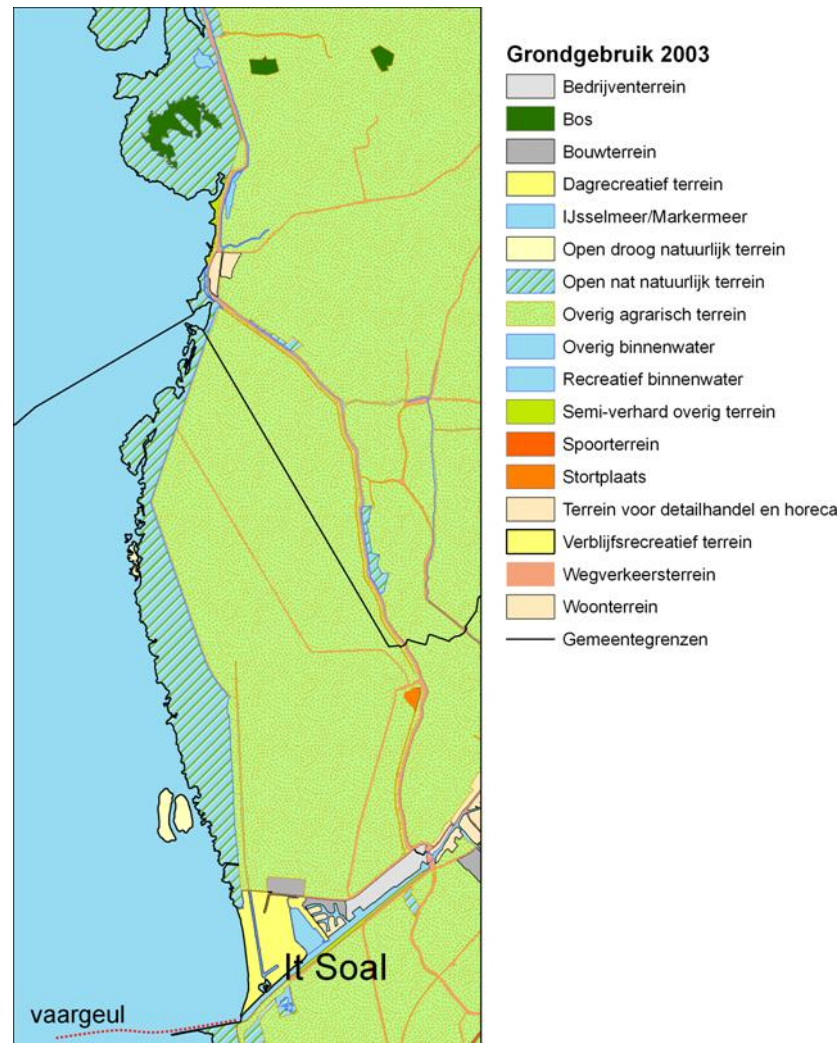
2.5

GRONDGEBRUIK EN GEMEENTEGRENZEN

Het grondgebruik in en rondom de Workumerwaard is gepresenteerd in onderstaande afbeelding. Het meest westelijke deel van het gebied ligt achter een lage dijk en is een open en nat natuurgebied (Workumerbuitenwaard). Hier liggen schelpenbanken en zandplaten en vormt een natuurlijke zachte overgang naar het land. Vanuit hydrodynamisch perspectief is dit de meest geschikte locatie voor de ecodynamische dam. Meer naar binnen toe heeft het gebied een agrarische bestemming (Workumerbinnenwaard). Dit is een belangrijk gebied voor broedende en rustende gruttos (*Limosa limosa*).

Afbeelding 2.12

Grondgebruik in en rondom
de Workumerwaard



Ten zuiden van de Workumerwaard ligt recreatieterrein it Soal. Aan de IJsselmeerkant van dit terrein ligt een zand- en surfstrand. Indien de palenrij ten zuiden van de eilandjes/zandbanken gelegd worden zou de suppletiebank verder naar het zuiden moeten liggen. Een suppletiebank ter hoogte van het strand zal waarschijnlijk interfereren met de huidige bestemming. Met name surfers zouden last kunnen hebben van de ondieptes die ontstaan door de suppletiebank en daaropvolgende sedimenttransport.

De vaarroute naar Workum ligt ten zuiden van het gebied. Aangezien het sedimenttransport vooral noordwaarts gericht is, zal de vaarroute geen hinder ondervinden van de pilot, waar deze ook plaatsvindt.

2.6

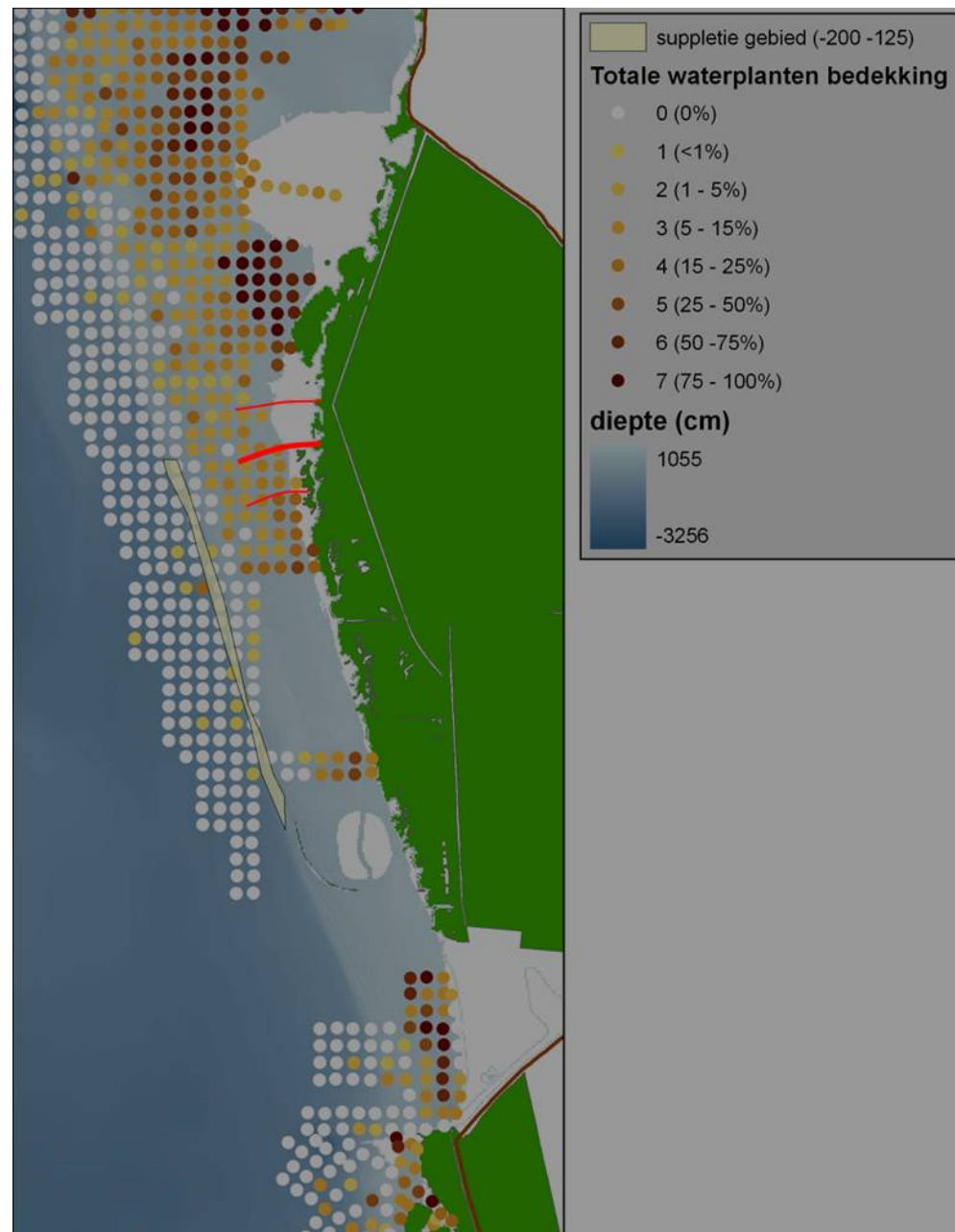
CONCLUSIE LOCATIESELECTIE

Op basis van de sediment-dynamische criteria is het noordelijke deel van het gebied het meest geschikt voor de ecodynamische dam (met ten zuidwesten daarvan de suppletiebank). Uitgaande van de meest geschikte locatie vanuit fysisch perspectief worden de andere criteria (ecologie, veiligheid en gebruik) beoordeeld. Op de diepte waar de suppletiebank het beste gelegd kan worden, komen geen waterplanten voor. De locatie is dus tevens geschikt vanuit ecologisch perspectief. Het veiligheidsperspectief (golfoploop) is niet maatgevend voor de locatiekeuze. Desalniettemin correspondeert de meest optimale locatie vanuit veiligheid met de meest optimale locatie vanuit sediment-dynamisch perspectief. De Workumerwaard heeft een natuurbestemming en er vindt geen medegebruik plaats. De afstand tot de vaarweg van Workum is groot en zal geen hinder ondervinden van de pilot.

Kortom, er bestaan geen belangrijke conflicten tussen de beste locatie vanuit de verschillende criteria. Aan de hand van bovenstaande paragrafen is hieronder een samenvattende afbeelding opgenomen. De dikke rode lijn geeft de meest geschikte locatie aan van de ecologische dam, aan de hand van de in dit document gehanteerde criteria. De dunnere lijnen zijn ook goede mogelijkheden indien om andere redenen de meest optimale locatie niet gebruikt kan worden.

Afbeelding 2.13

Overzicht van de locatiekeuze aan de hand van sedimentdynamiek, voorkomen van waterplanten (totale bedekking), veiligheid en medegebruik.



De globale locatie zoals deze in dit hoofdstuk bepaald is, wordt nader gespecificeerd in hoofdstuk 3 door de actuele lokale situatie te beschouwen. In (Folmer e.a., 2010) is aangegeven dat het zinvol is om te experimenteren met oevervegetatie als biobouwer (moerasvegetatie kan de functie van de dam op termijn overnemen). In het voorgestelde gebied komt rietmoeras wel voor. De exacte locatie, dichtheden en vitaliteit zijn onbekend.

HOOFDSTUK

3

Definitief ontwerp

3.1

INLEIDING

De resultaten van de locatieselectie, in het vorige hoofdstuk, zijn gebruikt als input voor het detailontwerp, welke is uitgewerkt in dit hoofdstuk. Voor het ontwerp van een pilot van het zandmotorprincipe voor de Friese kust ter hoogte van de Workumerwaard zijn verschillende randvoorwaarden en uitgangspunten gesteld. Een randvoorwaarde voor de pilot is het beschikbare budget van € 100.000,00 voor deze pilot. Naar verwachting is een concept van een zandsuppletie met een totaal volume van 25.000 m³ binnen dit budget uit te voeren. Vanuit de doelstellingen van deze pilot gezien, is dit volume aan de kleine kant. Daarmee neemt het risico toe dat de doelstellingen niet worden gerealiseerd. Daarom zijn de doelstellingen op onderdelen aangepast.

Doelstellingen van een pilot met het zandmotorprincipe nabij de Workumerwaard zijn:

- leren over natuurlijke processen (wind en golven) als mechanisme om gesuppleerd zand te verplaatsen in een windgedreven watersysteem;
- voeden van de klifkust voor de Workumerwaard en vasthouden van het geërodeerde materiaal met een ecodynamische dam. De bestaande vegetatie moet zich aan de morfologische veranderingen kunnen aanpassen zonder onder het zand te verstikken. Het voeden van de kust leidt mogelijk tot uitbreiding van riet en waterplanten;
- binnen de monitoringsperiode van 2 jaar zijn er voldoende stormen geweest om significante morfologische veranderingen (erosie en sedimentatie) te kunnen waarnemen.

3.2

LOCATIEKEUZE

De verfijning van de locatie van de zandsuppletie is bepaald aan de hand van de volgende doelen:

- de zandsuppletie zal uiteindelijk de Friese kust bij de Workumerwaard voeden met een deel van het gesuppleerde zand;
- de vegetatie op de vooroever krijgt de gelegenheid zich aan te passen aan de zandsuppletie en komt niet onder het aangebrachte suppletiemateriaal te liggen.

Overwegingen:

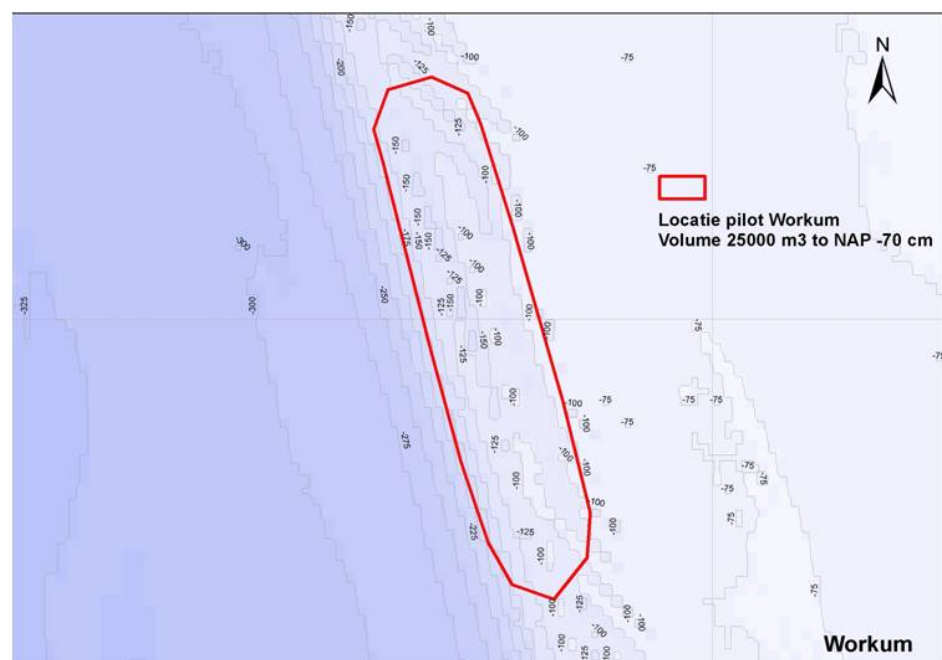
- de zandsuppletie komt op de rand van de vooroever te liggen op de overgang naar een diepere bodem van het IJsselmeer, zie Afbeelding 3.14 en Afbeelding 3.15;
- uit ervaringen met eerdere suppleties wordt verwacht dat een deel van de zandsuppletie zich tijdens stormen in noordoostelijke richting naar de kust zal verplaatsen. Dit is het

principe van de zandmotor. De zandsuppletie uit 1992 lijkt vooral vanaf NAP+0,0 m tot NAP-0,60 m snel te eroderen, daarna minder snel (bijlage 3);

- uit ervaringen met eerdere suppleties blijkt dat de suppletie zich naar het noorden verplaatst en dat een deel van het gesuppleerde zand in het diepe deel van het IJsselmeer verdwijnt;
- tussen 1 en 2 m waterdiepte voorspelt (Folmer e.a., 2010) de grootste transportcapaciteit;
- berekeningen met een niet-gekalibreerde Delft3D model laten zien dat de richting van het zandtransport nabij de bodem overwegend naar het noorden is gericht en bij het noordelijke deel van de Workumerwaard sterk naar het noordoosten is gericht. Dit is nader beschreven in bijlage 4.

Afbeelding 3.14

Locatie van de pilot met de zandmotor voor de Friese kust



Afbeelding 3.15

Locatie van de pilot met de zandmotor voor de Friese kust

Pijlen=grootte en richtingen van verwachte morfologische veranderingen
 Grijs ovaal=zandsuppletie
 Zwarte lijn=ecodynamische dam



De volgende aspecten worden in de pilot onderzocht:

- het effect van een zandsuppletie op de veiligheid van de kust:
 - het directe effect is een reductie van de golfbelasting van de vooroever achter de suppletie. Naar mate de suppletie in de tijd erodeert, neemt het effect af;
 - het tweede effect is dat door sedimentatie van geërodeerd suppletiemateriaal voor de klifkust de erosie van de klifkust zal vertragen en eventueel lokaal zal stoppen. Van belang is dat het sediment dat voor de klifkust tot bezinking komt, daar blijft liggen;
- de golfdempende werking van de zandsuppletie in relatie tot het aanlegniveau van de zandsuppletie en de verondieping tijdens stormen;
- het verloop van het uitzakken van de zandsuppletie, zowel naar de diepte (het IJsselmeer in) als in noord(oost)elijke richting. De morfologische verandering van de suppletie zelf vergroot het inzicht in de optredende erosieprocessen;
- de morfologische en hydraulische ontwikkeling van een zandsuppletie op de rand van de vooroever. Daarbij wordt onderzocht of segregatie van het gesuppleerde zand optreedt als het erodeert. Het gehalte lutum en kleideeltjes in het gesuppleerde zand heeft mogelijk invloed op de vegetatieontwikkeling als het gehalte lager is dan in het al aanwezige materiaal;
- het geërodeerde sediment kan diffuus verspreid over een groot oppervlak tot bezinking komen en dan kan de vegetatie zich gemakkelijk aanpassen. Een andere ontwikkeling is dat het sediment geconcentreerd als een kleine zandrichel zich over de vooroever voortplant. Dan wordt de bestaande vegetatie tijdelijk door een laag sediment bedekt. Eén en ander kan afhankelijk zijn van de optredende stormen (richting, sterkte en duur) in de monitoringsperiode;
- de aanpassing van de vegetatie aan morfologische veranderingen op de vooroever en aan verkregen extra luwte.

3.3

DIMENSIONEREN

De kenmerkende afmetingen van de zandsuppletie zijn vermeld in Tabel 3.1. Deze afmetingen zijn bepaald aan de hand van de beschikbare bodemligging van de vooroever, zie het representatieve dwarsprofiel van de huidige vooroever in Afbeelding 3.16. De kruinhoogte van de zandsuppletie is 0,3 m onder het winterstreefpeil van het IJsselmeer, NAP-0,4 m. Daarmee wordt voorkomen dat de zandsuppletie bovenwater komt bij gemiddelde omstandigheden. Bij aflandige wind uit richtingen tussen noordoosten en zuidoosten kan de waterstand meer dan 0,5 m dalen, dan zal de zandsuppletie gedeeltelijk boven water komen. De vooroever valt dan vrijwel droog en daarom treden er in die situatie vrijwel geen morfologische veranderingen op. De grootste morfologische veranderingen treden op tijdens een storm uit richtingen tussen het zuidwesten en het noordwesten. Door opwaaiing kan de waterstand bij de vooroever meer dan 0,5 m stijgen. Boven de zandsuppletie staat dan voldoende water. De golven in de brekerzone kunnen in die situatie een intensief zandtransport veroorzaken. Bij windkracht 8 Beaufort is de significante golfhoogte 0,70 m.

De suppletie wordt afgewerkt op een kruinhoogte van NAP -0,70 m. Dat is hoger dan de voorgestelde afwerkhoogte op -1m uit hoofdstuk 2, daar nu winterpeil en windopzet zijn meegenomen.

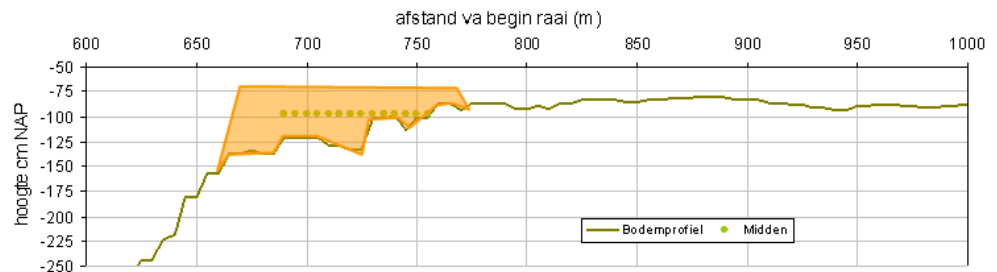
Tabel 3.1

Kenmerkende afmetingen
van de zandsuppletie

Kenmerk	Waarde
Lengte (m)	500
Breedte (m)	100
Kruinhoogte (m+NAP)	-0.70
Vorm	ovaal (bij benadering)
Volume (x 1000 m ³)	25
Zand D ₅₀ (µm)	125-180
Talud	Natuurlijk talud

Afbeelding 3.16

Dwarsprofiel vooroever
Workumerwaard ter plaatse
van zandsuppletie.
Groene lijn = initiële locatie
Oranje vlak = dwarsprofiel
zandsuppletie



3.4

MATERIAALKEUZE

Voor de zandsuppletie is zand uit 't Soal beschikbaar. De keuze valt op zand uit de vakken 2 tot en met 5. Zand uit vak 1 bevat te veel fijn materiaal dat mogelijk vertroebeling kan geven tijdens de uitvoering. Het redelijk uniforme zand wordt gekarakteriseerd door $D_{50} = 120 \mu\text{m}$ tot $140 \mu\text{m}$. In bijlage 5 zijn de resultaten van het waterbodemonderzoek bij 't Soal opgenomen (monstergegevens en waterkwaliteit gegevens).

3.5

ECODYNAMISCHE DAM

De ecodynamische dam zal bestaan uit een palenrij. Het doel van de palenrij is om sedimentatie van gesuspendeerd materiaal te bevorderen. De stroomsnelheid van het water moet enerzijds voldoende worden gereduceerd om bezinking te krijgen, maar moet anderzijds voldoende groot zijn om voldoende aanvoer van zand te behouden. Op basis van (Government of Bangladesh Ministry of Water resources, 2001) moet het percentage blokkade van een palenrij tussen 30 en 70% liggen. Bij deze pilot wordt de palenrij voor de Workumerwaard in één rij uitgevoerd met een percentage blokkade van ongeveer 50%. (Als de palen versprongen (dus niet op een lijn) worden geplaatst, kan stroming er vanuit bepaalde richtingen doorheen en om die reden moet in dat geval het percentage blokkade groter worden gekozen voor een vergelijkbaar effect.)

Voor de palenrij worden de volgende uitgangspunten gehanteerd:

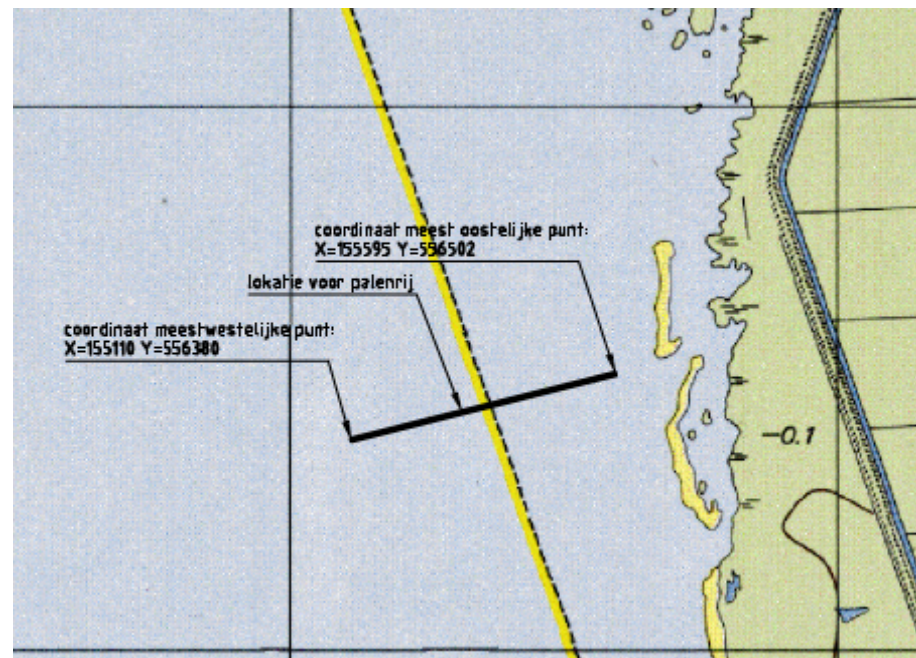
- de palenrij moet bestaan uit onbewerkte houten palen die worden geplaatst met een percentage blokkade van 50%;

- de palenrij zal loodrecht op de kust staan en 500 m lang zijn;
- de ondergrond bestaat uit middel fijn zand;
- de gemiddelde waterstand 's winters is op NAP -0,40 m gesteld;
- de ϕ is $27,5^\circ$, de δ is $18,3^\circ$ en de k-waarden zijn 8000, 4000 en 2000;
- er treedt geen erosie op langs de palenrij;
- de houtkwaliteit is C14 (specificaties staan in (TGB Houtconstructies, 2008));
- de palenrij is opgedeeld in twee gebieden met elk verschillende paalafmetingen. Bij het eerste gebied ligt de bodem tussen NAP-0,6 m en -0,9 m. Bij het tweede gebied ligt de bodem tussen NAP-0,9 m en -1,5 m.

Onderstaande afbeeldingen tonen de locatie van de palenrij en het dwarsprofiel over de palenrij met de verschillende type palen.

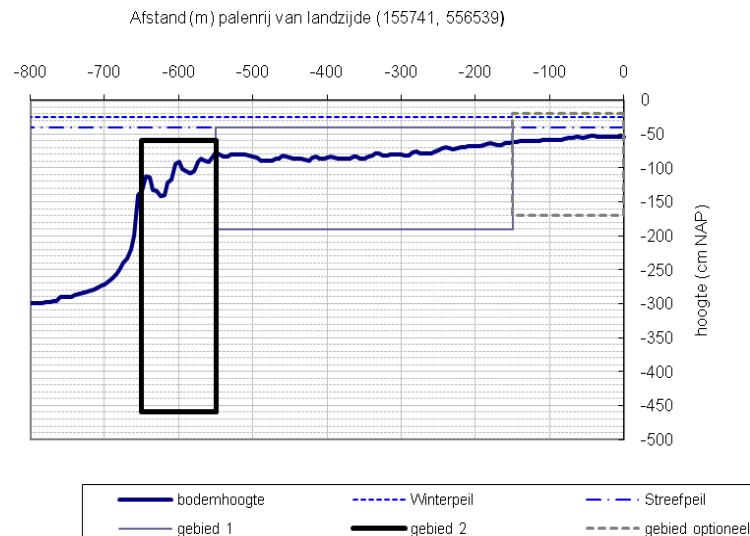
Afbeelding 3.17

Locatie palenrij



Afbeelding 3.18

Dwarsprofiel palenrij



Gebied I bevindt zich van 150 meter tot 550 meter van de landzijde. De bovenkant van de paal bevindt zich op NAP-0,40m, op het niveau van het winterstreefpeil zodat deze onder water staat en de hele waterkolom bestrijkt.

Gebied II bevindt zich van 550 meter tot 650 meter van de landzijde. De palen hebben een diameter van 120 mm en een lengte van 4 meter vanwege grotere belastingen en grotere waterdiepte. De palenrij stopt bij een bodemniveau van NAP-1,5 m, omdat dit het niveau is waarop de suppletie wordt aangelegd. Het vastleggen van sediment op een lager niveau heeft een te beperkt effect.

Bovenstaande waarden staan samengevat in onderstaande tabel.

(Wanneer meer palen geplaatst kunnen worden, wordt aanbevolen om deze te plaatsen op 0 tot 150 van de landzijde met de bovenkant op NAP-0,2 m of zelfs NAP+0,0 m om ook in het ondiepste deel sediment vast te leggen.)

Tabel 3.2Onderbouwing opbouw
palenrij

Gebied	Afstand tot landzijde [m]	Bodem niveau [m tov NAP]	Bovenzijde palen [m tov NAP]	Diameter palen	Lengte palen
I	150 – 550	-0,4 tot -0,8	-0,4	70mm	1,5m
II	550 - 650	-0,9 tot -1,5	-0,6	120mm	4,0m

Overige aspecten

Omdat de palenrij zich onder de waterspiegel bevindt, moeten er diverse markeringen geplaatst worden zodat de palenrij zichtbaar is voor het scheepvaartverkeer. De palenrij kan zichtbaar gemaakt worden door bijvoorbeeld van elke 50 palen er één ruim boven de waterspiegel uit te laten steken. Eventueel kunnen (een aantal van) deze palen voorzien worden van een markering.

3.6

AANDACHTSPUNTEN EN AANBEVELINGEN

Suppletiestrategie

Punten van aandacht bij aanleg zijn:

- de gewenste nauwkeurigheid van de kruinhoogte van circa 0,10 m;
- de breedte waarover aangelegd wordt (welke minder van belang is);
- ervaringen van zandsuppletie voor de kust waar mogelijk meenemen;
- bij het opstellen van de suppletiestrategie het projectteam uitnodigen, omdat de methode van invloed is op onder andere flora en fauna.

Punt van aandacht bij eventueel onderhoud of 'nasuppleren' is:

- de frequentie is mede afhankelijk van de effectiviteit van het kustwaarts transport in relatie tot de ontwikkeling van waterplanten (kritische aanslibingsnelheden voor ontwikkeling).

Monitoren

De volgende punten moeten minimaal gemeten worden:

- morfologische veranderingen door de bodemligging in detail te meten na elke stormperiode (, ook voor aanleg van de suppletie en direct na aanleg);
- tijdens een storm een meetcampagne uit te voeren waarbij stroomsnelheid, zowel binnen als buiten de suppletie, stroomrichting en golfcondities op enkele locaties worden gemeten en zo mogelijk ook nabij de klifkust. Het beeld van de hydraulische omstandigheden tijdens een storm kan met berekeningen in een gedetailleerd hydraulisch model worden gecompleteerd. Daarvoor zijn gegevens over windsnelheid en windrichting op het IJsselmeer in de buurt van de Workumerbuitenwaard gewenst.
- vegetatieontwikkeling, in ieder geval tussen de suppletie en de kust.

Punt van aandacht bij het monitoren is:

- het meten voor en na een storm (zoals bij zandsuppleties aan de kust). Dit type ad-hoc monitoren vangt het effect van extreme gebeurtenissen. Het is zeer leerzaam als dat ook hier gerealiseerd kan worden.

4 Risico's

4.1 INLEIDING

Bij complexe projecten met de omvang als dit, is het van groot belang inzicht te krijgen in de mate van de belangrijkste (on)verwachte projectrisico's. Om de belangrijkste projectrisico's in beeld te krijgen, heeft een volledige risicoanalyse plaatsgevonden. Deze risicoanalyse uitgevoerd op basis van de RISMAN-methode.

4.2 RISICO'S

De RISMAN-methode onderkent zes soorten risico's:

- juridisch;
- organisatorisch;
- technisch inhoudelijk;
- financieel;
- maatschappelijk;
- politiek.

Per soort risico zijn de belangrijkste risico's benoemd en gewaardeerd. Dit is gebeurt door een criteria-analyse op te stellen waarin op een aantal vragen wordt gewaardeerd (een score van bijvoorbeeld 0 tot 10). Bij een analyse als deze kunnen bijvoorbeeld de volgende vragen worden gesteld: 'Wat is de kans?' en 'Wat is het effect?' Naast deze standaard vragen is de RISMAN-methode versterkt met de vraag 'Wat is de Responstijd?'.

Door de scores te vermenigvuldigen met elkaar ontstaat een risicowaarde. Hiermee is inzicht gekregen in de waarde van de verschillende risico's. Met het verkregen inzicht kan adequaat gehandeld worden en kunnen bijtijds tegenmaatregelen genomen worden.

De resultaten van de risicosessie zijn te vinden in bijlage 6.

5 Financiering

5.1

INLEIDING

De totale begroting voor de drie pilots zoals genoemd in hoofdstuk 1 (Workumerwaard, Oudemirdum en Hindeloopen) beslaat een totaalbedrag van €1.950.000,00. Daarin wordt de onderstaande verdeling gehanteerd.

Tabel 5.3

Verdeling begroting 3 pilots

	Workumerwaard	Oudemirdum	Hindeloopen	Raming
Ontwerp en directie	90.000	90.000	90.000	270.000
Aankoop zand	100.000	100.000	500.000	700.000
Prijs inrichting	75.000	75.000	25.000	175.000
Monitoring & research	305.000	200.000	300.000	805.000
Totaal	570.000	465.000	915.000	1.950.000

De financiering van deze pilots, wordt verkregen vanuit diverse middelen. De verdeling die daarin wordt gehanteerd, komt neer op:

Tabel 5.4

Verdeling financiering

Partij	Taken	2010	2011	2012	Totaal
It Fryske Gea	Initiator en eigenaar. Inzet in de vorm van capaciteit en subsidie klimaatbuffers	200.000	350.000	50.000	600.000
Building with Nature	Randvoorwaarden, ontwerp, monitoring	300.000	300.000	300.000	900.000
Wetterskip	Bijdrage inrichting & aankoop grond	50.000	100.000	50.000	200.000
Provincie	Bijdrage inrichting & aankoop grond	100.000	100.000	50.000	250.000
TOTAAL		650.000	850.000	450.000	1.950.000

Daarnaast wordt gezocht naar aanvullende financiering.

5.2

FINANCIERING VANUIT BUILDING WITH NATURE (ECOSHAPE)

Het belangrijkste deel van de beschikbare middelen wordt verstrekt vanuit Building with Nature. Hiertoe is samen met It Fryske Gea een samenwerkingsovereenkomst gesloten.

5.3 FINANCIERING VANUIT HET RIJK

Op 12 juli 2010 is door het Ministerie van VROM een beschikking aangegeven in het kader van de 'Tweede tranche subsidieverlening natuurlijke klimaatbuffers'. Hierbij is een bijdrage van 31% van de kosten toegezegd, wat neerkomt op een bedrag van €600.000,00.

Mede door de toenemende bezuinigingsdruk in Den Haag, is besloten voorschotten aan te vragen. Deze zijn in oktober 2010 aangevraagd. Er is een totaalbedrag van €400.000,00 aan voorschotten aangevraagd. Deze middelen worden door It Fryske Gea ingebracht in de begroting.

5.4 FINANCIERING VANUIT RIJKSWATERSTAAT

Met Rijkswaterstaat is gedurende de voorbereiding gesproken over een bijdrage vanuit Rijkswaterstaat. In de gesprekken die werden gevoerd leek dit haalbaar en werd een bedrag van €200.000,00 al min of meer toegezegd.

Ingegeven door bezuinigingen is inmiddels echter duidelijk geworden dat niet gerekend kan worden op een bijdrage vanuit Rijkswaterstaat. Doordat in de dekkingsmiddelen niet werd uitgegaan van deze bijdrage, heeft dit vooralsnog geen negatieve effecten op de uitvoerbaarheid van de pilots.

5.5 FINANCIERING VANUIT DE PROVINCIE FRYSLÂN

Vanuit de Provincie Fryslân is een bedrag van € 250.000,00 toegezegd tijdens diverse vooroverleggen. Om deze middelen daadwerkelijk te verkrijgen zijn de daarvoor benodigde formulieren en projectplannen opgesteld en verzonden.

Voordat de beschikking is ontvangen, werd echter (wederom door bezuinigingen vanuit Den Haag) gevraagd om een nadere toelichting van de noodzaak van deze middelen. Hierbij is richting provincie heel duidelijk aangegeven dat het niet verstrekken van de toegezegde gelden, het gehele project op de tocht zet. De co-financiering van de provincie is immers van groot belang om ook de andere subsidies te verkrijgen. Wel is aangegeven dat de pilot Workumerwaard momenteel over voldoende middelen beschikt om deze zelfstandig te kunnen uitvoeren. Uitstel van betalingen is daarom voor korte tijd acceptabel.

5.6 FINANCIERING VANUIT WETTERSKIP FRYSLÂN

Wetterskip Fryslan verleend een financiële bijdrage voor de Building with Nature pilots van €200.000,00. Wetterskip Fryslân draagt met een bedrag van totaal € 50.000,- over 2010 bij aan de uitvoering van het experiment de Workumerwaard. In 2011 en 2012 wordt voor de pilot, behoudens goedkeuring van het algemeen bestuur van Wetterskip Fryslân, respectievelijk een bedrag van € 100.000,- en € 50.000,- beschikbaar gesteld.

5.7

OVERIGE FINANCIERING

Als gevolg van de mogelijke koppelingen van werken, zijn wellicht nog aanvullende financieringsmiddelen te verkrijgen. Er wordt aan gewerkt, met name door middel van verkennende vooroverleggen, om deze middelen te verkrijgen. Het gaat dan om:

Samenwerking met gemeente, ondernemers en provincie rondom Hindeloopen

Zowel de gemeente Nijefurd, enkele recreatieondernemers als de provincie Fryslân hebben plannen rondom Hindeloopen. Deze plannen hebben tot doel om het toeristisch-recreatief perspectief te verbeteren. Een deel van deze plannen is mogelijk te combineren met de pilot van Building with Nature. Deze afstemming kan leiden tot een vermindering van de kosten en/of een toename van beschikbare middelen.

Samenwerking met provincie Fryslân bij baggerwerk

De Provincie Fryslân is voornemens om in het eerste kwartaal van 2011 de vaargeul bij It Soal te gaan baggeren. Gezien de korte afstand tot de pilot Workumerwaard, wordt onderzocht of het vrijkomende materiaal geschikt is om de pilot mee te realiseren. Eerste verkenningen wijzen uit dat het materiaal niet de optimale samenstelling heeft, maar deels wel te gebruiken is.

HOOFDSTUK

6 Vergunningen

Voor de pilot Workumerwaard is in het kader van onderstaande wetten onderzocht of vergunningen aangevraagd dienen te worden:

- Natuurbeschermingswet;
- Flora- en faunawet;
- Waterwetvergunning;
- Melding Besluit Bodemkwaliteit;
- Omgevingsvergunning.

6.1

NATUURBESCHERMINGSWET

In het kader van de Natuurbeschermingswet zijn een aantal gesprekken gevoerd met de heer H. Hoekstra van provincie Friesland. Tevens is door Altenburg & Wymenga een ecologisch onderzoek uitgevoerd, waarin de effecten van de pilot op beschermde natuurwaarden zijn onderzocht. Uit deze ecologische beoordeling blijkt dat de pilot een verwaarloosbaar effect heeft op de onder de Nb-wet beschermde natuurwaarden. In het algemeen wordt verwacht dat de pilot na de aanleg door het creëren van ondiepte, dynamiek en landschappelijke diversiteit een blijvend positief effect zal hebben op de leefgebieden van de meeste insecten, vissen en vogels die in oever- en kustgebieden voorkomen. De Natuurbeschermingswetvergunning is inmiddels verleend (25 februari 2011).

Ecologische maatregelen

Uitgangspunt is dat de bestaande natuurwaarden zoveel mogelijk behouden blijven. Zo is bij de locatiekeuze rekening gehouden met de aanwezigheid van fonteinkruid- en kranswervegetaties. Daarnaast worden tijdens de uitvoering de volgende maatregelen getroffen:

- verbossing van rietvegetaties na het aanleggen van de ondieptes wordt tegengegaan en gemonitord;
- verstoring van vogels wordt geminimaliseerd door de werkzaamheden zoveel mogelijk te beperken tot de periode eind oktober – begin november;
- verstoring van rustplaatsen van vogels wordt voorkomen door de planlocaties zo ver mogelijk van rustplaatsen (>300 m) te kiezen;
- verstoring van broedplaatsen wordt voorkomen door de planlocaties zo ver mogelijk van broedplaatsen (>300m) te situeren of de werkzaamheden buiten het broedseizoen te verrichten;
- het verplaatsen van basalten dammen bij de werkzaamheden wordt vermeden om effecten op rivieronderpad te voorkomen;
- verstoring van meervleermuizen wordt voorkomen door 's nachts niet met kunstlicht te werken;

- er wordt gewerkt volgens de gedragscode natuurbeheer, zodat effecten op kleine modderkruiper en rivierdonderpad zo veel mogelijk worden voorkomen.

6.2

FLORA- EN FAUNAWET

In het kader van de Building with Nature pilot in de Workumerwaard is (Altenburg & Wymenga, 2010) een ecologisch onderzoek uitgevoerd naar de effecten van de pilot op door de Flora- en faunawet beschermde planten en dieren. De realisatie van de pilot vindt grotendeels buiten het broedseizoen plaats en volgens de ecologische maatregelen die beschreven zijn in paragraaf 6.1. Ook de monitoring vindt grotendeels buiten het broedseizoen van vogels plaats. Het gebied wordt alleen binnen het broedseizoen betreden wanneer geen strandbroeders aanwezig zijn die verstoord kunnen worden. De pilot Workumerwaard en de monitoring leiden niet tot overtreding van de verbodsbepalingen van de Flora- en faunawet. Negatieve effecten op beschermde planten en dieren kunnen uitgesloten worden of zijn verwaarloosbaar klein. Het aanvragen van een ontheffing voor de pilot is daardoor niet noodzakelijk.

6.3

WATERWET

Een watervergunning is noodzakelijk wanneer activiteiten ondernomen worden in, op, boven, over of onder een oppervlaktewaterlichaam. In het kader van de pilot Workumerwaard zijn gesprekken gevoerd met diverse medewerkers van Rijkswaterstaat over de Waterwet vergunningaanvraag. De vergunning is aangevraagd voor gebruik van een waterstaatswerk of beschermingszone. In het kader van de pilot wordt het waterstaatswerk gebruikt voor:

- natuurontwikkeling;
- het plaatsen van een niet geïmpregneerde palenrij;
- het plaatsen van 1 standaard meetpaal (ca 3 meter in de grond en ca 2 meter boven water);
- het aanleggen van een glasvezelgrid over de suppletiebank en kabel richting de meetkast op land voor de monitoring.

De Waterwet vergunningaanvraag is inmiddels verleend (21 januari 2011).

6.4

MELDING BESLUIT BODEMKWALITEIT

Het Besluit Bodemkwaliteit geldt voor grond en baggerspecie dat wordt hergebruikt in een nuttige en functionele toepassing in oppervlaktewater. Het Besluit Bodemkwaliteit stelt eisen aan de kwaliteit van de toe te passen grond en baggerspecie, afhankelijk van de ontvangende waterbodem. Voor de realisatie van de suppletiebank dient een melding gedaan te worden. Deze melding Besluit Bodemkwaliteit is de verantwoordelijkheid van de partij die de bank zal realiseren. Welke partij dit wordt, is momenteel nog niet bekend. De melding Besluit Bodemkwaliteit wordt opgenomen als voorwaarde in de aanbesteding.

6.5

OMGEVINGSVERGUNNING

Een omgevingsvergunning geeft particulieren of bedrijven toestemming om in gebieden met landschappelijke of cultuurhistorische waarde werkzaamheden te verrichten. De omgevingsvergunning is aangevraagd bij de gemeente Sudwestfryslan voor het bouwen van de palenrij. De omgevingsvergunning is inmiddels verleend (3 maart 2011)

BIJLAGE 1

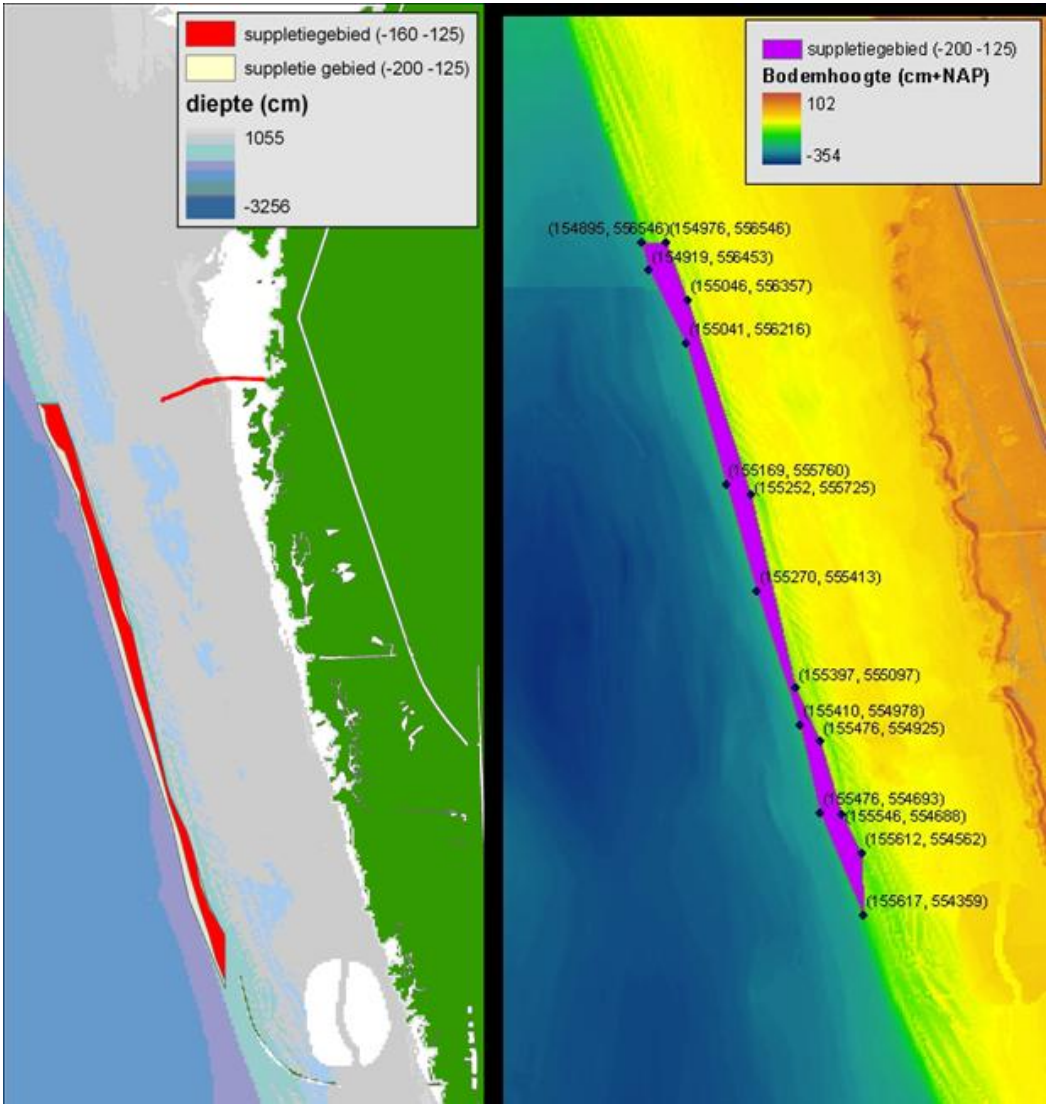
Literatuurlijst

- Folmer e.a., 2010. Pilot eco-dynamiek Fryske kust.
- Altenburg & Wymenga, 2010. Voortoets ecodynamische kustontwikkeling Friese IJsselmeer.
- ARCADIS, 2010. Projectomschrijving ecodynamische pilots Friese IJsselmeerkust.
- Building with Nature, 2007. Concept Pilot Eco-Dynamiek Fryske kust.
- CUR, 2008. Handboek Damwandconstructies, CUR 166.
- Deltares, 2010, MIJ 3.3 Pilot development and monitoring plan memo project 1203243, Delft.
- Government of Bangladesh Ministry of Water resources, 2001. Bank Protection Pilot Project FAP-21, 2001. Guidelines and Design Manual for Standardized Bank Protection Structures. Chapter 6 Design of permeable groynes.
- Rijkswaterstaat, 1997. Buitendijkse gebieden langs de Friese IJsselmeerkust; een dynamisch evenwicht!
- Rijkswaterstaat, 1999. Een Groene Riem onder het Natte Hart. Evaluatie van natuurontwikkelingsprojecten in het IJsselmeergebied.
- Rijkswaterstaat, 2007. Evaluatie natuurontwikkelingsprojecten IJsselmeergebied.
- Rijkswaterstaat, 2009. Waterplanten in het IJsselmeergebied, Monitoring Markermeer 2007 en IJsselmeer 2008.
- Verslag excursie 14 september 2010 Community of Practice.
- TGB Houtconstructies, 2008. Houtconstructies - Basiseisen en bepalingsmethoden, NEN 6760.

BIJLAGE 2

Locatie suppletiebank

Afbeelding B.19
Locatie suppletiebank



BIJLAGE 3

Eerdere suppleties

In de jaren 90 zijn twee zandsuppletieproeven uitgevoerd in het IJsselmeer nabij Workum. De vooroever bestaat daar overwegend uit kleiarm, middel fijn zand.

Suppletie Workumerbuitenwaard

De eerste suppletie betreft een zandplaat bij de Workumerbuitenwaard welke in 1992 is aangelegd (Afbeelding B.20)). Dit een onderverdedigde zandsuppletie van 2 km lengte onder waterniveau. Deze is 150 m breed en heeft oppervlak van circa 20 ha ter voorkoming van kusterosie en ter bescherming van natuurlijke schelpenbanken. Het volume van de zandsuppletie was 450.000 m³ de projectkosten waren ongeveer € 500.000,00.

Na de aanleg is een deel van het opgespoten zand weer weggespoeld.

Afbeelding B.20

Locatie (links) en foto (rechts) van de onverdedigde zandsuppletieproef uit 1992



Uit hoogteverschillenkaarten van 1994 en 1998 (Afbeelding B.22) blijkt dat het geërodeerde materiaal beperkt in de richting van de kust verplaatst, maar meer richting 't Gaast (ten noorden van Workum). De in 1994 aanwezige scherpe overgangszone van dieper water naar de opgespoten zandplaat is in 1998 verdwenen. De bedoeling van de zandplaat Workumerbuitenwaard was dat deze zich in oostelijke richting zou verplaatsen en zo de kustlijn van het buitendijks gebied zou gaan beschermen. Erosieprocessen hebben ertoe geleid, dat de zandplaat is afgevlakt in voornamelijk westelijke richting. Het lijkt er niet op dat de aanleg van het project heeft voldaan aan zijn doelstelling om aangroei van de nabije buitendijkse gronden te stimuleren. In hoeverre erosie van die gronden tot staan is gebracht dankzij de verondieping, is op grond van de uitgevoerde metingen niet te zeggen.

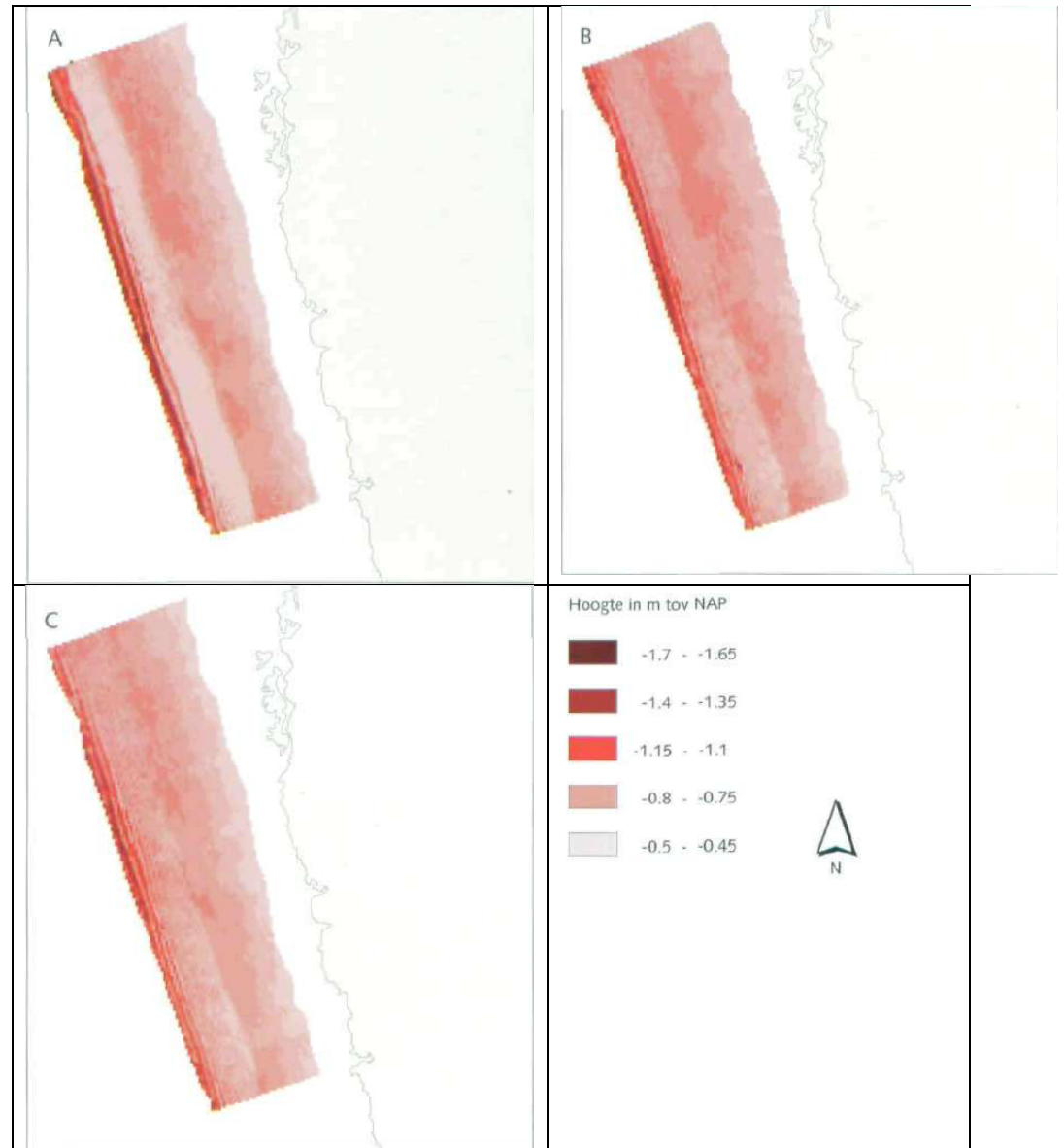
Twee jaar na de aanleg in 1994 van de verondieping bij de Workumerbuitenwaard laten de uitgevoerde lodingen de aanwezigheid zien van een langgerekte strook van ongeveer 120 m breed en bijna 2 km lang met een hoogteligging van NAP-0,55 m tot NAP-0,45 m. Deze verondiepte strook loopt parallel aan de kust en ligt op een afstand van 360-600 m van de kust verwijderd. In 1996 blijkt de verondieping al voor een belangrijk deel geërodeerd te zijn tot op een hoogteligging van NAP-0,7 m tot NAP-0,6 m.

Er is getracht de originele dieptemetingen op te vragen bij de waterdienst. De dieptemetingen zijn destijds middels waterpassingen opgemeten en de gegevens verdwenen in papieren archieven die extern staan opgeslagen (bron Andre Grul). Via Andre Grul en Jacco Doze zijn de gegevens niet verkrijgbaar. De vraag staat nu nog uit bij Michael Tjeertes.

Er heeft transport kustwaarts plaatsgevonden, zie de 'roze vlekken' die gebieden met verondieping tussen 0,15 en 0,20 m aangeven (Afbeelding B.22) over een gebied met een oppervlakte die groter is dan het oorspronkelijke suppletiegebied.

Afbeelding B.21

Morfologie (bodemdiepte) na aanleg (1992) zanddam in Workumerwaard in 1994 (A), 1996 (B) en 1998(C).



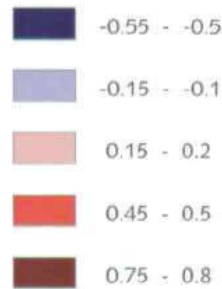
Afbeelding B.22

Hoogteverschilkaart
 Workumerbuitenwaard
 tussen 1998 en 1994

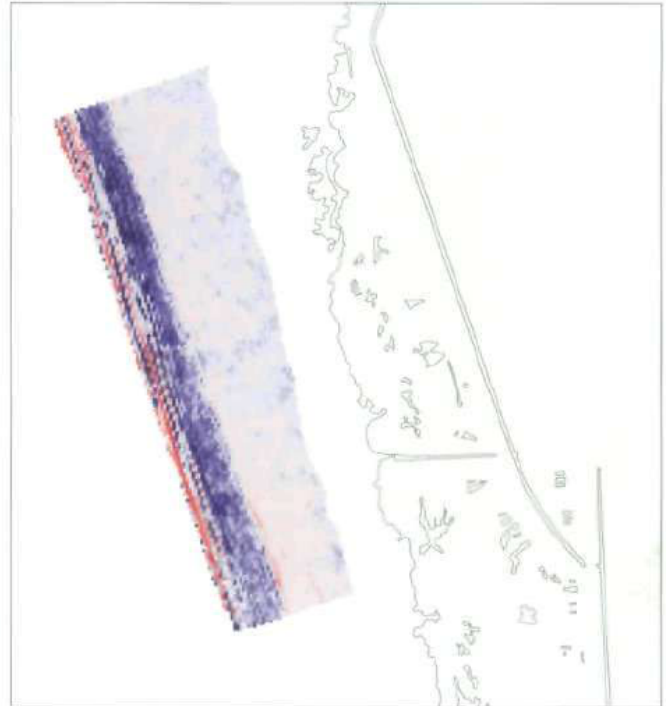
Figuur 3.9
 Hoogteverschilkaart Workumerbuiten-
 waard tussen 1998 en 1994.

Figure 3.9
 Altitudinal differences between 1998
 and 1994 for Workumerbuitenwaard.

Hoogteverschil in m tov 94



0 0,2 0,4 0,6 Kilometer

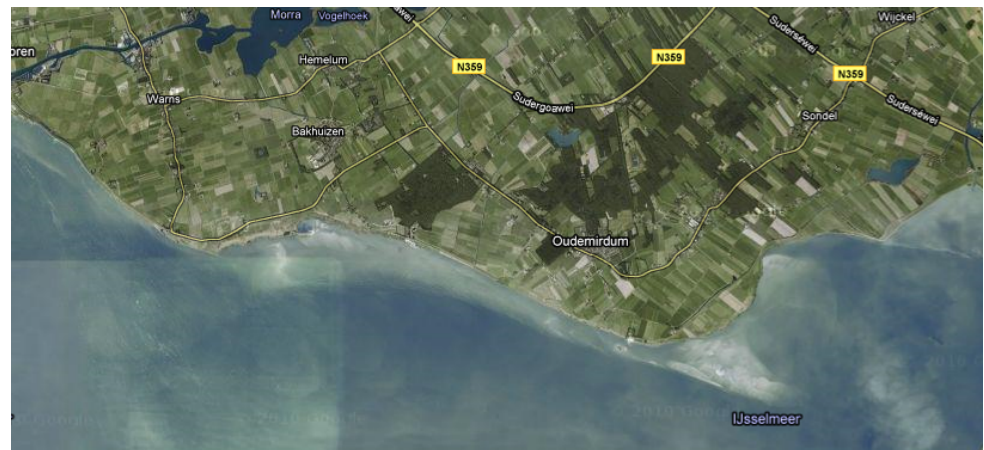


Mirnserklif en Abbert II

Het onverdedigde project Mirnserklif (Afbeelding B.23) en het gedeeltelijk verdedigde project Abbert II zijn redelijk stabiel. Bij de Mirnserklif is het meest oostelijk gelegen eilandje onder het wateroppervlak verdwenen. Vermoedelijk is het van dit eilandje geërodeerde materiaal in ieder geval gedeeltelijk verder in noordelijke richting weer afgezet.

Afbeelding B.23

Mirnserklif



Conclusie

Uit de evaluatie volgt dat de verdedigde projecten goed zijn blijven liggen. Er treedt erosie op, maar dit is minder dan bij de onverdedigde projecten. Stabiliteit van de onverdedigde projecten blijkt zeer afhankelijk te zijn van de locatie en van het type ondergrond. Projecten aan de westkust van Friesland zijn minder stabiel door de bodemopbouw (ondergrond) en een grotere strijklengte dan aan de zuidkust van Friesland, waar minder sprake is van zetting (het verdichten van de ondergrond) en wind.

Bij een aantal projecten waar zandplaten en eilanden zonder oeververdediging is aangelegd (onder andere Workumerbuitenwaard, Mirnserklif) is een groot deel weggespoeld. Dit proces wordt versterkt door het peilregime en de geringe waterpeilfluctuatie, waardoor op een klein deel van de oever een relatief grote golfaanslag plaats vindt.

BIJLAGE 4

Model als onderzoeksmiddel

Aanpak

Idealiter is er een meerdimensionaal morfologisch model van het IJsselmeer waarin het transport van diverse fracties zand wordt gevolgd en de ontwerpogave wordt uitgevoerd (binnen circa 2 weken). Dit model is er niet en het is op korte termijn (dit jaar) niet voorzien. Bij interpretatie van de monitoringresultaten is een morfologisch model noodzakelijk. Op termijn zou een dergelijk model er moeten komen.

De bouw van een morfologisch model door Arcadis begeleid door Deltares is een optie, maar moet worden onderzocht (kostenschatting, doorlooptijd en databehoeft).

Er is gekozen voor een aanpak waarbij een bestaand 3D model voor het IJsselmeer wordt gebruikt om ruimtelijke patronen van stroming (richting, snelheid), golfhoogte en bodemschuifspanning te bekijken. Er is een jaarsimulatie van 2006 beschikbaar. De windstatistiek van dat jaar is gemiddeld.

Een morfologische expert (Maarten van de Wal) heeft stroomrichting en stroomsnelheid bij windkracht 8 in het jaar 2006 in het gebied voor de kust van Workum bestudeerd, daarbij kijkend naar 5 relevante windrichtingen (N, NW, W, ZW en Z).

De golven en wind bepalen waar sediment erodeert, stroomsnelheid en -richting bepalen waar het geërodeerde materiaal waarschijnlijk terecht komt. Omdat het transportmechanisme, in tegenstelling tot de zandmotor aan de kust die op getijstromen functioneert, alleen van wind afhangt, is gezocht naar een robuuste opzet. Bij de keuze van zandfractie, ontwerphoogte en locatie is hiermee rekening gehouden.

Resultaten van eerdere suppletie experimenten zijn bestudeerd. Loding data zijn niet meer opvraagbaar gebleken bij RWS.

Door tijdgebrek is er geen veldbezoek geweest

Door de ontwerp vraag zonder morfologisch model en zonder veldbezoek te beantwoorden, is de betrouwbaarheid van het ontwerp kleiner dan mogelijk.

Model als onderzoeksmiddel

Het rooster van het beschikbare model is afgebeeld in Afbeelding B.26. Het model is gekenschetst door:

- een ongekalibreerde som voor 2006 (waterbalans en dieptegrid (2006) zijn actueel);
- wind gemeten te Lelystad, uurgemiddelde waarden;
- de modules WAVE en FLOW zijn beide op alkyon_newketel04 grid gedraaid;
- de locale resolutie van het rekenrooster is ongeveer 200 (loodrecht) x 400 (parallel aan de kust) meter;
- het grid volgt de kust niet netjes, wat resulteert in zogenaamde 'trapjeslijnen';
- de WAVE-module is elk uur gedraaid;

- de MAP- en WAVE-uitvoerbestanden zijn nogal groot en daarom verwijderd. Resultaten zijn alleen in WAQ-koppelingsbestanden beschikbaar. Er is een dummy WAQ-som gedraaid om de behouden .tau-NEFIS-bestanden te visualiseren. Het opnieuw draaien van de FLOW/WAVE-som is mogelijk, de doorlooptijd is circa 9 dagen.

Afbeelding B.24

Modelrooster delft3D model
 nabij proeflocatie



In de jaarsom voor 2006 zijn perioden gezocht waarin stormen met windkracht 8 een aantal uren aanhield. Dit is gedaan voor de vijf relevante windrichtingen: N, NW, Z, ZW en W. Deze zijn geanalyseerd op stroomsnelheid en -richting, orbitaalsnelheid, bodemschuifspanning, etc. Daarbij is aangenomen dat een storm van een aantal uren voldoende is om tot een stationaire waterbeweging te leiden.

Bij deze aanpak is niet expliciet rekening gehouden met de rol van extreme stormen. Daarnaast is geen rekening gehouden met de invloed die verondieping door de suppletie heeft op het stromingspatroon, dat zit niet in het model (dit is een van de meerwaarden van een morfologisch model).

Resultaten

Tabel B.6 toont de resultaten van het Delft 3D model in de brekerzone op de overgang van een diepe naar een ondiepe bodemligging zoals weergegeven in Afbeelding B.26. Daarbij is gebruik gemaakt van een storm met een windsterkte Beaufort 8. Die windsterkte is gekozen omdat die gemiddeld enkele keren per jaar voorkomt. Een windsterkte met die frequentie is maatgevend voor de te verwachten gemiddelde jaarlijkse morfologische veranderingen.

Bij deze opzet is aangenomen dat het stroombeeld bij een iets andere windsterkte niet significant zal wijzigen ten opzichte van het stroombeeld bij een windsterkte Beaufort 8.

Tabel B.5

Samenvatting van de berekende stromingen en golfhoogten in de brekerzone

Windrichting	Stroomsnelheid (m/s)	Stroomrichting	Significante golfhoogte (m)
zuiden	0,05 tot 0,10	Van evenwijdig aan de kust naar meer naar de kust toe gericht	0,6 afnemend tot 0,2
zuidwesten	0,1 tot 0,15	Van de kust afgericht naar noordwesten	0,9 afnemend tot 0,2
westen	0,05 tot 0,1	Van de kust af gericht naar noordwesten	0,7 afnemend tot 0,2
noordoosten	0,05 tot 0,1	Evenwijdig tot licht van de kust af gericht naar het zuiden	0,2 toenemend tot 0,3

Zuiden wind

Bij zuiden wind treedt in het meest noordelijke deel van het zoektraject voor de pilot een duidelijke stroming op naar de oever toe. Dat is het gebied waar het principe van de zandmotor het beste zal werken. Dit wordt bevestigd door een oude zandsuppletie uit 1994 in dat gebied: het zand is in noordoostelijke richting verplaatst. Wel is te zien dat het in het middendeel en het meest zuidelijke deel de stroming net boven de bodem overwegend evenwijdig is aan de oever.

Zuidwestelijke en westelijke wind

De stroombeelden in de volgende paragraaf en de samenvatting in Tabel B.5 laten zien dat de stroomrichting nabij de bodem bij wind uit het zuidwesten en westen van de oever naar de diepere bodem voor de vooroever is gericht. Het gesuppleerde zand zal tijdens die omstandigheden naar de diepere bodem worden getransporteerd. Dat is niet zoals het principe van een zandmotor is verondersteld te werken. Bij de reeds uitgevoerde suppleties is dit ook waargenomen als het uitzakken van de aangebrachte zandplaten.

Noordoostelijke wind

Noordoostelijke wind veroorzaakt afwaaiing waardoor de vooroever vrijwel droog komt te liggen. Daarom levert wind uit het noorden tot zuidoosten geen bijdrage aan het principe van de zandmotor. Wel zal er enig zand naar de diepere bodem voor de vooroever worden getransporteerd.

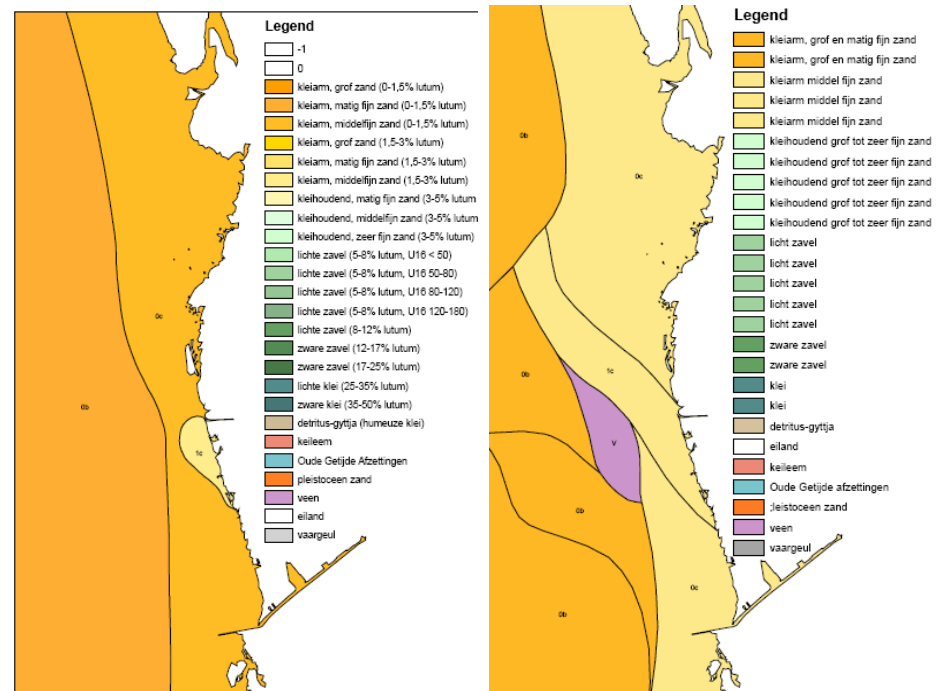
De stroomsnelheid van 0,1 tot 0,15 m/s bij de bodem is nauwelijks voldoende om middelfijn zand in beweging te brengen, maar stroming gecombineerd met de orbitaalbeweging onder

golven is ruim voldoende om zand 200 μm in beweging te brengen en te transporteren bij een storm met een windsterkte Beaufort 8. En dan bepaalt de stroomrichting waar het zand naartoe wordt getransporteerd.

Opgemerkt wordt dat lokaal onder de toplaag van middel fijn zand in het zoektraject een veenlaag aanwezig is (Afbeelding B.24)

Afbeelding B.25

Samenstelling van de toplaag (links) en de bodem (rechts) van de vooroever tussen de haven van Workum en Gaast



Resultaten Delft3D berekeningen

Met een Delft3D model zijn 3D-berekeningen van de stromingen en golven tijdens een storm Beaufort 8 uit verschillende windrichtingen uitgevoerd. Het model is niet gekalibreerd. Een deel van het rekenrooster in het zoektraject van de zandsuppletie is in Afbeelding B.26 getoond en de geschematiseerde bodemligging in Afbeelding B.27. De resultaten van die berekeningen geven de stroomsnelheden, stroomrichtingen, de significante golfhoogten en orbitaalsnelheden. Deze resultaten betreffende de stroombeelden en de significante golfhoogten worden in Afbeelding B.28 tot en met Afbeelding B.35 getoond.

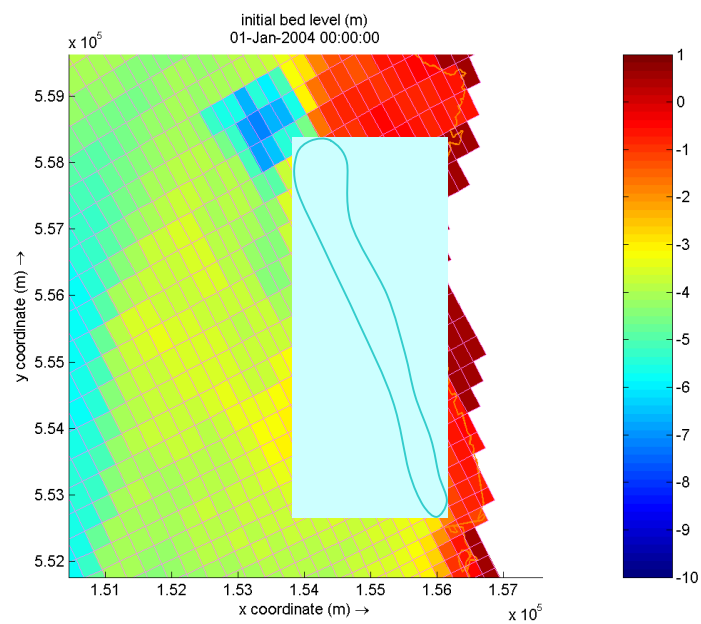
Afbeelding B.26

Het rekenrooster
geprojecteerd op een
luchtfoto Google Earth
van het zoektraject



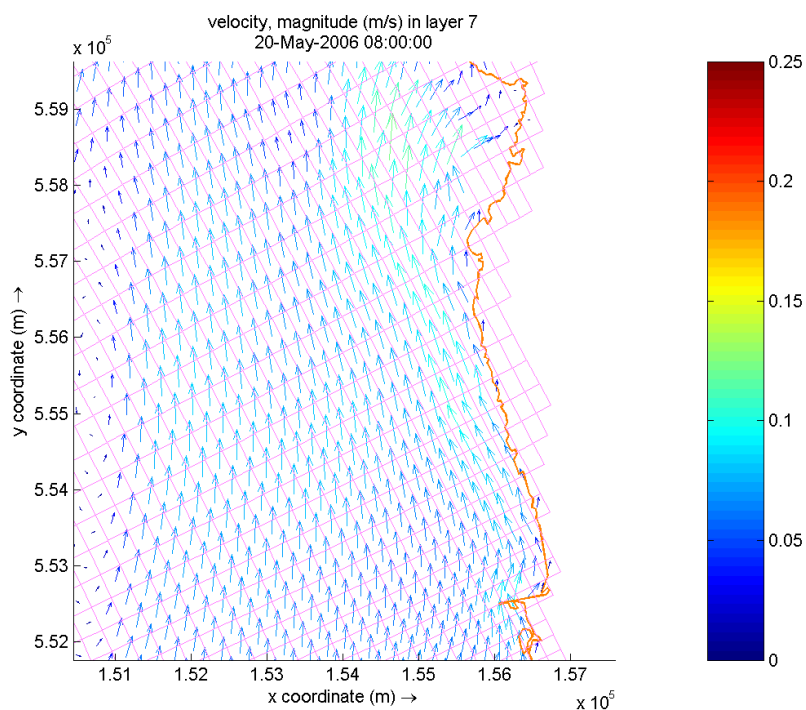
Afbeelding B.27

De geschematiseerde
bodempligging in het Delft3D
model
Stroombeelden



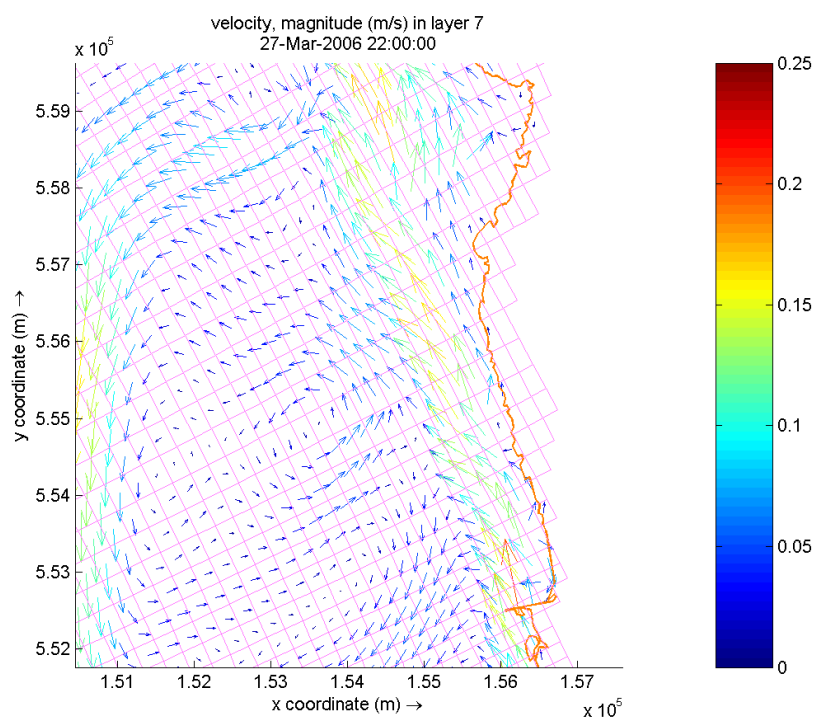
Afbeelding B.28

Stroming nabij de bodem
 tijdens een zuiderstorm
 Beaufort 8



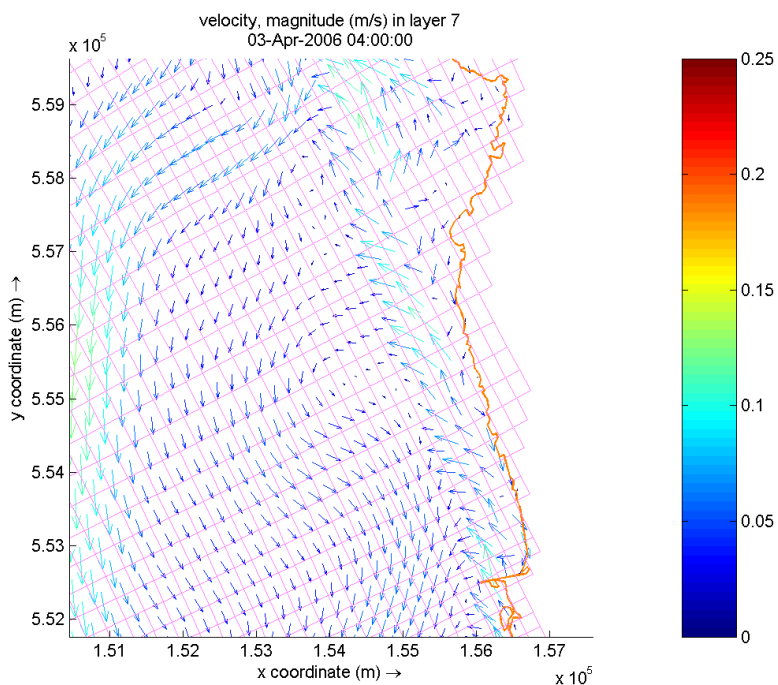
Afbeelding B.29

Stroming nabij de bodem
 tijdens een zuidwester
 storm Beaufort 8



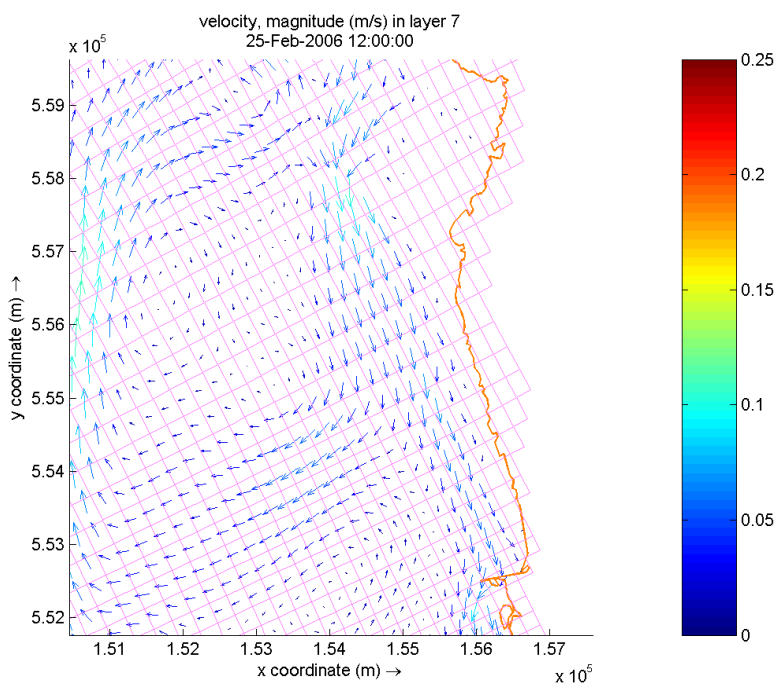
Afbeelding B.30

. Strooming nabij de bodem tijdens een westerstorm Beaufort 8



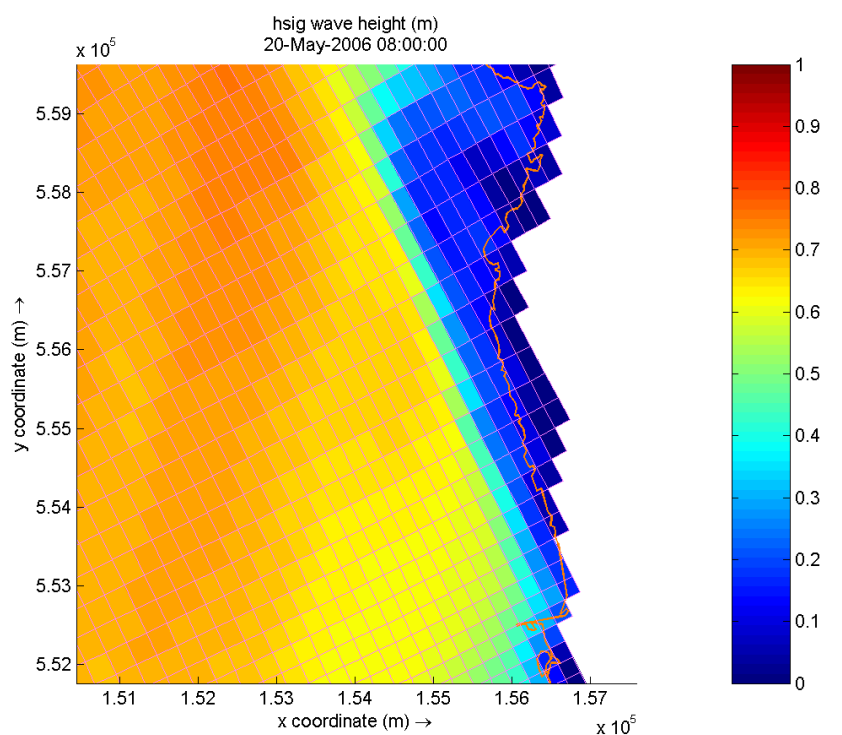
Afbeelding B.31

Strooming nabij de bodem tijdens een noordoosterstorm Beaufort 8



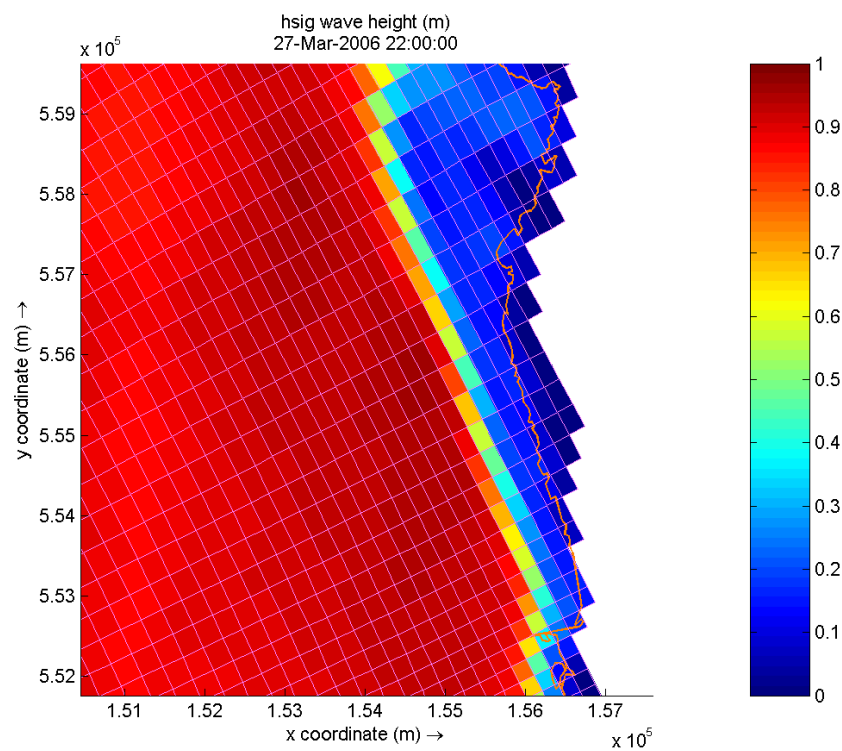
Afbeelding B.32

De significante
golfhoogte tijdens een
zuiderstorm Beaufort 8



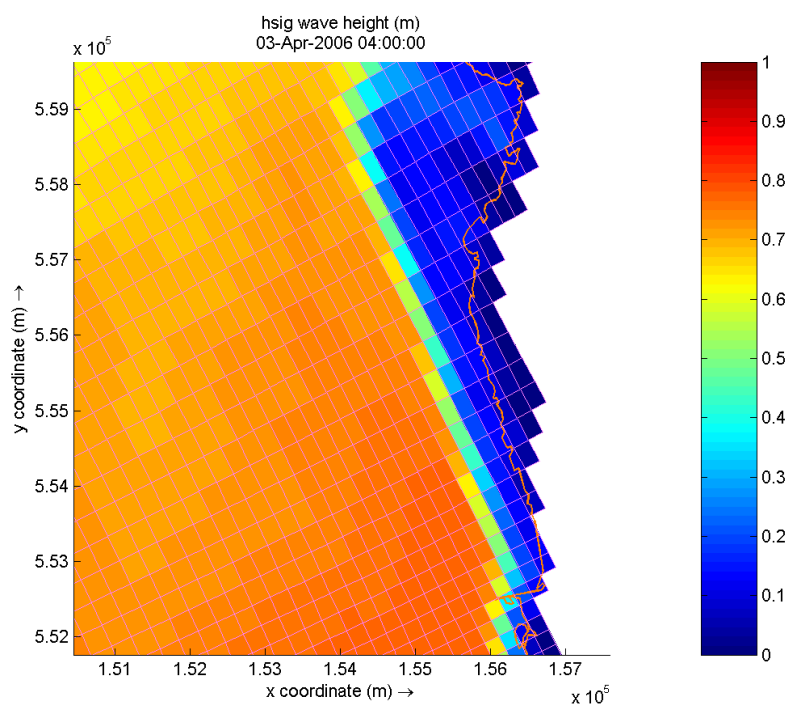
Afbeelding B.33

De significante
golfhoogte tijdens een
zuidwesterstorm Beaufort
8



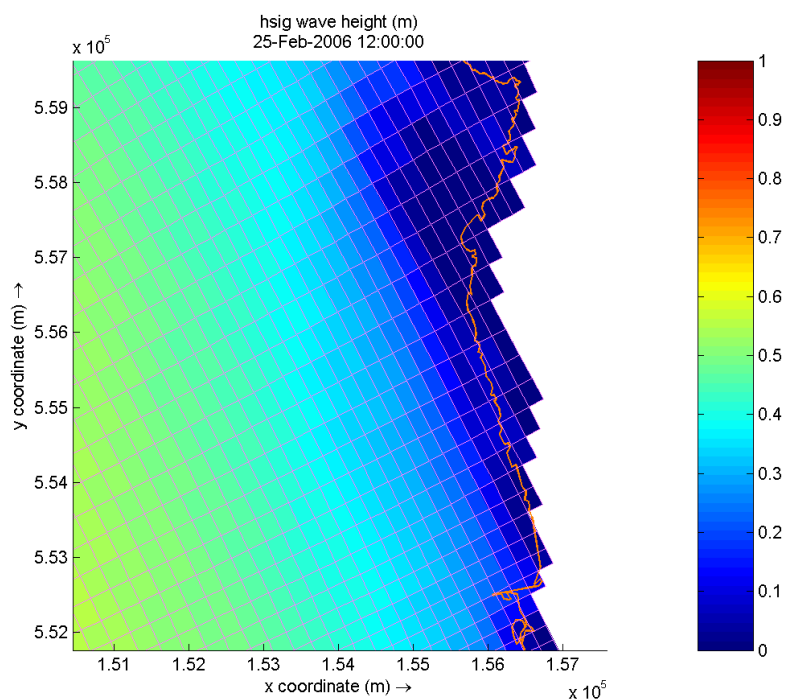
Afbeelding B.34

De significante
 golfhoogten tijdens een
 westerstorm Beaufort 8



Afbeelding B.35

De significante golfhoogten
 tijdens een
 noordoosterstorm Beaufort 8



BIJLAGE 5

Monsters uit 't Soal

Samenvatting resultaten waterbodemonderzoek

- Herkomst: vaargeul It Soal (eventueel aangevuld met ander zand uit het IJsselmeer);
- Korrelgrootte: Fracties tussen 63 en 250 µm;
- Fysisch-chemische kwaliteit: het materiaal kan worden getypeerd als Klasse 0-1.

In onderstaande tabellen zijn de monstergegevens en de waterkwaliteit gegevens weergegeven.

Monsters 1-40**Monstergegevens:**

Nr.	Labnr.	Monsterschrijving	Monstersoort	Datum bemonstering
1	M100502352	vw27 - 01-10	Waterbodem/slib	25-05-2010
2	M100502353	vw27 - 11-20	Waterbodem/slib	25-05-2010
3	M100502354	vw27 - 21-30	Waterbodem/slib	25-05-2010
4	M100502355	vw27 - 31-40	Waterbodem/slib	25-05-2010

Resultaten:

Parameter	Intern ref.nr.	Eenheid	1	2	3	4
Mvb. SIKB AS3000	MVB-VBH-AS3000-W01		+	+	+	+
S Droge stof	DIV-DS-G01	% (m/m)	35,5	48,0	58,3	71,5
S Organische stof	DIV-ORG-G01	% van ds	13,2 ⁽¹⁾	8,8 ⁽¹⁾	4,7 ⁽¹⁾	1,7 ⁽¹⁾
Q Calciumcarbonaat	DIV-CARB-G02	% van ds	1,4	<0,5	1,6	2,8
Q pH-CaCl2	DIV-pH-G01		7,2	7,3	7,3	7,7
Korrelgrootteverdeling						
S Lutum (korrelfractie < 2 µm)	DIV-LUT-G01	% van ds	5,5	3,2	5,5	3,0
Q Lutum (korrelfractie < 2 µm)	DIV-LUT-G01	% van ds	5,5	3,2	5,5	3,0
Q Lutum (korrelfractie < 2 µm)	DIV-LUT-G01	% min.delen	6,4	3,5	5,9	3,1
Q Korrelfractie < 16 µm	DIV-LUT-G01	% van ds	8,0	4,8	7,5	3,7
Q Korrelfractie < 16 µm	DIV-LUT-G01	% min.delen	9,3	5,2	8,0	3,9
Q Korrelfractie < 32 µm	DIV-LUT-G01	% van ds	10,2	5,9	8,9	4,4
Q Korrelfractie < 32 µm	DIV-LUT-G01	% min.delen	11,9	6,5	9,4	4,6
Korrelfractie < 50 µm	DIV-ZEEF-G01	% min.delen	21,8	7,4	7,8	6,4
Korrelfractie < 63 µm	DIV-ZEEF-G01	% min.delen	23,9	8,9	7,8	7,3
Korrelfractie < 125 µm	DIV-ZEEF-G01	% min.delen	75,9	58,2	54,7	51,4
Korrelfractie < 250 µm	DIV-ZEEF-G01	% min.delen	94,0	94,3	91,7	95,1
Korrelfractie < 500 µm	DIV-ZEEF-G01	% min.delen	98,7	99,8	99,4	99,9
Korrelfractie < 1000 µm	DIV-ZEEF-G01	% min.delen	99,8	100,0	100,0	100,0
Korrelfractie < 2000 µm	DIV-ZEEF-G01	% min.delen	100,0	100,0	100,0	100,0
Korrelfractie > 2000 µm	DIV-ZEEF-G01	% van ds	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Zandfractie 63-2000 µm		% van ds	65,0	82,7	86,3	88,5

Monsters 41-50

Monstergegevens:

Nr.	Labnr.	Monsteromschrijving	Monstersoort	Datum bemonstering
5	M100502356	vw27 - 41-50	Waterbodemslib	25-05-2010

Resultaten:

Parameter	Intern ref.nr.	Eenheid	5
Mvb. SIKB AS3000	MVB-VBH-AS3000-W01	+	
S Droge stof	DIV-DS-G01	% (m/m)	75,4
S Organische stof	DIV-ORG-G01	% van ds	<1,0 ⁽¹⁾
Q Calciumcarbonaat	DIV-CARB-G02	% van ds	2,1
Q pH-CaCl2	DIV-pH-G01		7,6
Korrelgrootteverdeling			
S Lutum (korrelfractie < 2 µm)	DIV-LUT-G01	% van ds	2,4
Q Lutum (korrelfractie < 2 µm)	DIV-LUT-G01	% van ds	2,4
Q Lutum (korrelfractie < 2 µm)	DIV-LUT-G01	% min.delen	2,4
Q Korrelfractie < 16 µm	DIV-LUT-G01	% van ds	2,7
Q Korrelfractie < 16 µm	DIV-LUT-G01	% min.delen	2,7
Q Korrelfractie < 32 µm	DIV-LUT-G01	% van ds	2,8
Q Korrelfractie < 32 µm	DIV-LUT-G01	% min.delen	2,8
Korrelfractie < 50 µm	DIV-ZEEF-G01	% min.delen	<0,5
Korrelfractie < 63 µm	DIV-ZEEF-G01	% min.delen	<0,5
Korrelfractie < 125 µm	DIV-ZEEF-G01	% min.delen	37,0
Korrelfractie < 250 µm	DIV-ZEEF-G01	% min.delen	90,6
Korrelfractie < 500 µm	DIV-ZEEF-G01	% min.delen	99,4
Korrelfractie < 1000 µm	DIV-ZEEF-G01	% min.delen	99,8
Korrelfractie < 2000 µm	DIV-ZEEF-G01	% min.delen	100,0
Korrelfractie > 2000 µm	DIV-ZEEF-G01	% van ds	<0,5
Zandfractie 63-2000 µm		% van ds	98,4

Monsters 101-140

Monstergegevens:

Nr.	Labnr.	Monsteromschrijving	Monstersoort	Datum bemonstering
1	M100901983	Pt 101-110	Waterbodemslib	22-09-2010
2	M100901984	Pt 111-120	Waterbodemslib	22-09-2010
3	M100901985	Pt 121-130	Waterbodemslib	22-09-2010
4	M100901986	Pt 131-140	Waterbodemslib	22-09-2010

Resultaten:

	Intern ref.nr.	Eenheid	1	2	3	4
Mvb. SIKB AS3000	MVB-VBH-AS3000-W01	+	+	+	+	+
S Droge stof	DIV-DS-G01	% (m/m)	43,0	51,3	64,0	67,6
S Organische stof	DIV-ORG-G01	% van ds	9,4 ⁽¹⁾	8,2 ⁽¹⁾	3,8 ⁽¹⁾	1,8 ⁽¹⁾
Q Calciumcarbonaat	DIV-CARB-G02	% van ds	1,6	1,0	1,2	3,1
Q pH-CaCl2	DIV-pH-G01		7,2	7,2	7,3	7,6
S Lutum (korrelfractie < 2 µm)	DIV-LUT-G01	% van ds	4,5	2,2	3,6	3,1
Q Lutum (korrelfractie < 2 µm)	DIV-LUT-G01	% van ds	4,5	2,2	3,6	3,1
Q Lutum (korrelfractie < 2 µm)	DIV-LUT-G01	% min.delen	5,1	2,4	3,8	3,2
Q Korrelfractie < 16 µm	DIV-LUT-G01	% van ds	7,3	3,3	4,7	3,4
Q Korrelfractie < 16 µm	DIV-LUT-G01	% min.delen	8,1	3,6	4,9	3,5
Q Korrelfractie < 32 µm	DIV-LUT-G01	% van ds	9,3	4,2	5,8	3,9
Q Korrelfractie < 32 µm	DIV-LUT-G01	% min.delen	10,4	4,6	6,1	4,1
Korrelfractie < 50 µm	DIV-ZEEF-G01	% min.delen	15,9	7,3	7,3	4,0
Korrelfractie < 63 µm	DIV-ZEEF-G01	% min.delen	20,7	12,4	11,9	6,5
Korrelfractie < 125 µm	DIV-ZEEF-G01	% min.delen	65,0	59,0	55,2	49,5
Korrelfractie < 250 µm	DIV-ZEEF-G01	% min.delen	86,9	92,7	92,5	92,2
Korrelfractie < 500 µm	DIV-ZEEF-G01	% min.delen	96,4	98,7	99,6	99,2
Korrelfractie < 1000 µm	DIV-ZEEF-G01	% min.delen	99,6	99,9	99,9	99,6
Korrelfractie < 2000 µm	DIV-ZEEF-G01	% min.delen	100,0	100,0	100,0	100,0
Korrelfractie > 2000 µm	DIV-ZEEF-G01	% van ds	7,1	4,8	2,5	2,2
Zandfractie 63-2000 µm		% van ds	65,9	76,0	81,6	87,0

Monsters 141-150

Resultaten:

Parameter	Intern ref.nr.	Eenheid	5
Mvb. SIKB AS3000	MVB-VBH-AS3000-W01		+
S Droge stof	DIV-DS-G01	% (m/m)	71,9
S Organische stof	DIV-ORG-G01	% van ds	1,1 ⁽¹⁾
Q Calciumcarbonaat	DIV-CARB-G02	% van ds	3,1
Q pH-CaCl2	DIV-pH-G01		7,7
Korrelgrootteverdeling			
S Lutum (korrelfractie < 2 µm)	DIV-LUT-G01	% van ds	2,7
Q Lutum (korrelfractie < 2 µm)	DIV-LUT-G01	% van ds	2,7
Q Lutum (korrelfractie < 2 µm)	DIV-LUT-G01	% min.delen	2,8
Q Korrelfractie < 16 µm	DIV-LUT-G01	% van ds	2,6
Q Korrelfractie < 16 µm	DIV-LUT-G01	% min.delen	2,7
Q Korrelfractie < 32 µm	DIV-LUT-G01	% van ds	3,0
Q Korrelfractie < 32 µm	DIV-LUT-G01	% min.delen	3,1
Korrelfractie < 50 µm	DIV-ZEEF-G01	% min.delen	2,5
Korrelfractie < 63 µm	DIV-ZEEF-G01	% min.delen	3,8
Korrelfractie < 125 µm	DIV-ZEEF-G01	% min.delen	52,9
Korrelfractie < 250 µm	DIV-ZEEF-G01	% min.delen	92,7
Korrelfractie < 500 µm	DIV-ZEEF-G01	% min.delen	100,3
Korrelfractie < 1000 µm	DIV-ZEEF-G01	% min.delen	100,3
Korrelfractie < 2000 µm	DIV-ZEEF-G01	% min.delen	100,0
Korrelfractie > 2000 µm	DIV-ZEEF-G01	% van ds	2,2
Zandfractie 63-2000 µm		% van ds	90,2

Waterbodemkwaliteit

Monstervak met de monster punten	Klasse beoordeling 4°		Beoordeling Bbk				
	Nota Waterhuishouding (NW4)		Beoordeling toepassen / verspreiden op waterbodem ²⁾		Beoordeling verspreiden op landbodem		
	Klasse	Bepalende parameters	Voldoet aan	Bepalende parameters	Voldoet aan	Verspreiden op aangr. percelen	Bepalende parameters
Verkennd onderzoek: Waterbodemiaag tot N.A.P. - 2,70 m, bemonstering t.p.v. gehele breedte vaarweg							
27-1: 01 t/m 10	1	Zn, MO	AW2000	-	msPAF	Ja	-
27-2: 11 t/m 20	0	Pb, MO ¹⁾	B	lood	msPAF	Ja	-
27-3: 21 t/m 30	1	MO	AW2000	-	msPAF	Ja	-
27-4: 31 t/m 40	0	-	AW2000	-	msPAF	Ja	-
27-5: 41 t/m 50	0	-	AW2000	-	msPAF	Ja	-
Aanvullend onderzoek: Waterbodemiaag van N.A.P. -2,70 m tot N.A.P. -2,85 m, bemonstering t.p.v. vaargeul							
27-1: 101-110	2	Cu, PAK	A	Cu, Zn, PAK, MO	msPAF	Ja	-
27-2: 111-120	2	PAK	AW2000	-	msPAF	Ja	-
27-3: 121-130	0	-	AW2000	-	msPAF	Ja	-
27-4: 131-140	0	-	AW2000	-	msPAF	Ja	-
27-5: 141-150	0	-	AW2000	-	msPAF	Ja	-

Cu = koper, Zn = zink, Pb = lood, MO = Minerale Olie

1) Gehalte overschrijdt de streefwaarde minder dan 100%, dit is conform de NW4 toegestaan.

2) Opgemerkt wordt dat bij de uiteindelijke beoordeling gebruik is gemaakt van de regel dat, indien het gemeten gehalte van een parameter voldoet aan de detectiegrens, deze parameter niet als klasse bepalend worden aangemerkt.

BIJLAGE 6 Risicodossier

Risicoanalyse

Opdrachtgever

Datum

Versie / status

Projectnummer

Pilot Building With Nature

Fryske Gea/Ecoshape

11-aug-10

Conceptversie 1.0

C04021.002448.0320

R.nr.	Risico	Oorzaak	Gevolg	Kans	Effect	Spons	Risicow	Rankin	Beheersmaatregel	Actor
1.	Juridisch/procedureel									
1.1	Niet op tijd verkrijgen vergunning Natuurbeschermingswet	Altenburg & Wymenga hebben onderzoeken niet op tijd af	Vertraging	8	8	8	512		Aanjagen Altenburg & Wymenga	ARC
1.2	Niet op tijd verkrijgen vergunning Natuurbeschermingswet	Provincie krijgt aanvraag niet op tijd rond	Vertraging	1	8	8	64		Vooroverleg en aanjagen provincie	ARC
1.3	Niet op tijd verkrijgen vergunning Natuurbeschermingswet	Bezwaren	Vertraging	2	8	8	128		Zorgvuldig onderzoek en handelen	Fryske Gea
1.4	Niet op tijd verkrijgen vergunning Waterwet	Rijkswaterstaat krijgt aanvraag niet op tijd rond	Vertraging	4	8	8	256		Vooroverleg en aanjagen Rijkswaterstaat	ARC
1.5	Niet op tijd verkrijgen vergunning Waterwet	Bezwaren	Vertraging	1	8	8	64		Zorgvuldig onderzoek en handelen	Fryske Gea
1.6	Niet op tijd verkrijgen aanlegvergunning	Gemeente krijgt aanvraag niet op tijd rond	Vertraging	2	4	4	32			
1.7	Niet op tijd verkrijgen aanlegvergunning	Bezwaren	Vertraging	1	4	4	16			
1.8	Geen overeenstemming met pachters en gebruikers	Te weinig overleg en communicatie	Vertraging	2	4	2	16			
1.9	Stil leggen werk na controle uitvoering bevoegd ge	Niet navolgen voorwaarden	Vertraging	1	10	10	100		Opnemen voorwaarden in werkplan en stricte naleving protocol	ARC + Fryske Gea
1.10	Vergunningen worden niet verleend	In strijd met wet- en regelgeving	Afstel	1	10	4	40			
1.11	Claim recreatieondernemers Workum	Beperkingen bedrijfsvoering	Vertraging en kosten	0,1	2	2	0,4			
1.12	Claim omwonenden	Schade	Vertraging en kosten	0,1	4	2	0,8			
1.13	Mislukte aanbesteding	Onvoldoende transparantie aanbestedingsprocedure	Vertraging en kosten	0,1	8	4	3,2			
1.14	Mislukte aanbesteding	Ongeldige inschrijvingen	Vertraging en kosten	0,1	8	4	3,2			
1.15	Mislukte aanbesteding	Procedurefouten tijdens aanbesteding	Vertraging en kosten	0,1	8	4	3,2			
1.16	Mislukte aanbesteding	Bezwaren gunning	Vertraging en kosten	2	4	4	32			
1.17	Claims aannemer	Onduidelijk contract	Vertraging en kosten	0,1	8	4	3,2			
1.18	Subsidie wordt ingetrokken	Onvolledige rapportage, slechte communicatie	Kosten	0,1	10	0,1	0,1			
2.	Organisatie/communicatie									
2.1	Niet slagvaardige projectorganisatie	Onduidelijke verantwoordelijkheden	Vertraging, kosten, verlies draagvlak	2	4	4	32		Ontwikkelen en uitvoeren concreet plan van aanpak met heldere taken, verantwoordelijkheden, bevoegdheden	ARC
2.2	Uitval projectteamleden	Divers	Vertraging en kosten	2	1	1	2			

R.nr.	Risico	Oorzaak	Gevolg	Kans	Effect	spons	Risicow	Rankin	Beheersmaatregel	Actor
2.3	Niet afstemmen van afspraken binnen consortium	Slechte communicatie	Vertraging en kosten	2	4	4	32		Ontwikkelen en uitvoeren concreet plan van aanpak en communicatieplan	ARC + Fryske Gea
2.4	Niet afstemmen van afspraken met opdrachtgevers en betrokkenen	Slechte communicatie	Vertraging en kosten	2	4	4	32		Ontwikkelen en uitvoeren concreet plan van aanpak en communicatieplan	ARC + Fryske Gea
2.5	Geen gezamenlijk einddoel	Slechte communicatie	Kwaliteitsverlies, verlies draagvlak	2	4	4	32		Opnemen concrete beschrijving einddoel in plan van aanpak en communicatieplan	ARC
2.6	Andere verwachtingen stakeholders	Slechte communicatie	Verlies draagvlak	4	4	4	64		Ontwikkelen en uitvoeren communicatieplan	Fryske Gea
2.7	Andere verwachtingen opdrachtgever	Slechte communicatie	Verlies draagvlak	1	4	4	16			
2.8	Andere verwachtingen publiek	Slechte communicatie	Verlies draagvlak	4	2	4	32		Ontwikkelen en uitvoeren communicatieplan	Fryske Gea
2.9	Vergeten stakeholders	Slechte research	Verlies draagvlak	1	2	2	4			
2.10	Andere verwachtingen van de twee opdrachtgevers	Slechte afstemming tussen opdrachtgevers	Vertraging, verlies draagvlak	2	4	2	16			
2.11	Andere verwachtingen wetenschap en uitvoering	Andere belangen wetenschap en uitvoering	Vertraging, verlies draagvlak, kwaliteitsverlies	4	2	2	16			
3. Technisch/inhoudelijk										
3.1	Geen geschikte locatie voor pilot	Beperking door fysieke factoren	Vertraging/afstel	0,1	8	2	1,6			
3.2	Geen geschikte locatie voor pilot	Beperking vanuit ecologie	Vertraging/afstel	1	8	2	16		Zoekgebied uitbreiden	ARC + Fryske Gea
3.3	Geen geschikte locatie voor pilot	Beperking door maatschappelijke factoren	Vertraging/afstel	1	8	2	16		Vooroverleg	ARC + Fryske Gea + Ecoshape
3.4	Maptable werkt niet goed voor deze pilot	Systeem in testfase	Vertraging	4	1	2	8			
3.5	Geen geschikt sediment op tijd voorradig	Niet elk sediment is geschikt	Vertraging, kosten	4	8	2	64		Tijdig starten zoektocht sediment	ARC
3.6	Bijzondere klimatologische omstandigheden	Ijsgang, storm, erosie	Vertraging, kosten	2	4	10	80		Rekening houden in ontwerp, planning en begroting	ARC
3.7	Moeilijke uitvoering	Voorwaarden uit vergunningen	Kosten	1	2	1	2			
3.8	Moeilijke uitvoering	Omstandigheden ter plaatse	Vertraging, kosten	4	2	1	8			
3.9	Moeilijke uitvoering	Technisch eisen ontwerp	Kosten	2	2	1	4			
3.10	Schade aan het gebied	Verstoring door werkzaamheden met zwaar materieel	Kosten, natuurschade	2	4	1	8			
3.11	Ontwerp leidt niet tot gewenst resultaat	Onzekerheden van experiment (pilot)		4	0,1	0,1	0,04			
3.12	Interferentie met andere projecten	Gebrekkig overzicht en afstemming	Vertraging, kosten	0,1	4	4	1,6			
3.13	Invloed pilot op functioneren van het fysisch-ecologisch systeem	Ingrep in systeem	Systeemschade	2	2	2	8			
4. Financieel										
4.1	Niet rond krijgen financiering	Subsidies niet gekregen	Vertraging/afstel	2	10	4	80		Vooroverleg subsidieverleners	ARC + Ecoshape
4.2	Niet rond krijgen financiering	Geen bijdrage vanuit projectpartners	Vertraging/afstel	4	10	4	160		Vooroverleg projectpartners	ARC + Ecoshape

R.nr.	Risico	Oorzaak	Gevolg	Kans	Effect	respons	Risicowaarde	Ranking	Beheersmaatregel	Actor
4.3	Kosten hoger dan geraamd	Veranderingen marktprijzen	Kosten	4	8	2	64		Rekening mee houden in begroting, eventueel aanpassing van ontwerp	ARC
4.4	Faillissement aannemer	Externe oorzaak	Vertraging, kosten	1	8	4	32			
4.5	Meerwerk aannemer	Veranderingen omstandigheden project	Kosten	4	4	2	32			
4.6	Meerwerk advies en proces	Veranderingen omstandigheden project	Kosten	4	4	2	32			
4.7	Meerwerk advies en proces	Voortschrijdende inzichten	Kosten	8	4	2	64		Reservering programmabegroting en overzicht vervolgsubsidies	Ecoshape
5. Maatschappelijk										
5.1	Ontevredenheid stakeholders vanwege niet werken pilot	Slechte communicatie	Verlies draagvlak	4	4	2	32		Verwachtingsmanagement toepassen door concreet plan van aanpak en communicatieplan	ARC + Fryske Gea
5.2	Ontevredenheid publiek vanwege niet werken pilot	Slechte communicatie	Verlies draagvlak	4	2	2	16		Verwachtingsmanagement toepassen door concreet plan van aanpak en communicatieplan	ARC + Fryske Gea
5.3	Vertragende acties omwonenden/gebruikers	Slechte communicatie	Verlies draagvlak	0,1	8	8	6,4			
5.4	Negatieve effecten pilot op economische activiteiten	Ingrep in systeem	Verlies draagvlak, economische schade	1	2	2	4			
6. Politiek										
6.1	Verminderd draagvlak	Veranderend politiek klimaat	Vertraging, kosten, verlies draagvlak	2	2	1	4			
6.2	Verminderd draagvlak	Slechte communicatie	Vertraging, verlies draagvlak	4	8	2	64		Ontwikkelen en uitvoeren communicatieplan	Fryske Gea
6.3	Verminderde medewerking subsidies	Veranderend politiek klimaat	Vertraging, kosten	2	8	2	32		In overleg blijven, zichtbaar blijven	ARC + Fryske Gea + Ecoshape
6.4	Verminderde medewerking vergunningverlening	Veranderend politiek klimaat	Vertraging, kosten	1	4	2	8			
6.5	Wijzigingen wet- en regelgeving	Veranderend politiek klimaat	Vertraging, kosten	0,1	4	1	0,4			
6.5	Externe invloeden machtspolitiek (Veerman)	Politieke agenda en beleid IJsselmeer	Vertraging, verlies draagvlak	0,1	8	2	1,6			

Risicowaarde = kans x effect x responstijd

kans	nul	0,1
	onwaarschijnlijk	1
	reëel	2
	waarschijnlijk	4
	groot	8
	zeker	10
effect	onbelangrijk	0,1

R.nr.	Risico	Oorzaak	Gevolg	Kans	Effect	sponst	risicow	rankin	Beheersmaatregel	Actor
		vervelend	1							
		serieus	2							
		ernstig	4							
		zeer ernstig	8							
		funest	10							
	respons- tijd	alle tijd	0,1							
		ruim de tijd	1							
		nog redelijk de tijd	2							
		weinig tijd meer	4							
		nauwelijks de tijd	8							
		onverwacht	10							

