

**Quicksan Pilot Megasuppletie
Zeegatsysteem (MESUZ)**



Quickscan Pilot Megasuppletie Zeegatsysteem (MESUZ)

J.G. de Ronde
M.C. van Oeveren - Theeuwes

1207778-000

Titel
Quickscan Pilot Megasuppletie Zeegatsysteem (MESUZ)

Opdrachtgever Rijkswaterstaat	Project 1207778-000	Kenmerk 1207778-000-VEB-0007	Pagina's 53
---	-------------------------------	--	-----------------------

Trefwoorden

Megasuppletie, buitendelta, geulverlegging, zeegaten





Samenvatting

De buitendelta's van de Wadden en Zuidwestelijke Delta worden kleiner. Hierdoor komt er minder zand op de omringende (eiland)kusten en in het getijbekken. Tevens zijn er problemen met geulen (zowel zeegaten als buitendeltageulen) die richting land en waterkering opdringen. Sinds 1990 worden er daarom herhaaldelijk suppleties aan de eilandkust (vooroever, strand) of geulwandsuppleties uitgevoerd om de kustlijn rondom de zeegaten op zijn plek te houden. Wat betreft de krimpende buitendelta's zijn de onderkerheden groot, maar verwacht wordt dat hier de komende 3 á 5 decennia nog geen grote veiligheidsproblemen zullen voordoen. Maar voor de opdringende geulen geldt dat dit mogelijk op een termijn van 1 á 2 decennia al wel aan de orde zou kunnen zijn.

De meeste processen omtrent zeegatsystemen spelen zich af op de middellange termijn, in de orde van jaren tot decennia en over oppervlakten van meerdere km². Juist voor deze tijd- en ruimteschaal bestaat nog een kennisleemte, ook als het gaat om de modellering van het systeem. Dit komt mede door het gebrek aan nauwkeurige metingen van de relevante processen op deze schaal, waardoor onvoldoende duidelijk is welke processen op deze schaal domineren.

Een uitbreiding van de kennis over het systeemgedrag van zeegaten, in relatie tot kustontwikkeling en veiligheid van de omliggende gebieden en de plaatontwikkeling binnen het getijbekken, is noodzakelijk om in de toekomst beter te kunnen anticiperen op beheersproblemen (adaptief deltamanagement). Uitgaande van het huidige onderzoek en de huidige wijze en frequentie van monitoring is het verre van zeker dat we over 20 jaar een betrouwbare voorspelling kunnen doen van dit systeemgedrag. Hiervoor is intensivering van de monitoring en gericht (model-)onderzoek vereist. Een eerste beleidskeuze zou dan ook kunnen zijn om hier nu al op in te zetten, ten behoeve van het beantwoorden van de beleids- en kennisvragen omtrent het systeemgedrag in de toekomst.

Wanneer we bovendien willen leren hoe we in de toekomst efficiënter in kunnen grijpen of sturing kunnen geven aan het systeem, zal ook een pilot noodzakelijk zijn, evenals het verkennende onderzoek dat daar aan vooraf gaat ('learning by doing'). Dit zou belangrijke gegevens kunnen opleveren van de respons van het natuurlijke systeem op significant menselijk ingrijpen. Alleen met een dergelijke unieke dataset en daaraan gekoppeld onderzoek is het mogelijk om, naast voorspellingen van het systeemgedrag, ook betrouwbare voorspellingen van ingreep-effecten te doen. De tweede keuze kan dus zijn om, naast het intensiveren van monitoring en (model-)onderzoek, in de toekomst ook een pilot uit te voeren. In dit rapport wordt een eerste verkenning gegeven van mogelijke zinvolle locaties voor een grootschalige pilot in een zeegatsysteem.

Versie	Datum	Auteur	Paraaf	Review	Paraaf	Goedkeuring	Paraaf
10	juli 2013	J.G. de Ronde		E.P.L. Elias		J. Boon	
		M.C. van Oeveren - Theeuwes MSc					

Status
definitief

Inhoud

1 Inleiding	1
2 Vraagstelling	3
3 Aanpak en leeswijzer	5
4 Problematiek van Zeegatsystemen	7
4.1 Inleiding	7
4.2 Krimpemde buitendelta's	7
4.3 Opdringende geulen	13
5 Kennis en onderzoeksvragen	16
5.1 Kennisvragen:	16
5.2 Van Kennisvraag naar Onderzoeksvraag	16
6 Potentiële pilots	19
6.1 Uitgangspunten	19
6.2 Selectie van de locaties	20
7 Afwegingskader	21
7.1 Inleiding	21
7.2 Interessante pilot locaties	22
8 Beantwoording kennisvraag	27
8.1 Scenario's	27
8.2 Een omgekeerde redentatie	30
8.3 Conclusie vanuit kennis oogpunt	31
9 Conclusies	33
10 Aanbevelingen tot vervolgonderzoek	37
10.1 Intensivering van monitoring en onderzoek systeemgedrag zeegaten	37
10.2 Voorbereidend onderzoek ten behoeve van een pilot	37
11 Literatuur	39

Bijlage(n)

A	Overzichtskaarten Zeegatsystemen	A-1
B	Overzicht potentiële pilots in zeegatsystemen	B-1
	B.1 De Zuidwestelijke Delta	B-1
	B.2 Het Waddengebied	B-3
C	Verslag werksessie maatschappelijke afweging – 19 april	C-1
D	Waarderingstabel doel en effecten	D-1

1 Inleiding

In de afgelopen eeuwen hebben we rond de zeegaten de kust achteruit zien gaan. In de laatste jaren is duidelijk geworden dat enkele buitendelta's in het Waddengebied sterk in vorm veranderen en volume verliezen (Elias *et al.*, 2012). Ook de buitendelta's van de Oosterschelde en Westerschelde lijken in de laatste decennia in volume af te nemen (Cleveringa, 2008). Tevens zijn er op veel plaatsen problemen met geulen die richting land en waterkering opdringen, zowel in de Zuidwestelijke Delta (bijvoorbeeld het Oostgat) als bij de Wadden (bijvoorbeeld het Nieuwe Schulpengat).

Sinds 1990 worden herhaaldelijk suppleties uitgevoerd om verdere achteruitgang van de kust tegen te gaan. Daarnaast hebben de Westerschelde en de Waddenzee ook sediment nodig om mee te kunnen groeien met zeespiegelstijging. Vanuit beheer oogpunt is er dus zowel zorg voor kustlijnhandhaving en overstromingsveiligheid als voor natuurbehoud. Hoe moeten beheermaatregelen ingericht worden om op een zo optimaal mogelijke manier deze belangen te beheren? Een beter begrip van het functioneren van de sedimenthuishouding van de zeegaten is daarbij cruciaal.

Er wordt al vele decennia onderzoek gedaan aan zeegatsystemen. Onderzoek naar de effecten van de afsluiting van de Zuiderzee en de Deltawerken heeft veel inzicht opgeleverd. Op hoofdlijnen zijn we daardoor al veel te weten gekomen over het systeemgedrag, waardoor we in staat zijn om op grote schaal de belangrijkste processen te begrijpen en te kunnen voorspellen. Maar op de tijd en ruimteschaal die van belang is voor het beheer (orde jaren tot decennia, enkele km²) bestaan nog kennisleemtes. Het is daarom nog niet mogelijk om een betrouwbare voorspelling te doen van de impact van de geul- en buitendelta problematiek op de toekomstige ontwikkeling van de belangrijke indicatoren (zoals voor de veiligheid en gebruiksfuncties van de kust). Deze kennis is noodzakelijk om in de toekomst efficiëntere maatregelen te nemen, evenals beter te kunnen anticiperen op toekomstige problemen.

Het analyseren van de buitendeltaproblematiek en het zoeken naar beheeroplossingen past geheel in de visie op 'adaptief deltamanagement' van het Deltaprogramma. Adaptief deltamanagement gaat ondermeer over het inspelen op nieuwe ontwikkelingen, het op het juiste moment investeren in maatregelen voor waterveiligheid en ruimte bieden voor kansrijke, nieuwe initiatieven ('learning by doing'). Vertaald naar de specifieke vraagstelling in dit rapport gaat het dus om een goed begrip van de ontwikkelingen in de buitendelta's, het verkennen van het moment waarop ingrepen met zandsuppleties eventueel nodig kunnen zijn en het identificeren van pilot projecten met (mega-)suppleties in zeegatsystemen om ervaring op te doen.

In het kader van een samenwerking tussen de Deltaprogramma's Kust, Zuidwestelijke Delta en Wadden (3D) is, onder begeleiding van Rijkswaterstaat Dienst Water, Verkeer en Leefomgeving daarom de vraag gesteld in hoeverre de veranderingen in de zeegaten een probleem vormen voor de langetermijn veiligheid en behoud van plaatareaal. Kan een (mega) suppletie in een zeegatsysteem dit tegengaan en in hoeverre kan een suppletie bijdragen aan de kennisvermeerdering ten behoeve van de optimalisatie van toekomstige suppletiestrategieën rondom zeegatsystemen? Met het begrip mega-suppletie doelen we hier op een suppletiegrootte in de orde van 10 – 20 miljoen m³.

2 Vraagstelling

Door de opdrachtgever is onderstaande vraag geformuleerd.

Geef in een korte analyse (quickscan) antwoord op de volgende vragen:

- Wat zijn de problemen rondom zeegatsystemen, gezien de huidige expliciete en impliciete beleidsdoelen en wat is de urgentie om nu stappen te zetten? Wat is het risico op de lange termijn als de zandvoorraad in de buitendelta's niet behouden blijft? Op welke termijn wordt verwacht dat door het krimpen van de buitendelta's de kustveiligheidsnorm (voorkomen dat de norm-afslaglijn landwaarts verschuift) in het geding komt?
- Wat zijn de eventueel nadelige ecologische effecten van het krimpen van je buitendelta's?
- Wat is het doel van een pilotsuppletie in een zeegatsysteem?
- Wat zijn de verschillende ideeën over de omvang, locatie en periode van uitvoering van een pilot? Op welke specifieke locaties is een pilotsuppletie te combineren met andere doelen (het handhaven van de BKL/economische/ecologische ontwikkeling)?
- Welke kennisleemtes willen we oplossen en is dat niet anders op te lossen dan met een pilot?
- Welke andere meerwaarde (maatschappelijke doelen) dan het oplossen van kennisleemtes kan een pilot bereiken?

Afbakening:

Alleen de problematiek van zeegatsystemen wordt bekeken, dit zijn zowel de zeegaten in de Zuidwestelijke Delta als de zeegaten in het Waddengebied. De ecologische en maatschappelijke effecten worden alleen in grote lijnen gegeven, deze QuickScan richt zich vooral op de fysische effecten. Het hoofddoel van voorliggende studie is om na te gaan of een pilotsuppletie noodzakelijk is voor kennisontwikkeling. Om een beeld te krijgen van de meerwaarde van een pilot kan een uitwerking van de onderstaande opties duidelijkheid scheppen:

1. Doorgaan zoals nu, zowel qua monitoring; de daadwerkelijke dataverzameling; als in het onderzoek. Welke kennisvragen hebben we dan over 20 jaar wel of niet beantwoord?
2. Intensiveren van de monitoring en onderzoek zodat de juiste kennis vergaard wordt voor toekomstige ingrepen. Welke kennisvragen zijn dan over 20 jaar wel of niet beantwoord?
3. Pilot(s) uitvoeren, daarbij onderscheid maken tussen aantal pilots op basis van:
 - a) locatie;
 - b) omvang;
 - c) frequentie.

Welke vragen zijn dan per uitvoeringsvariant over 20 jaar wel of niet beantwoord? Geef een voorzet welke maatschappelijke meerwaarde (recreatie, natuur, veiligheid, scheepvaart, vasthouden eilandkoppen, etc.) worden gerealiseerd.

Wat zijn, naast suppleren, de randvoorwaarden voor de pilot-suppletie, zoals bijvoorbeeld de orde grootte van de monitoringsinspanning.

3 Aanpak en leeswijzer

Een nadere uitwerking van de problematiek rondom zeegatsystemen wordt gegeven in hoofdstuk 4, waarna in hoofdstuk 5 de kennisvragen en het daarmee gemoeide onderzoek aan bod komen. Er is nagegaan, uitgaande van de 8 varianten genoemd in het rapport “Buitendelta’s: samenvatting bestaande kennis en opties voor zandsuppletie-pilots”, welke potentiële pilots er in het Nederlandse kustgebied mogelijk zijn (hoofdstuk 6). Dit is gebeurd op basis van expertbeoordeling en eerdere studies (o.a. Elias e.a. 2012, Dalfsen 2013). Hiervoor is een interne workshop gehouden, waarbij de volgende experts betrokken zijn geweest: Jan Mulder, Ad van der Spek, Zheng Wang, Edwin Elias, Albert Oost, John de Ronde en Claire van Oeveren.

Ten behoeve van de beoordeling is een afwegingskader gemaakt (hoofdstuk 7), waarbij de potentiële pilots tijdens een werksessie eind april 2013 zijn afgewogen om hun maatschappelijke meerwaarde (het verslag hiervan is terug te vinden in bijlage C). Er is bij deze verkennende studie geen gebruik gemaakt van modelonderzoek.

In hoofdstuk 8 vindt ten slotte de synthese plaats ten aanzien van de kennisvraag. Hierbij is uitgegaan van de in hoofdstuk 5 genoemde opties:

- kennisontwikkeling, waarbij op de huidige wijze en intensiteit van monitoring, analyse en onderzoek voortgegaan wordt;
 - kennisontwikkeling, met optimalere en uitgebreidere monitoring, analyse en onderzoek;
 - kennisontwikkeling, gebruikmakend van een pilot megasuppletie Zeegatsysteem, inclusief optimalere en uitgebreidere monitoring, analyse en onderzoek;
- en de daaraan gekoppelde vraagstelling wat we over 20 jaar weten (kennisniveau) en kunnen (voorspelkracht modellen).

Hoofdstuk 9 eindigt met de conclusies.

4 Problematiek van Zeegatsystemen

4.1 Inleiding

De afgelopen eeuwen hebben we rond de zeegaten de kust achteruit zien gaan en zijn er sinds 1990 suppleties uitgevoerd om verdere achteruitgang tegen te gaan. Tevens zijn er problemen met geulsystemen die richting land en waterkering opdringen. Duidelijk is geworden dat enkele buitendelta's in het Waddengebied in volume achteruitgaan (Elias, 2012). Zeespiegelstijging en de afsluitingen van de Zuiderzee en het Lauwersmeer spelen hierbij een belangrijke rol. In de Zuidwestelijke Delta hebben opdringende geulen geleid tot problemen met de veiligheid en zijn er vervolgens maatregelen genomen. Een voorbeeld hiervan is de geulwandsuppletie in het Oostgat bij Walcheren en de geulopschuiving bij Schouwen in 1990. Bij Schouwen is zand van de zeewaartse zijde van de geul gebruikt om duin en strand te versterken. Ook in de toekomst zijn dit soort problemen te verwachten zowel in de Zuidwestelijke Delta als in het Waddengebied.

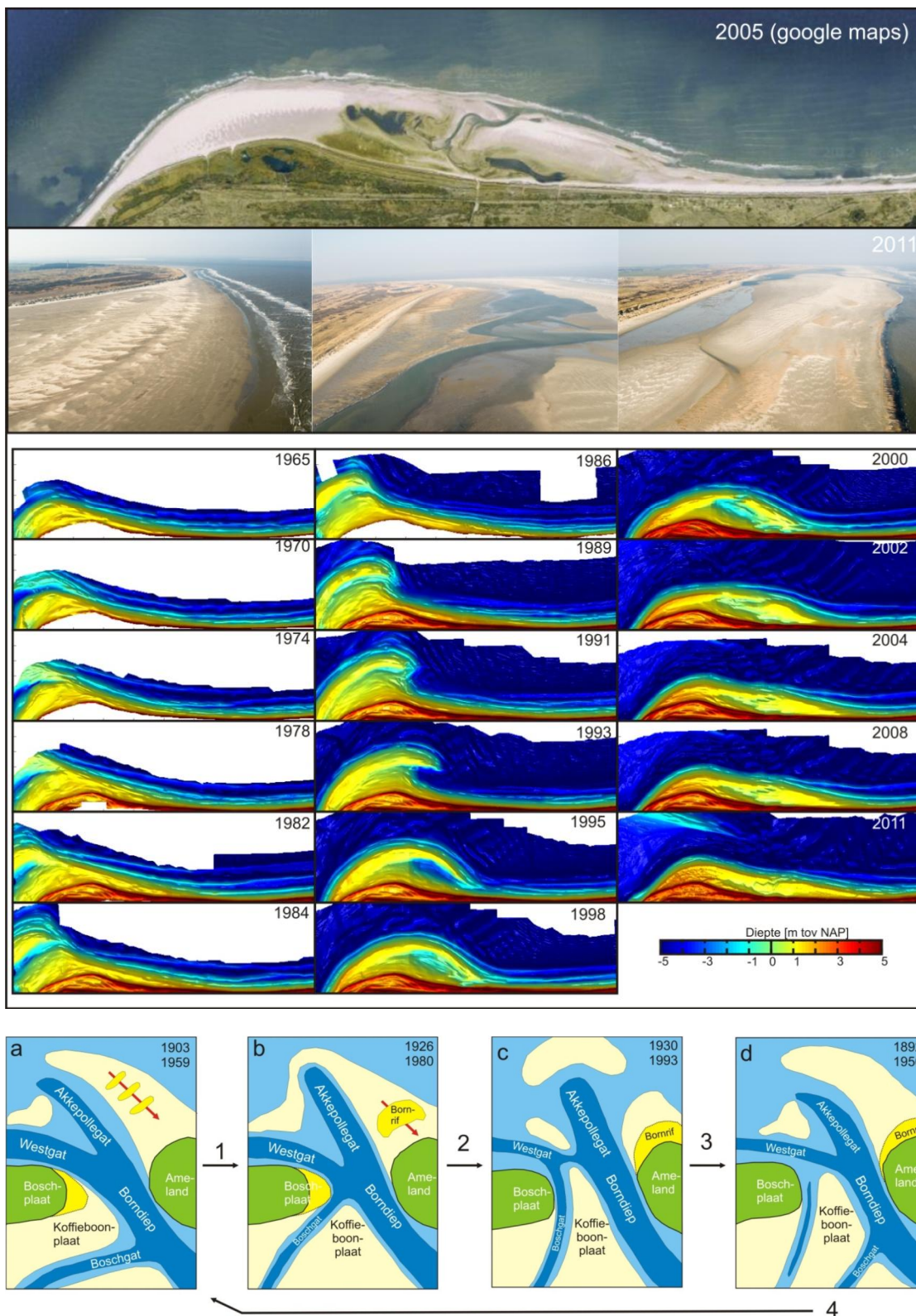
Beide problemen (afname buitendelta's en opdringende geulen) spelen zich af in de zeegatsystemen. Wat betreft de krimpende buitendelta's zijn de onderkerheden groot, maar verwacht wordt dat hier de komende 3 á 5 decennia nog geen grote veiligheidsproblemen zullen voordoen. Voor de opdringende geulen geldt dat dit mogelijk op een termijn van 1 á 2 decennia al wel aan de orde zou kunnen zijn. In dit hoofdstuk gaan we dieper in op deze specifieke problematiek.

4.2 Krimpende buitendelta's

De cyclus van de buitendelta's

De meeste buitendelta's kenmerken zich door een langjarige cyclus van 40-100 jaar waarbij geulpatronen en tussengelegen zandhoeveelheden zich in een soort rotatie met de klok mee verplaatsen van zuid naar noord of van west naar oost. Met deze cyclus doen zich aanlandingen van grote hoeveelheden zand voor op de westelijke of zuidelijke eilandpunt. Een mooi voorbeeld hiervan is de aanlanding op de westelijke punt van Ameland (zie figuur 4.1). Vervolgens is deze zandhoeveel zich langzaam oostwaarts aan het verplaatsen langs de kust van Ameland. Op dit moment heeft deze ongeveer $\frac{1}{4}$ van de lengte van het eiland afgelegd.

Door gebruik te maken van deze cyclus en op de oostelijke rand van de buitendelta een megasuppletie neer te leggen, kan de cyclus mogelijk worden versneld waardoor er een nieuwe aanlanding van zand op het eiland plaatsvindt of er meer volume per cyclus aanlandt. Dit zou mogelijk een innovatieve manier kunnen zijn om de achteruitgang van de eilanden tegen te gaan.

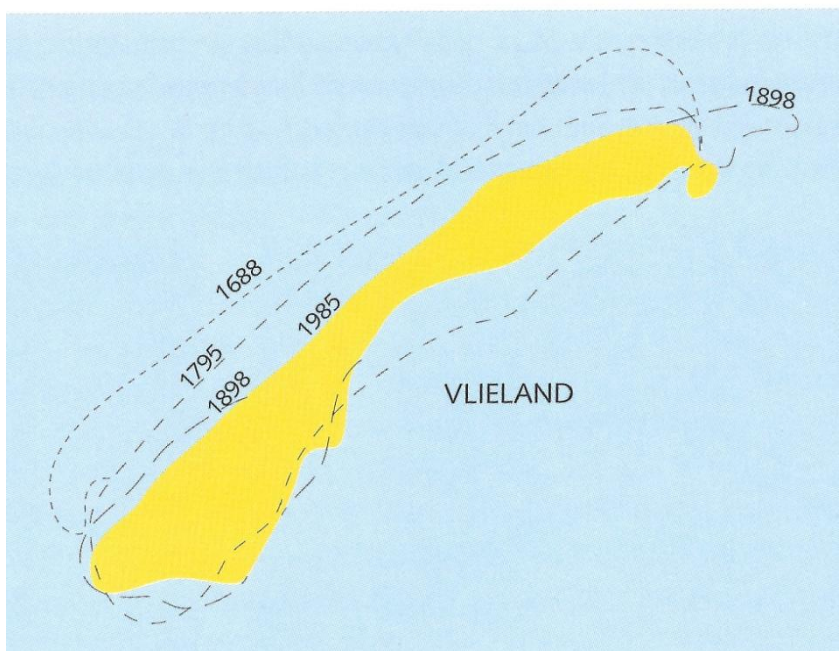


Figuur 4.1 Voorbeeld van de cycliciteit van een zeegat en de aanlanding van een grote zandhoeveelheid vanaf de buitendelta naar de oostelijk gelegen eilandkop. Deze aanlanding is onderdeel van de grootschalige cyclus van het zeegat; in één cyclus kunnen meerdere aanlandingen optreden.

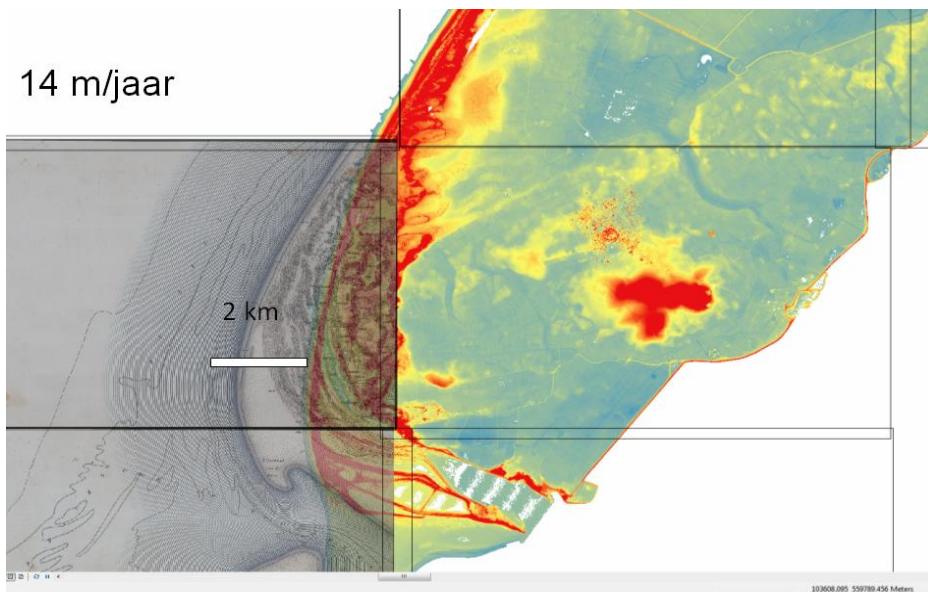
Achteruitgang

In de periode 1935 – 2005 is ongeveer 572 miljoen m³ sediment de westelijke Waddenzee in getransporteerd (Elias *et al.*, 2012). Dit is ongeveer 8 miljoen m³ per jaar. Voor de gehele Waddenzee wordt dit geschat op ruim 10 miljoen m³ per jaar (de Ronde, 2008). Dit zand wordt netto vooral geleverd door de buitendelta's en de koppen van de eilanden.

Vanuit karteringen van de kustlijnen over de afgelopen eeuwen constateren we dat de eilanden Texel en Vlieland gedurende langere perioden landwaarts zijn verplaatst met een snelheid van 10 tot 20 meter per jaar (zie figuren 4.2, 4.3 en 4.4). Alhoewel de verplaatsing van de eilanden een natuurlijk proces is, vormt het een conflict met de hedendaagse wens om de kustlijn op zijn plaats te houden. Figuur 4.2 illustreert de achteruitgang van Vlieland in de periode 1688 – 1985. Deze achteruitgang werd vermoedelijk grotendeels veroorzaakt door een plotselinge zandbehoefte van het Eierlandse Gat, mogelijk samenhangend met veenerosie. Ook de langetermijn zeespiegelstijging en de morfologische aanpassingen op de afsluiting van de Zuiderzee, hebben hier aan bijgedragen. Uit de figuur wordt duidelijk dat dit geen lineaire achteruitgang van het eiland veroorzaakt. Figuur 4.3 laat de achteruitgang zien van de zuidpunt van Texel. Figuur 4.4 laat de achteruitgang zien van de buitendelta van het Marsdiep. Ook hier valt op dat de achteruitgang al gaande was vóór de afsluiting van de Zuiderzee.

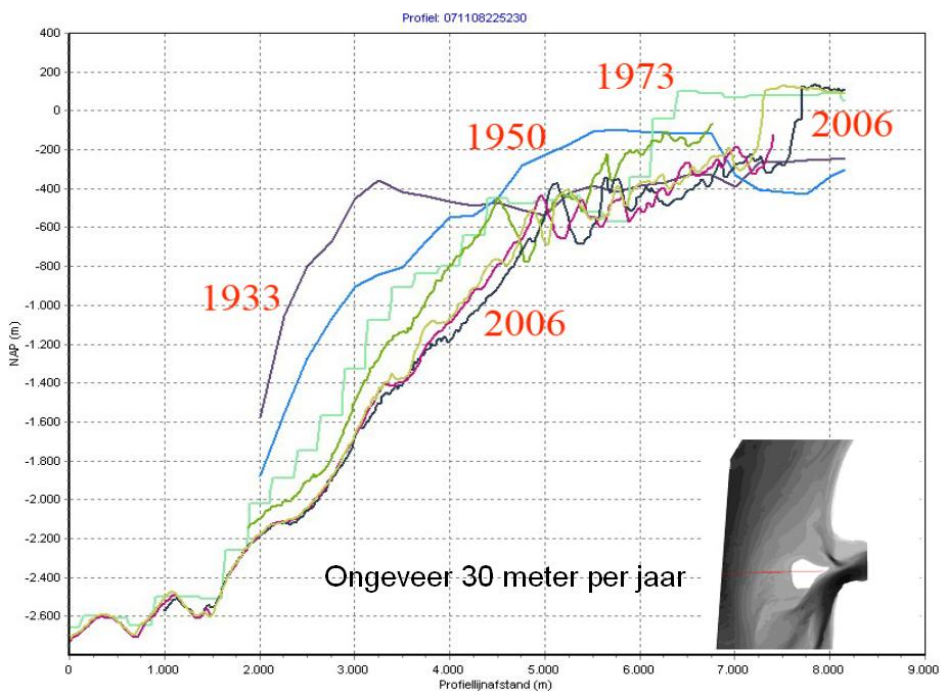


Figuur 4.2 Achteruitgang van de kust van Vlieland over de afgelopen eeuwen.



Bonne 1880/1881 vergeleken met AHN 1

Figuur 4.3 Achteruitgang zuidpunt Texel vanaf 1880, ten opzichte van AHN 1 (ingewonnen in de periode 1997-2003).



Figuur 4.4 Achteruitgang buitendelta Marsdiep vanaf 1933.

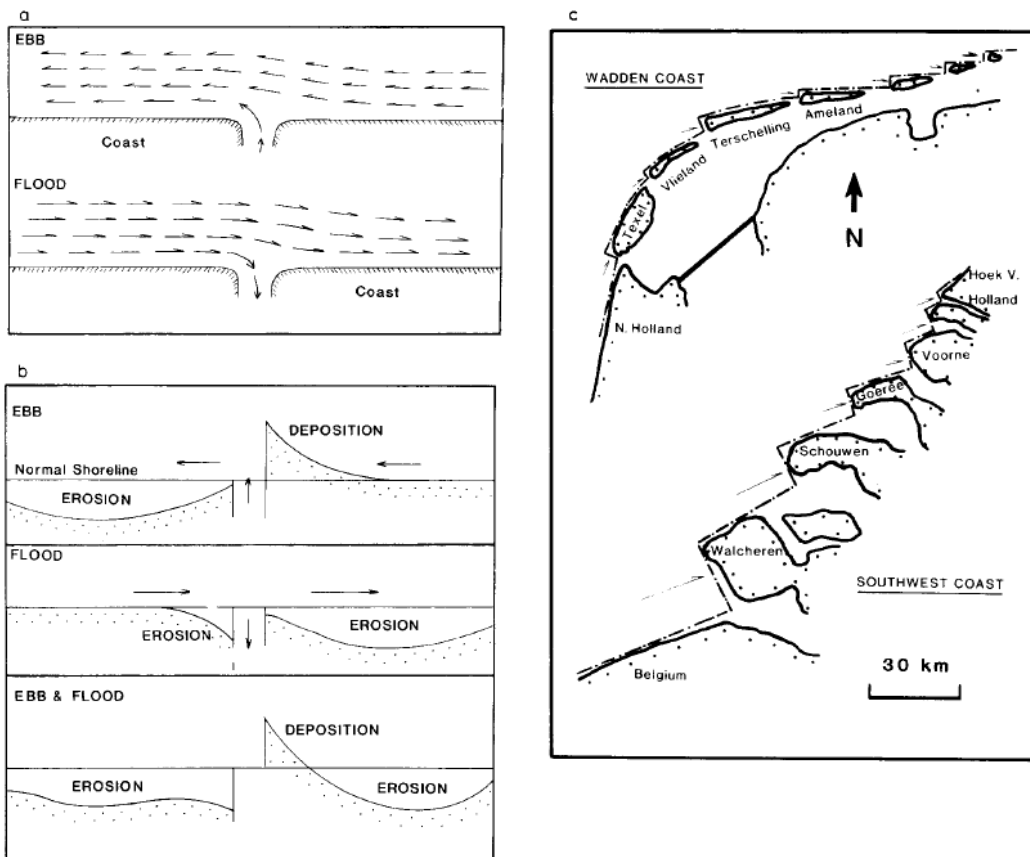
Sinds 1990 wordt de BKL (de basiskustlijn) van de Waddeneilanden gehandhaafd en is de achteruitgang van de kustlijn een halt toegeroepen. Voor de strandvlaktes op de koppen van de eilanden is geen BKL vastgesteld. Hier kan de kust nog vrij bewegen en dus ook achteruitgaan. Er is ook sprake van een structurele achteruitgang van een aantal buitendelta's. Dit betreffen met name de buitendelta's van het Marsdiep, Eierlandse Gat, het Vlie en van het Friesche Zeegat (Elias *et al.*, 2012). Figuur 4.4 illustreert de achteruitgang van de buitendelta van het Marsdiep.

Wat betreft de Zuidwestelijke Delta, is in de studie van Cleveringa (2008) gekeken naar de zandbalansen in de gehele Zuidwestelijke Delta, over de periode tussen 1964 en 2004. Voor de Oosterschelde werd de jaarlijkse verandering in het zandvolume van de buitendelta tussen de -1.2 miljoen m³ (krimp) of + 0.5 miljoen m³ (groei) per jaar geschat. Anders dan bij de Wadden, zal de uitwisseling met het bekken nihil zijn vanwege de kering, die een barrière vormt voor de sedimentuitwisseling. De jaarlijkse veranderingen in de buitendelta van de Westerschelde liggen volgens deze studie tussen de -0.2 of -0.5 miljoen m³ per jaar. Hier is dus sprake van krimp. Of het hier gaat om een netto sedimentverlies naar het estuarium is nog onduidelijk. Een groter sedimentverlies vinden we in het gebied tussen de buitendelta's van de Westerschelde en de Oosterschelde. Deze lijkt volgens de studie van Cleveringa tussen de -0.9 en -1.2 miljoen m³ per jaar te liggen. Gemiddeld komt de afname van de gezamenlijke buitendelta's van Westerschelde en Oosterschelde volgens deze studie op een krimp in de orde van 2 miljoen m³ per jaar.

De veranderingen zijn mogelijk te wijten aan een afname van de invloed van de getijstroming door de zeegaten, waarmee de relatieve invloeden van het 'langs-getij' en van golven is toegenomen. Figuur 4.5 (Sha, 1989) laat zien hoe de interactie tussen het getij door het zeegat en het getij langs de kust verantwoordelijk is voor de verspringing van de kustlijn bij de zeegaten. Afname van deze interactie kan een herverdeling van sediment in de buitendelta en een verandering van de oriëntatie van de buitendelta en de geulen teweeg brengen. De relatieve toename van de invloed van golven versterkt dit proces. Ook veranderingen in de faseverschillen tussen het verticale en het horizontale getij in een bekken en met het getij op de Noordzee kan hierbij een rol spelen.

Een belangrijke kanttekening is wel dat bij bovengenoemde balansstudie (Cleveringa, 2008) een deel van de data niet bruikbaar was vanwege vermoedelijke fouten, waardoor de genoemde getallen uit de balansstudie mogelijk minder accuraat zijn. Deltares is momenteel bezig met een nieuwe balansstudie voor de Zuidwestelijke Delta, waarbij gebruik wordt gemaakt van een opgeschoonde dataset. Dit zal een nauwkeuriger beeld moeten geven van de ontwikkelingen van de Voordelta in de afgelopen decennia.

Ondanks de waargenomen krimp van de Voordelta, lijkt de problematiek in de Zuidwestelijke Delta vooral te maken te hebben met opdringende geulen (zie paragraaf 4.3).



Figuur 4.5 Model voor de verspringing van de zeegaten langs de Nederlandse kust (naar Edelman, 1961; in Sha, 1989). a) Schematisch diagram met de getijstrooming in de Noordzee en door de zeegaten tijdens eb en vloed. b) Schematisch erosie en depositie patroon rond een zeegat, als gevolg van de getijstroom. De "normale kustlijn" in de figuur is een rechte kustlijn zonder zeegaten. c) Verspringende geometrie van de Nederlandse zeegaten langs de Noordzeekust van de Wadden en de Zuidwestelijke Delta.

Een belangrijke vraag is vervolgens:

Wat zijn de consequenties hiervan en op welke termijn?

Het is op dit moment nog niet mogelijk om de consequenties en termijnen te kwantificeren, maar we kunnen deze wel kwalitatief aangeven, op basis van bestaande kennis en expertbeoordeling. De belangrijkste consequenties zijn:

- Verandering of afname van de golfbrekende werking, waardoor meer golfenergie op de koppen van de eilanden en via de mondingen op de Friese en Groningse kust terecht kan komen (indien de voorliggende platen en geulen voldoende diep liggen). Wanneer hier een waterkering ligt, heeft dit consequenties voor de veiligheid.
- Afname van de werking als zandbron voor het oostwaarts gelegen eiland. Op termijn heeft dit consequenties voor de ligging van de kustlijn en de arealen van het duin en strand.
- Afname van de werking als zandbron voor het bijbehorende bekken. Dit zou een afname van het plaatareaal en de plaathoogte tot gevolg kunnen hebben.

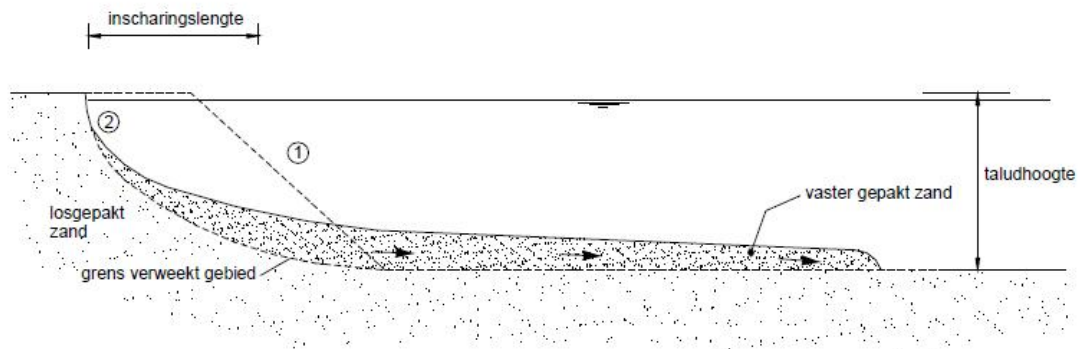
Wat betreft de termijn waarop de achteruitgang van de buitendelta's zich afspeelt en de termijn waarop ingrijpen urgent wordt, zijn de onzekerheden groot. Een grove extrapolatie voor de buitendelta van het Marsdiep levert een halvering van het volume op over ongeveer 50 jaar (Elias, 2006). Een verdere extrapolatie leidt zelfs tot het grotendeels verdwijnen van de buitendelta over 75 tot 150 jaar. Tegelijk zijn er recente aanwijzingen dat, ondanks de toename van het getijvolume door de zeegaten, de buitendelta's mogelijk naar een veel kleiner evenwichtsvolume dan oorspronkelijk zouden kunnen ontwikkelen. Dit zou te maken hebben met een faseverschuiving tussen het verticale en het horizontale getij van het kombergingsgebied (Ridderinkhof *et al.*, submitted 2013). Hoe een nieuw evenwicht van de veel kleinere buitendelta eruit zou kunnen zien is op dit moment nog niet aan te geven. Voor de overige buitendelta's gelden grotere tijdschalen dan de bovengenoemde termijnen voor de buitendelta van het Marsdiep.

Wat betreft de afname van de golfbrekkende werking komt daar nog een onzekerheid bij, namelijk de verandering in de vorm van de buitendelta's. In het geval van het korter worden van de buitendelta (lengte in de as parallel aan de kust), zal de afname van de golfbrekkende werking vooral lokaal aan de randen plaatsvinden, omdat deze delen dan niet meer afgeschermd worden. In het geval van een totale verlaging van de buitendelta zal het effect zich over de gehele lengte voordoen. Daarbij speelt ook de hoogte van de platen boven -5m GZN een rol: als deze behouden blijven, dan zal de golfdempende werking ook behouden blijven.

Alhoewel dit nog beter onderbouwd moet worden, kan vanuit expertbeoordeling beredeneerd worden dat de komende 3 á 5 decennia zich nog op geen enkele locatie onbeheersbare (veiligheids)problemen zullen voordoen. Op langere termijn zullen bovengenoemde effecten wel grotere problemen opleveren, zeker ook bij een sterkere zeespiegelstijging. Maar ondanks dat zich op de korte termijn nog geen onbeheersbare veiligheidsproblemen voordoen, zijn er waarschijnlijk nu al enige consequenties merkbaar. Door zeespiegelstijging en de achteruitgang van de buitendelta's is er mogelijk nu al sprake van grote suppletiebehoefte op de kusten van Noord-Holland (noordelijke deel), Texel en Ameland.

4.3 Opdringende geulen

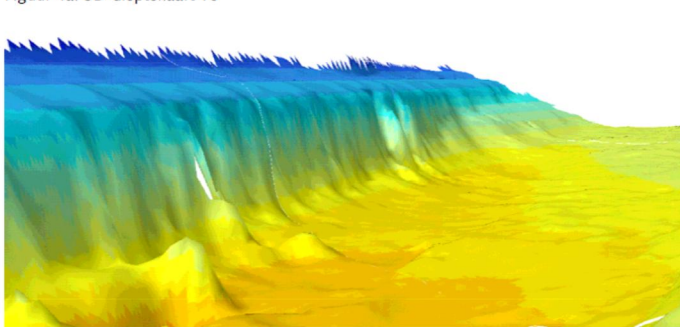
Op een groot aantal plekken langs de Nederlandse kust en in de estuaria liggen getijgeulen dicht bij de kust en waterkering. Vooral in de estuaria liggen de geulen op veel plekken vlak voor de dijk. Op die plaatsen is de vooroever bestort met harde materialen om te voorkomen dat de geul verder richting waterkering opdringt. Ook bij een zandige kust kan een opdringende geul richting strand en duin problemen opleveren. Door de te steile vooroever kan bijvoorbeeld zettingsvloeiing optreden (Figuur 4.6) met mogelijk grote gevolgen voor de veiligheid.



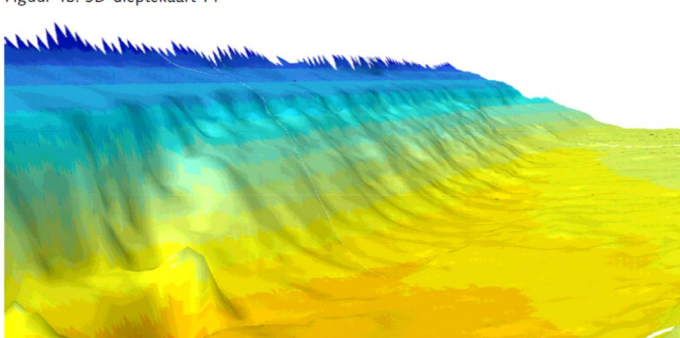
Figuur 4.6 Voorbeeld van een zettingvloeijing, 1) profiel voor de vloeijing, 2) profiel erna.

Een bekend voorbeeld van een opdringende geul vinden we in Zeeland, aan de zuidkant van Walcheren, waar de geul ‘Het Oostgat’ opdringt richting de kust. Hierdoor dreigde het de basiskustlijn overschreden te worden en kwam de veiligheid in het geding. Op de langere tijdschaal is de kust hier niet te onderhouden met alleen strandsuppleties. Met normale strandsuppleties kon wel de hoogte van het strand gehandhaafd worden, maar niet de breedte. Door de steeds steiler wordende vooroever nam het risico op afschuiving toe. In 2005 (zuidelijk deel) en 2009/2010 (noordelijk deel) zijn grote geulwandsuppleties uitgevoerd om deze problemen het hoofd te bieden. In Figuur 4.7 staat de suppletie van 2005 weergegeven, met een aanzicht vóór en na de suppletie. Behalve het Oostgat zijn er nog meer plekken waar dezelfde problematiek speelt. Dit betreffen: Onrust, Krabbengat, Flauwe Werk, Nieuwe Schulpengat, Molengat, Stortemelk en Borndiep. In Hoofdstuk 6 komen deze aan de orde.

Figuur 4a: 3D-dieptekaart T0



Figuur 4b: 3D-dieptekaart T1



Figuur 4.7 Aanzicht Oostgat met vooroever Walcheren voor en na de uitgevoerde geulwandsuppletie (2005, bron RWS)

Vervolgens keren we terug naar de vraag, zoals ook gesteld bij de buitendelta's:

Wat zijn de consequenties hiervan en op welke termijn?

Een opdringende geul kan zeer grote consequenties hebben voor de veiligheid. Wanneer de vooroever te steil wordt, kan deze gaan afschuiven of kan er een zettingsvloeiing optreden. Het volume van duin en strand kan dan te klein worden om voldoende weerstand te bieden bij een maatgevende storm, waardoor doorbraak en overstroming van het achtergelegen gebied kan optreden. Middels de veiligheidstoetsing (die tot nu toe om de 6 jaar plaatsvindt) wordt de veiligheid getoetst en wordt ingegrepen indien noodzakelijk. In deze gevallen speelt het om problemen op de korte termijn. In andere gevallen, zoals bij het Krabbengat, zien we verlies aan duinareaal door een ontwikkeling waarbij de geul verdiept en opdringt naar de waterkering, maar waarbij de veiligheidsproblemen zich pas op een langere termijn zullen gaan voordoen. Specifieke studies zijn dan nodig om meer uitsluitsel te geven over deze termijn.



Figuur 4.8 Oeverval aan de kust van Vlieland, ten gevolge van een te steile geul dicht onder de kust.

5 Kennis en onderzoeksvragen

In hoofdstuk 4 staan de mogelijke consequenties weergegeven. In dit hoofdstuk worden deze vertaald naar kennisvragen en onderzoeksvragen. Voor deze rapportage zal daar slechts globaal op ingegaan worden, wat voldoende is voor de huidige vraagstelling uit H2.

5.1 Kennisvragen:

Op een hoog abstractieniveau zijn de kennisvragen als volgt weer te geven:

Wat is het effect van een sterk achteruitgaande buitendelta op:

- Veiligheid
- Kustareaal
- Ecologie van duin en strand
- Plaatareaal (areaal van intergetijdegebieden in het achter de buitendelta gelegen estuarium)
- Ecologie van de plaatgebieden

Wat is het effect van een sterk opdringende geul op:

- Veiligheid
- Kustareaal
- Ecologie van duin en strand
- Plaatareaal
- Ecologie van de plaatgebieden

Wat betreft deze effecten is het eveneens de vraag wanneer ze optreden en hoe groot ze zijn. De volgende vraag is: Hoe kunnen deze effecten tegengegaan worden? In Hoofdstuk 6 worden deze besproken. Dit betreffen suppleties op de buitendelta en ingrepen in en om de opdringende geul.

Hieruit volgen extra kennisvragen:

- Wat is het effect van een buitendelta suppletie op veiligheid, kustareaal en ecologie?
- Wat zijn de effecten van ingrepen aan een geul op veiligheid, kustareaal en ecologie?

5.2 Van Kennisvraag naar Onderzoeksvraag

De meeste processen omtrent zeegatsystemen spelen zich af op de middellange termijn, in de orde van jaren tot decennia en over oppervlakten van meerdere km². Juist voor deze tijd- en ruimteschaal bestaat nog een kennisleemte, ook als het gaat om de modellering van het systeem. Dit komt mede door het gebrek aan nauwkeurige metingen van de relevante processen op deze schaal, waardoor onvoldoende duidelijk is welke processen op deze schaal domineren. Een uitbreiding van de kennis over het systeemgedrag van zeegaten op de (middel)lange termijn is noodzakelijk om in de toekomst efficiëntere maatregelen te nemen, evenals beter te kunnen anticiperen op toekomstige problemen. Om in de toekomst beter op deze problematiek in te kunnen spelen en de beheersmaatregelen hier op af te kunnen stemmen, zal de komende 10 a 20 jaar substantieel moeten worden ingezet op de kennis- en modelontwikkeling voor deze tijd en ruimteschaal.

Het uitvoeren van een grote ingreep (als pilot) in een zeegatsysteem kan, mits voldoende gemonitord, hier een significante bijdrage aan leveren. Het zou belangrijke gegevens kunnen opleveren van de respons van het natuurlijke systeem op de middellange termijn, waarmee een belangrijk gat kan worden gedicht. Vanwege de grote ruimtelijke schalen en de hoge hydro- en morfodynamiek van zeegatsystemen moet een ingreep wel van voldoende significant formaat zijn om traceerbaar te zijn en invloed te hebben op het systeemgedrag. Daarom wordt er in deze context vooral gesproken van een 'mega'suppletie, in de orde van 10 – 20 miljoen m³. Tegelijk dienen we ons te realiseren dat ook natuurlijke ontwikkelingen eenzelfde inzicht kunnen opleveren mits voldoende frequent gemonitord (jaarlijks).

Uit de eerder genoemde kennisvragen zijn de volgende onderzoeksonderwerpen te destilleren (omtrent zeegatsystemen zijn buiten de context van een pilot nog andere onderzoeksvragen te benoemen, deze laten we hier buiten beschouwing):

- *Golfdissipatie op buitendelta's, veiligheid eilanden (en vasteland, oostelijke Wadden)*
Het golfveld afkomstig van de Noordzee wordt door de buitendelta c.q. door de ondiepten in het begin van een estuarium sterk beïnvloed door processen van breking, dissipatie, diffractie en golfinteracties waardoor golfgroepen en lange golven (infra-gravity waves) ontstaan. Deze laatste hebben een grote invloed bij duinafslag en waarschijnlijk ook op landwaarts of juist zeewaarts sedimenttransport onder stormcondities (dissipatieve kust versus reflectieve kust). De onderzoeksvraag spitst zich hierbij toe op de mogelijke toekomstige ontwikkelingen en de gevolgen daarvan voor de veiligheid.
- *Werking buitendelta's als zandbron t.b.v. de eilanden (koppen, centrale delen)*
Langs de Nederlandse kust verplaatst zand zich netto richting het noorden, om ter hoogte van de Wadden af te buigen richting het oosten (richting Duitse grens). De eilanden leveren aan de stroomopwaartse kant zand toe aan de buitendelta, die vervolgens weer stroomafwaarts zand toelevert aan het volgende eiland. Dit gaat gepaard met een cyclus van enkele tientallen jaren, waarbij de geulen zich kloksgewijs verplaatsen. De werking hiervan en de mogelijkheid om middels buitendeltasuppleties meer zand richting de eilanden te krijgen vergt nader onderzoek.
- *Werking buitendelta's als zandbron t.b.v. de platen in de estuaria*
Door zeespiegelstijging of grootschalige menselijke ingrepen om de kustlijn te verkorten vormt zich een sedimenttekort in de estuaria (zandhonger genoemd). Hierdoor komt een netto sedimenttransport op gang van buitendelta (en de eilandkoppen) richting het estuarium of het bekken. De werking hiervan en de invloed van een verkleinende buitendelta is de onderzoeksvraag.
- *Dominante krachten voor geulverplaatsing*
Welke krachten een rol spelen bij geulverplaatsing en hoe deze krachten beïnvloed kunnen worden is een belangrijke onderzoeksvraag. Door faseverschuivingen tussen het horizontale en verticale getij kan de oriëntatie van het zeegat en de geulen in de buitendelta veranderen. Ook de interactie tussen het getij langs de kust en het getij dwars op de kust speelt hierbij een rol. (Sha & Van Den Berg, 1993; Elias, 2006). Dit kan gevolgen hebben voor de duurzaamheid van een geulverlegging of afsluiting, zowel in positieve als in negatieve zin.
- *Effecten van bestortingen (hard) op geulen (turbulentiepunten)*
Door harde bestortingen en strekdammen wordt extra turbulentie opgewekt, die van invloed is op de ontwikkeling van de geul. Een belangrijke vraag is hierbij of het verwijderen van deze

turbulentie, bijvoorbeeld door zand te suppleren over de bestorting, invloed heeft op de geul en op de geulverplaatsing.

- *Effecten meer kwantitatief en tijdsgebonden*

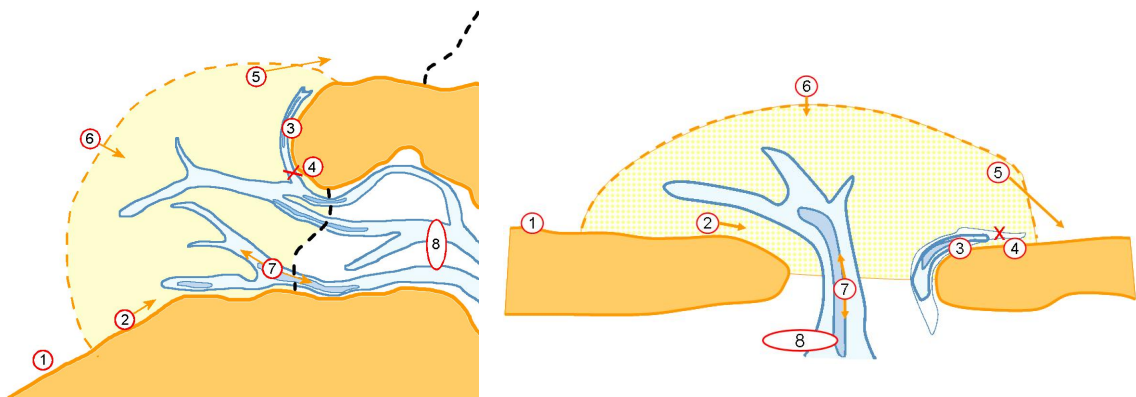
Op welke termijn speelt dit, hoe groot zijn de effecten en wanneer worden ze significant? Bij alle bovengenoemde onderzoeksvragen speelt de tijdschaal een grote rol. In welk tempo veranderen buitendelta's of verplaatsen de geulen, en wanneer treden hierdoor significante effecten op? In het geval van de buitendelta's speelt de vraag bij welke afname van het zandvolume de effecten op veiligheid en zandtransporten significant worden. De tijdschalen moeten dus bij alle onderzoeksvragen worden meegenomen.

6 Potentiële pilots

6.1 Uitgangspunten

In het rapport “Buitendelta’s: samenvatting bestaande kennis en opties voor zandsuppletie-pilots” (Elias e.a., 2012) zijn 8 basisvarianten genoemd voor een suppletie in (of rond) een zeegatsysteem. Deze 8 varianten zijn uitgangspunt voor het identificeren van kansrijke pilots langs de kust. Figuur 6.1 laat de varianten zien voor een zeegat in de Zuidwestelijke Delta (links) en een zeegat in de Waddenzee (rechts). De verklaring van de nummers wordt hieronder gegeven.

- 1 Suppletie op strand of vooroever langs de open kust
- 2 Onderwateroever suppletie
- 3 Geulwandsuppletie
- 4 Interventie in een geul (bijvoorbeeld afsluiting of verlegging)
- 5 Megasuppletie op de rand van de buitendelta nabij een eiland
- 6 Megasuppletie op de zeewaartse rand van de buitendelta
- 7 Suppletie in een geul
- 8 Suppletie in het bekken of estuarium



Figuur 6.1 De 8 basisvarianten om in (of rond) een zeegatsysteem te suppleren.

Bij de geulingrepen kan nog onderscheid gemaakt worden tussen:

- a) Geulwandsuppletie met zand van buiten het kustfundament;
- b) Geulwandsuppletie met zand van de andere kant van de geul (morfologisch baggeren genoemd) waarbij de geul iets verder van de kust komt af te liggen;
- c) Geulafdamming, waarbij de natuur zelf zorgt voor een nieuw evenwicht;
- d) Geulverlegging, waarbij een nieuwe geul wordt gebaggerd ten behoeve van de getijstroming en de oude geul afgedamd wordt met het materiaal afkomstig uit de nieuwe geul. Indien de oude geul nog andere functies had (bijvoorbeeld voor de scheepvaart) kunnen deze mee verplaatst worden naar de nieuwe geul. Een belangrijk verschil met de voorgaande ingrepen is dat er hierbij (in principe) geen zand wordt toegevoegd aan het kustfundament, maar alleen sprake is van verplaatsing van zand.

Om te kunnen bijdragen aan de kennisdoelen, moet de suppletie bovendien goed te monitoren zijn en van voldoende significant formaat zijn op de schaal van het dynamische zeegatsysteem.

6.2 Selectie van de locaties

Tijdens een interne werksessie met Deltares experts is per zeegat langs de Nederlandse kust nagegaan welke proefsuppletie(s) zinvol zouden zijn. In deze eerste verkenningsslag is vooral gekeken welke kennis de pilot zou kunnen opleveren voor het beantwoorden van de eerder geformuleerde kennisvragen. Dit leverde uiteindelijk een selectie op van 11 interessante pilots, die hierna staan opgesomd (zie ook figuur 6.2 en Bijlage B voor meer gedetailleerde informatie).

Zuidwestelijke Delta:

- 1 Geulverlegging Oostgat (Afsluiting Oostgat, met verlegging van de vaargeul naar de Walvischstaart)
- 2 Megasuppletie Kop van Walcheren
- 3 Geulafsluiting Onrust
- 4 Geulafsluiting Krabbengat
- 5 Geulwandsuppletie Krabbengat
- 6 Geulafsluiting Flauwe Werk

Waddengebied:

- 7 Geulafsluiting Molengat
- 8 Marsdiep rand buitendelta
- 9 Geulwandsuppletie Borndiep
- 10 Borndiep rand buitendelta
- 11 Megasuppletie Rottumerplaat



Figuur 6.2 Overzicht van de 11 geselecteerde potentiële pilots, in de Zuidwestelijke Delta (links) en de Waddenzee (rechts).

Deze 11 locaties kregen, op basis van expertbeoordeling tijdens de interne werksessie, scores toebedeeld van 1 tot 3 voor hun mogelijke bijdrage aan de kennisontwikkeling. De gedetailleerde beschrijving van de locaties en hun mogelijke baten voor de kennis is terug te vinden in bijlage B. De vier meest interessante locaties zijn verder uitgewerkt in hoofdstuk 7.

7 Afwegingskader

7.1 Inleiding

Vanuit de vraagstelling is in eerste instantie gekeken naar welke pilots een zinvolle bijdrage zouden kunnen leveren aan de kennisontwikkeling. Dit resulteerde in de 11 mogelijke pilot locaties, zoals beschreven in het vorige hoofdstuk en in bijlage B.

Uit oogpunt van politiek en maatschappelijk draagvlak, is het ook van belang om te weten welke van deze pilots maatschappelijk gezien interessant zouden kunnen zijn. Daarom zijn maatschappelijke baten ook opgenomen in het afwegingskader. Voor een eerste verkenning naar deze maatschappelijke afweging is een werksessie gehouden, waarvoor vertegenwoordiging vanuit Rijkswaterstaat (Diensten Water, Verkeer en Leefomgeving; Zee en Delta; Noord-Nederland) en de Deltaprogramma's (3D: Wadden, Zuidwestelijke Delta en Kust) was uitgenodigd. Deze vertegenwoordigers waren goed op de hoogte van de verschillende belangen en standpunten van de deelprogramma's welke zij vertegenwoordigden, waarmee geprobeerd is om de maatschappelijke discussie breder te trekken dan alleen veiligheid en kennisontwikkeling. Het volledige verslag van de werksessie staat in bijlage C.

De uitkomsten van deze werksessie geven een goede eerste indruk. Voor een meer onderbouwde afweging moeten meer experts benaderd worden en is een studie met een kwantitatieve kosten baten analyse noodzakelijk. Opvallend was dat ingrepen in een geul maatschappelijk gezien hoger scoorden dan ingrepen op de buitendelta. Dit heeft te maken met de meer prangende problematiek die vaak wordt ervaren bij (opdringende) geulen.

Ten slotte is per locatie een ruwe inschatting gemaakt van het aantal benodigde m³ voor de aanleg (bepaald met expert judgement). Zodoende zijn alle 11 locaties op vier aspecten onderling afgewogen:

- 1) bijdrage aan kennisontwikkeling (interne werksessie Deltares);
- 2) bijdrage aan maatschappelijke doelen (werksessie met D3, RWS en Deltares);
- 3) de benodigde m³ voor de aanleg;
- 4) verminderde toekomstige kosten om te voldoen aan de zandvraag van het kuststelsel (opgave RWS).

De resultaten van het afwegingskader zijn samengevat in een tabel, te vinden in bijlage D.

De scores in de tabel geven aan welke pilots voor welke van de bovengenoemde aspecten het meest aantrekkelijk zouden kunnen zijn. De afweging vindt dus plaats tussen de pilots onderling (langs de horizontale as van de tabel). Er wordt hier geen totaalscore gegeven van de drie aspecten samen, omdat deze niet kwantitatief met elkaar kunnen worden vergeleken.

De locaties die vanuit kennis of maatschappelijk oogpunt (of beide) het meest interessant lijken, worden in de paragraaf hierna verder uitgelicht. Geredeneerd vanuit de centrale vragen uit het begin van deze quickscan, zou het opdoen van kennis en ervaringen met ingrijpen in zeegatsystemen één van de primaire doelen van de pilot moeten zijn. In welke mate de (verschillende) maatschappelijke baten hierin mee wegen is uiteraard een politieke afweging.

7.2 Interessante pilot locaties

Tijdens de interne werksessie met Deltares experts kwamen 4 potentiële pilots naar voren die het meest interessant zouden zijn voor kennisontwikkeling, te weten:

- Geulverlegging Oostgat (met een hoogste score van 3 voor kennis)
- Borndiep rand buitendelta (score 3)
- Geulafsluiting Molengat (score 2 ½)
- Marsdiep rand buitendelta (score 2 ½)

Bij de werksessie voor de maatschappelijke afweging waren de 3 potentiële pilots die maatschappelijk het meest interessant lijken:

- Geulverlegging Oostgat (met 18 stemmen voor maatschappelijke baten)
- Geulafsluiting Molengat (13 stemmen)
- Geulafsluiting Krabbengat (10 stemmen)

In totaal zijn er dus 5 verschillende pilots die vanuit kennisontwikkeling en/of maatschappelijk oogpunt het meest kansrijk zouden zijn. Deze 5 alternatieven worden hieronder uitgelicht.

NB: de hieronder beschreven te verwachten maatschappelijke meerwaarden/effecten dienen in een latere fase nog verder getoetst en onderzocht te worden.

A. Geulverlegging Oostgat

Deze pilot kreeg een score van 3 punten voor de mogelijke bijdrage tot kennisontwikkeling. Met de afsluiting van het Oostgat in combinatie met het verleggen van de vaargeul naar De Walvischstaart kan veel kennis worden opgedaan over de invloed van ingrepen op de stabiliteit van geulsystemen. Bij het uitdiepen van De Walvischstaart kan het aldaar vrijgekomen zand worden gebruikt om het Oostgat dicht te gooien. Vanwege de mogelijkheid tot kortsluiting met Deurlo, dient deze geul mogelijk ook dichtgegooid te worden. De kosten zijn relatief hoog, naar een eerste ruwe schatting zou voor de geulverlegging 25 miljoen m³ zand nodig zijn.

De geulverlegging kreeg, met 18 stemmen in totaal, de hoogste waardering voor maatschappelijke baten. De volgende (mogelijke) maatschappelijke baten werden hierbij genoemd:

- *Natuur* (4 stemmen): Met name vanwege het creëren van een brede vooroever met een minder steil profiel, een breder strand en duinen .
- *Gebruiksfuncties* (4 stemmen): Een breder strand en een grotere afstand tussen strand en vaargeul werden als gunstig gezien voor de recreatie. Ook zou de scheepvaart baat kunnen hebben bij een recht tracé.
- *Kostenbesparing* (4 stemmen): Het verleggen van de geul kan een langdurige oplossing bieden voor de problemen met de opdringende geul, waardoor op termijn een besparing van de onderhoudskosten (instandhouding BKL) kan opleveren. Deze maatregel draagt alleen niet bij aan een vergroting van het zandvolume binnen het kustfundament, omdat hier alleen sprake is van een verplaatsing van zand.
- *Veiligheid* (6 stemmen): De opdringende geul wordt als een duidelijk veiligheidsprobleem gezien voor Zuidwest Walcheren. De geul ondergraaft de vooroever, wat op termijn de stabiliteit van duin en dijk in gevaar kan brengen. De mogelijkheden voor versterking zijn op dit moment beperkt, terwijl het achterland economisch van belang wordt geacht.

Vanwege het formaat van de ingreep werden ook veel aandachtspunten en risico's geïdentificeerd. Belangrijke aandachtspunten zijn:

- Een dergelijke (grote) ingreep brengt grote risico's met zich mee; deze risico's moeten van tevoren goed in kaart worden gebracht.
- Over de morfologische respons op een dergelijke ingreep is maar weinig bekend, het effect kan positief maar ook negatief uitvallen. Ditzelfde geldt ook voor de invloed op de getijslag in de Westerschelde.
- Er moet voldoende aandacht worden besteed aan het creëren van draagvlak van de lokale partijen. Een grote ingreep als deze kan op verzet stuiten.
- Tijdens de aanleg is geen scheepvaart mogelijk, schepen moeten dus tijdelijk omvaren langs de zuidkant van de monding.
- Afgezien van de mogelijke baten op lange termijn, zal de ingreep op korte termijn een negatieve impact hebben op de ecologie van de ondiepe vooroever. Het betreft een Natura2000 gebied.

Voor deze mogelijke pilot zal naar verwachting in najaar 2013 nog een aanvullend onderzoek plaatsvinden naar de mogelijkheden van geulbeïnvloeding in dit gebied ten behoeve van de veiligheid, met onderbouwing van hoeveelheden en kosten.

B. Borndiep rand buitendelta

Deze megasuppletie kreeg een score van 3 punten voor de kennisontwikkeling. Een suppletie op deze locatie geeft antwoord op de vraag of we efficiënt aanlandingscycli kunnen creëren (en versnellen) en zo dus meer (en sneller) zand op het eiland kunnen krijgen. Uit metingen ter plaatse van het Bornrif hebben we al een duidelijk beeld van de maatgevende transportmechanismen. Kleine banken vormen zich hier op de buitendelta, welke langzaam naar de kust toe migreren en verhelten. De vorming van zo'n bank is een langdurig proces, maar de migratie en verhelting gebeurt relatief snel. Een pilot op deze locatie geeft inzicht in de mogelijkheid om in dit natuurlijke proces in te grijpen. "Kunnen we de vorming van een zandbank versnellen met behulp van een megasuppletie? En gedraagt deze zandbank zich vervolgens gelijkwaardig aan de 'natuurlijke zandbanken'?" Daarnaast maakt de verwachte relatief snelle respons het mogelijk deze goed te monitoren en de onderliggende processen te begrijpen. Omdat het Amelanders zeegatsysteem redelijk in een natuurlijk evenwicht verkeert, levert het onderzoek ook meer generieke kennis op over andere zeegaten. De buitendelta gaat hier nauwelijks achteruit en de natuurlijke cyclus van de buitendelta met klok wijs draaiende geulen en plaatsystemen is volledig aanwezig. Deze generieke kennis is essentieel voor toepassing in meer complexe systemen. Naar een eerste ruwe inschatting zou ongeveer 15 miljoen m³ zand nodig zijn voor deze megasuppletie.

Op de rand van een buitendelta worden meestal relatief weinig maatschappelijke problemen ervaren, in tegenstelling tot de problematiek die (opdringende) geulen vaak met zich meebrengen. Maar daardoor worden er ook minder maatschappelijke baten ervaren. De megasuppleties op de randen van de buitendelta's Borndiep en Marsdiep kregen tijdens de werksessie 6, respectievelijk 5 stemmen voor de maatschappelijke baten. Hiermee vallen ze in de middenmoot. Voor het Borndiep werden de volgende maatschappelijke baten genoemd:

- *Natuur* (1 stem): vanwege het effect op aanlanding en daarmee uitbreiding van het areaal aan droogvallende platen en vooroevers.
- *Gebruiksfuncties* (3 stemmen): vanwege de langdurige voeding van het strand van Ameland en meer ruimte voor recreatie en andere ontwikkelingen. Ook zou het op lange termijn een uitbreiding van het drinkwaterwingebied kunnen opleveren.

- *Kostenbesparing* (2 stemmen): een reductie in onderhoudskosten door de langdurige voeding van de kust van Ameland; minder dijkonderhoud door lagere golfbelasting.
- *Veiligheid*: de locatie kreeg geen stemmen voor veiligheid. Dit betekent niet dat er geen baten zijn voor de veiligheid, maar dat men de veiligheidsbaten van andere locaties zwaarder vond wegen.

Een suppletie op de rand van een buitendelta brengt in het algemeen veel minder grote risico's met zich mee dan een afsluiting of een verlegging van een geul, vooral omdat het een veel minder grote verstoring is van de natuurlijke situatie. Toch werden de volgende aandachtspunten en risico's genoemd:

- Een dergelijk grote suppletie levert op korte termijn een grote verstoring op voor het ecosysteem.
- Er moet worden gelet op het draagvlak onder de bewoners van Ameland.
- Aanlanding van nieuwe zandplaat leidt mogelijk tot vergroting van slibproblematiek op het strand en stromingsrisico's voor zwemmers.

C. Geulafsluiting Molengat

Een geulafsluiting op deze locatie zou de aanlandingscyclus van de platen kunnen versnellen en zou zodoende hier veel kennis over kunnen opleveren. Maar vanwege de complexiteit van het Marsdiep, en omdat de autonome situatie niet in evenwicht is, scoort deze pilot 2 ½ punten voor kennisontwikkeling, in plaats van 3 punten.

Deze locatie kreeg tijdens de werksessie 13 stemmen voor maatschappelijke baten, te weten:

- *Natuur* (3 stemmen): het extra zand zal bijdragen aan de instandhouding van de platen in het bekken en het strand en duinen langs de eilandkust en daarmee ook de ecologische functies van deze gebieden ondersteunen.
- *Gebruiksfuncties* (3 stemmen): de instandhouding (en mogelijk uitbreiding) van het strandareaal levert baten op voor de strandrecreatie.
- *Kostenbesparing* (5 stemmen): met name vanwege de langdurige oplossing van de problematiek met de opdringende geul en de daaraan gekoppelde (BKL) onderhoudskosten.
- *Veiligheid* (2 stemmen): de geulafsluiting zou kunnen bijdragen aan de lange termijn veiligheid van de duinen op Texel (op korte en middellange termijn is overigens nog geen sprake van een direct veiligheidsprobleem). Ook zouden de kennisbaten kunnen bijdragen aan de veiligheid elders aan de kust, bijvoorbeeld voor Zuidwest Walcheren.

De volgende aandachtspunten en risico's werden daarbij genoemd:

- Als de afsluiting van de geul ertoe leidt dat mensen bij laagwater kunnen oversteken naar de Noorderhaaks, geeft dit een verstoring van een belangrijk rust- en foerageergebied voor zeehonden en vogels.
- De geul is geen officiële vaargeul, maar er kan wel pleziervaart doorheen. Het afsluiten van de geul kan dus op weerstand stuiten van watersporters/recreanten.
- Let op het draagvlak onder de inwoners van Texel.
- De ingreep geeft op korte termijn een verstoring in een Natura2000 gebied.
- Het dichtgooien van de geul leidt tot morfologische aanpassing van het systeem, het water zal een andere weg gaan zoeken, wat mogelijk elders weer tot problemen zou kunnen leiden. Ten slotte werd opgemerkt dat er momenteel (nog) geen sprake is van een groot veiligheidsprobleem, waardoor een dergelijk grote ingreep minder goed uit te leggen is.

D. Marsdiep rand buitendelta

Net als bij de megasuppletie Borndiep rand buitendelta, zou een megasuppletie hier mogelijk veel kennis op over kunnen leveren het effect van ingrepen op de aanlandingscyclus van zandplaten. De suppletie zou dit natuurlijke proces mogelijk kunnen versnellen. Maar in tegenstelling tot de megasuppletie bij het Borndiep, verkeert het Marsdiep niet in evenwicht. Het gebied is daardoor zeer complex en de kennis minder toepasbaar voor andere zeegaten. Deze megasuppletie kreeg daarom een score van 2 ½ (in plaats van 3) punten voor de kennisontwikkeling.

Zoals uitgelegd bij de megasuppletie op de rand van de Borndiep buitendelta, scoort een suppletie op de rand van een buitendelta maatschappelijk minder hoog dan een ingreep bij een geul. De megasuppletie op de rand van de Marsdiep buitendelta kreeg in totaal 5 stemmen:

- *Natuur* (3 stemmen): met het voeden van de platen op de buitendelta, in het bekken en de aangrenzende eilandkust levert de suppletie een bijdrage aan de instandhouding van het intergetijdengebied.
- *Gebruiksfuncties* (1 stem): de instandhouding (en mogelijk uitbreiding) van het strandareaal.
- *Kostenbesparing* (0 stemmen): niet genoemd. Te denken valt aan besparing op de (BKL) onderhoudskosten van de kustlijn van Texel.
- *Veiligheid* (1 stem): de veiligheid van Texel.

Er werden geen extra aandachtspunten of risico's benoemd, maar in principe zijn dezelfde aandachtspunten als voor de rand van de Borndiep buitendelta van toepassing.

E. Geulafsluiting Krabbengat

Een geulafsluiting zou kennis kunnen opleveren over de plaat-geul interactie en de invloed van ingrepen in een geul. Maar omdat het gebied rond het Krabbengat niet in evenwicht is, zal de pilot hier relatief weinig generieke kennis opleveren. Daarom is een score toegekend van 1 voor de kennisontwikkeling.

Maatschappelijk gezien scoort de geulafsluiting wel relatief hoog, vanwege de lokale problematiek met de opdringende geul. Tijdens de werksessie kreeg deze locatie 10 stemmen:

- *Natuur* (1 stem): ten behoeve van vooroever, strand en duinen
- *Gebruiksfuncties* (2 stemmen): ruimte voor recreatie; het invangen van mosselzaad en uitbreiding van drinkwaterwingebieden voor Schouwen.
- *Kostenbesparing* (3 stemmen): met name in een reductie in (BKL) kustlijnonderhoud.
- *Veiligheid* (4 stemmen): het afsluiten van de geul komt ten goede aan de veiligheid van Zuidwest Schouwen. Er is momenteel weinig bufferruimte en het achterland wordt als waardevol gezien.

De volgende aandachtspunten en risico's werden genoemd:

- De geul is geen officiële vaargeul, maar er kan wel pleziervaart doorheen. Het afsluiten van de geul kan dus op weerstand stuiten van watersporters/recreanten.
- De invloed van de hydrodynamische veranderingen op de zwemwaterveiligheid. Dit zou met een hydrodynamisch model van tevoren bestudeerd kunnen worden.
- Relatie met de ontwikkeling van de ontgrondingskuilen van de Oosterscheldekering.

8 Beantwoording kennisvraag

Kennisvraag: "Wat is de meerwaarde van een pilot-suppletie voor kennisontwikkeling?"

In deze paragraaf zal ingegaan worden op deze kennisvraag. De vraag wordt beantwoord aan de hand van drie scenario's en een redentatie terug in de tijd.

8.1 Scenario's

Bij de uitwerking van de kennisvragen, is gebruik gemaakt van de volgende drie scenario's:

- I. Doorgaan zoals nu, zowel qua monitoring; de daadwerkelijke dataverzameling; als in het onderzoek. Welke kennisvragen hebben we dan over 20 jaar wel of niet beantwoord?
- II. Intensiveren van de monitoring en onderzoek zodat de juiste kennis vergaard wordt voor toekomstige ingrepen. Welke kennisvragen hebben we dan over 20 jaar wel of niet beantwoord?
- III. Pilot(s) uitvoeren. Welke kennisvragen hebben we dan over 20 jaar wel of niet beantwoord?

I. Scenario 'Continuering'

Voor het eerste scenario gaan we uit van continuering van de huidige inspanning qua monitoring en qua onderzoek. Om 20 jaar vooruit te kijken starten we met 20 jaar terug te kijken. Twintig jaar geleden stond de morfologische modellering nog in de kinderschoenen en werd voor morfologische uitspraken voor de toekomst gebruik gemaakt van empirische relaties en expert beoordeling. Over 20 jaar zullen we dus ook een stuk verder zijn. Of specifieke estuarium en buitendelta problemen dan opgelost zijn is echter niet te zeggen.

De morfologische cycli van buitendelta's zijn op dit moment weliswaar kwalitatief weer te geven, maar goede kwantitatieve voorspellingen op de tijd- en ruimteschaal die voor het beheer van belang zijn, zijn nog niet succesvol. Dit heeft een aantal redenen. Onder andere de plaat-geul interactie en stabiele geulen zijn voor deze schaal nog niet goed met modellen weer te geven. Een goede weergave van de plaat-geul interactie is van groot belang. Een belangrijk zorgpunt van dit moment bij modelberekeningen is de niet-realistische ontwikkeling van geulen in estuaria op langere termijnen. De geulen worden te diep en te smal in vergelijking met de ontwikkelingen zoals we die in de werkelijkheid zien optreden. Dit probleem zal eerst begrepen en opgelost dienen te worden. Daarnaast is in de modellen de ontwikkeling van de plaathoogte een zorgpunt, waarbij aan golven gerelateerde processen eveneens een grote rol spelen.

Een belangrijk punt op de buitendelta is dat de hydraulische processen er zeer complex zijn. Stromingen worden gedreven door getij, wind, golven en soms spelen ook dichtheidseffecten een rol. Ieder van deze processen, en zeker de interactie tussen de processen, heeft zijn eigen onzekerheid in de voorspelling. Belangrijke punten van onderzoek zijn vooral de effecten van golven (breking over de buitendelta, opwekking van lange golven en golf-stroom interactie) en het effect van wind op stroming maar ook de directe bijdrage van wind op sediment transport op droogvallende platen. Ook het recente inzicht dat de volumeontwikkelingen op de buitendelta mogelijk ook afhankelijk kunnen zijn van faseverschillen tussen het verticale en horizontale getij in het bekken en met het getij op de Noordzee vormt een nieuw aandachtspunt (Ridderinkhof *et al.*, submitted 2013).

Monitoring van deze fenomenen op buitendelta's heeft nog nauwelijks plaats gevonden. Hierdoor kunnen we ook niet met zekerheid een uitspraak doen over de geschiktheid van de huidige morfologische modellen voor het modelleren van buitendelta morfologie op de (middel)lange termijn. Op dit moment bestaan er simpelweg geen datasets waarin zowel de hydrodynamica als de bodemveranderingen met voldoende resolutie in tijd en ruimte zijn opgenomen om de modellen te valideren. De huidige monitoringprogramma's kunnen deze ook niet verschaffen. Datasets voor goede validatie van modellen op de tijdschaal van 1 - 10 jaar, inclusief data over debieten, stromingen en golven ontbreken grotendeels. Alleen met een gerichte en vermoedelijk forse inspanning op het gebied van monitoring en modellering is dit op te lossen.

In het scenario 'Continuering' is het dan ook verre van zeker dat over 20 jaar betrouwbare (middel)lange termijn voorspellingen van estuaria en buitendelta's mogelijk zijn. Op dit moment loopt er bij Deltares onderzoek naar de plaat-geul interactie en naar de verbetering van de geulontwikkelingen. Bij de universiteit Utrecht is een promovendus bezig met onderzoek naar evenwichtsrelaties van buitendelta's, onder andere in relatie tot de eigenschappen van het zeegatsysteem. De totale inzet is echter nog gering met name op het modelgerichte onderzoek en een snelle doorbraak is dan ook niet te verwachten.

II. Scenario 'Intensivering'

Bij dit scenario wordt gericht onderzoek verricht en gemonitord aan hydraulische en morfologische processen in estuaria en op buitendelta's. Ook zonder pilot is het immers mogelijk een coherente dataset van hydrodynamica en morfodynamica op een buitendelta te verkrijgen. Een gerichte aanpak om het systeemgedrag van zeegatsystemen in de modellen te verbeteren is het uitgangspunt van dit scenario. Dit betreft zowel de monitoring in het veld als het onderzoek en zowel fenomenologisch als modelmatig.

De op te pakken onderwerpen ten aanzien van kennis en modellering zijn:

- Golfdissipatie rondom de ondiepten in zeegatsystemen.
- Ontwikkeling van golfgroepen en lange golven (infragravity waves) op de ondiepten met name aan de zeezijde van de zeegatsystemen.
- Golfgedreven stromingen en sedimenttransporten
- Het cyclische gedrag van de buitendelta's
- Ontwikkeling van geulen op de langere termijn (diepte en dwarsdoorsnede)
- Ontwikkeling van plaathogten in de estuaria
- Effecten van zeespiegelstijging met name ook ten aanzien van de plaathogte ontwikkeling
- Sedimentuitwisseling tussen buitendelta en binnendelta, dit geldt eveneens voor de zeegatsystemen in de Zuidwestelijke Delta (Import-Export problematiek)
- Gedrag in modellen van verschillende sedimentfracties

Hoe groot de inspanning moet zijn, uitgedrukt in mensjaren c.q. Euro's, is lastig aan te geven. Hiervoor is eerst een meer gedetailleerd onderzoeksplan nodig.

In dit scenario is de kans aanzienlijk dat we op een termijn van 20 jaar redelijk betrouwbare voorspellingen kunnen maken van het systeemgedrag van zeegatsystemen (estuaria en buitendelta's en de effecten op hydraulica, morfologie en veiligheid). De kwalitatieve effecten van ingrepen in deze gebieden (zoals buitendeltasuppleties en geulafdammingen of -verleggingen) op de middellange termijn kunnen dan in principe redelijk voorspeld worden.

Betrouwbare kwantitatieve effecten en toetsing en validatie van de modelresultaten met metingen zijn dan echter niet mogelijk. De vraag of en hoe de ingrepen het autonome (cyclische) gedrag van het systeem beïnvloeden is dan nog steeds niet met zekerheid te beantwoorden.

III. Scenario 'Pilot Suppletie(s)'

Bij dit scenario gaan we er van uit dat er binnen 10 jaar een pilot suppletie uitgevoerd zal worden en dat daaraan gekoppeld een monitoringsprogramma gekoppeld is waarbij hydraulische en morfologische processen op de juiste tijdschaal bekeken en geanalyseerd kunnen worden. Hierbij moet gedacht worden aan morfologische metingen die in de beginfase zeker 4 maal per jaar nodig zijn en hydraulische metingen van stromingen met op een aantal plekken 14-daagse metingen en 13-uurs metingen als T0 en in het eerste jaar na aanleg. Golfmetingen zijn eveneens nodig over minimaal 1 á 2 maanden als T0 en in het eerste jaar na aanleg, inclusief referentiemetingen op een niet beïnvloede locatie. Goede T0 metingen zijn hier zeer essentieel. Men moet hierbij denken aan metingen gedurende minimaal twee jaar. Zonder deze metingen hebben verdere metingen en dus eigenlijk de pilot geen zin. In het evaluatieonderzoek en een daaraan gekoppeld gericht onderzoek, zoals beschreven in het scenario II, 'Intensivering', wordt vervolgens de hard nodige kennis opgedaan. Scenario III bestaat dus uit de intensivering zoals in scenario II, gecombineerd met het uitvoeren van een pilot suppletie en de daarbij benodigde extra monitoring en evaluatie van deze ingreep.

Een belangrijke vraag is of de ingrepen het autonome gedrag sterk beïnvloeden. Kan je "significant" ingrijpen in een natuurlijk systeem en daarbij wel de processen intact laten zodat het autonome gedrag positief beïnvloed wordt? Deze vraag speelt vooral bij de buitendelta's waarbij de cyclus waarmee grote zandhoeveelheden aanlanden op het stroomafwaartse (oostelijke) eiland bepalend is voor het toekomstige kustonderhoud van dat eiland. Verwacht wordt dat een buitendelta suppletie deze cyclus zal vervroegen en bij herhaaldelijk suppleren zal versnellen. Bij een geulafsluiting zal de cyclus naar verwachting tijdelijk vervroegd worden, waarna de cyclus verder in tact blijft. Deze verwachtingen kunnen met behulp van een model uit het scenario 'Intensivering' wel geanalyseerd worden, maar alleen een pilot zal daar uitsluitsel over geven. Het autonome gedrag betreft eveneens de vorm en hoogteligging van de buitendelta en de effecten daarvan op de golfreductie en de vorming van lange golven.

Door uitvoering van een pilot, inclusief monitoring en onderzoek is de kans groot dat wij op een termijn van 20 jaar redelijk betrouwbare voorspellingen kunnen maken van estuaria en buitendelta's en van de effecten van ingrepen in deze gebieden, zoals buitendeltasuppleties of geulverleggingen. N.B. om beide ingrepen in de toekomst goed te kunnen voorspellen zijn twee pilots nodig, zowel voor een buitendelta suppletie als voor een geulverlegging.

In het geval van het scenario 'Pilot Suppletie' zal de kans op succes groter zijn dan in het scenario 'Intensivering'. Alleen met een pilot is het mogelijk om de effecten van een dergelijke ingreep goed te analyseren en alleen met een pilot is het mogelijk om modellen te valideren op de effecten van buitendeltasuppleties of geulverleggingen. Met enkel monitoring en standaard modelonderzoek (zonder pilot) blijft er meer onzekerheid bestaan in de modelvoorspellingen van deze ingrepen.

Een belangrijke conclusie is dat er eigenlijk 2 typen van pilot experimenten mogelijk zijn. Allereerst is er de categorie van suppleties die proberen de geulen te beïnvloeden door

verlegging of afdamming. Ten tweede is er een categorie suppleties dat als doel heeft de voeding van de buitendelta naar de kust te vergroten. Ieder van deze experimenten levert unieke kennis op, maar stelt ook eigen eisen m.b.t. de uitvoeringslocatie. Voor beide experimenten geldt dat de pilots uitgevoerd dienen te worden in een gebied waarvan de autonome ontwikkeling bekend en (zonder suppletie) voorspelbaar is. Daarnaast moeten de pilots mogelijk zijn in termen van de benodigde volumes: de pilot moet van dien aard zijn dat deze goed te monitoren is en de onderliggende (veranderingen in) hydrodynamica en morfodynamica goed meetbaar is. Keuze van type en locatie van de pilot(s) zijn dus afhankelijk van de doelen.

Met betrekking tot geulinterventies scoort een geulverlegging van het Oostgat het beste. Er is op deze locatie al een goede basis van onderzoek, metingen en modellen waardoor de autonome ontwikkeling van dit gebied bekend is. Daarnaast is de voorliggende geometrie van dien aard dat een geulverlegging een redelijke kans van slagen heeft zonder dat dit de autonome processen grootschalig zal verstoren.

Voor de tweede categorie scoren de buitendeltasuppleties nabij het Borndiep en het Marsdiep het beste. Voor beide situaties geldt dat de autonome ontwikkeling van het gebied goed bekend is. De effecten van de pilot zullen goed te monitoren zijn (een duidelijk signaal), indien de toegevoegde zandvolumina groot genoeg zijn. Het voordeel van het Marsdiep is dat door een pilot experiment het plaatsvinden van een aanlanding van een grote hoeveelheid zand (plaatverheling) bijna gegarandeerd zal zijn. Dit geeft specifiek voor deze locatie een duidelijke opbrengst aan kennis. Het Borndiep heeft als voordeel dat we hier meer generieke kennis kunnen ontwikkelen, omdat het zeegat meer in evenwicht verkeert. Een pilotsuppletie op de buitendelta geeft hier antwoord op de vraag of we het natuurlijk geobserveerde mechanisme van sediment-by-passing, zandtoevoer van de buitendelta naar het aanliggende eiland, ook door suppleties vervroegd kunnen initiëren.

8.2 Een omgekeerde redenering

Om de gedachten verder te ordenen draaien we de redenering hier om en redeneren we terug in de tijd. Wanneer de pilot suppletie is uitgevoerd, welke stappen zijn daar dan voor nodig geweest, vanaf de uitvoering terug in de tijd tot nu:

- Definitief Ontwerp voor de pilot (locatie, vorm, hoeveelheid)
Er is een definitief ontwerp gemaakt om de uitvoering mogelijk te maken en de effecten (ook op korte termijn) in kaart te brengen.
- Keuze uit alternatieven
Om het definitieve ontwerp te kunnen maken is eerst een keuze gemaakt uit een aantal alternatieven.
- Uitwerking alternatieven
Om de keuze mogelijk te maken zijn een aantal alternatieven uitgewerkt ten aanzien van kosten en baten. De effecten voor de langere termijn zijn hier een belangrijk onderdeel van.
- Modelonderzoek alternatieven
Om de effecten te bepalen is modelonderzoek verricht naar de lange termijn ontwikkelingen van de pilot suppletie.

- Geschikt model dat de huidige situatie en ontwikkeling redelijk beschrijft
Voor deze voorspellingen van de lange termijn ontwikkelingen is een betrouwbaar model nodig waarbij de autonome ontwikkelingen (zonder pilot suppletie) goed weergegeven kunnen worden. Een dergelijk model bestaat op dit moment nog niet (problemen geulen en plaathogten).
- Onderzoek ten behoeve van een dergelijk model
Ten behoeve van dat betrouwbare model waarmee (middel)langetermijn effecten voorspeld kunnen worden is een specifieke onderzoeksinspanning nodig gericht op het oplossen van de geul en plaat problematiek. (Er is bijvoorbeeld op dit moment nog geen model dat de achteruitgang van een buitendelta kan weergeven op een termijn van 5 - 50 jaar).
- Monitoringsgegevens
Dit onderzoek is onmogelijk zonder veldgegevens. Lange termijn morfologische gegevens van buitendelta's, opdringende geulen en estuaria zijn beschikbaar. Op de kortere tijdschalen (5 jaar en korter) is er nog gebrek aan gegevens. De vaklodingen van de buitendelta's in het Waddengebied en de Voordelta in Zeeland worden om de drie jaar verricht en geven geen inzicht in processen die op kortere tijdschalen spelen. Hydraulische gegevens van stromingen en golven zijn beperkt aanwezig.

De bovenstaande redenering terug in de tijd leert dat een betrouwbaar instrumentarium onontbeerlijk is. Hierbij moeten we echter onderscheid maken in twee niveaus.

- 1) Een betrouwbaar instrumentarium is nodig om het systeemgedrag van een zeegatsysteem goed te beschrijven.
- 2) Een betrouwbaar instrumentarium is nodig om de effecten van een ingreep op de (middel)lange termijn goed te beschrijven.

Voor het eerste is geen pilot nodig, scenario 'Intensivering' is hiervoor in principe voldoende. Voor het tweede kan men met scenario 'Intensivering' een eind komen, maar zal de uitvoering van een pilot (incl. monitoring en extra onderzoek) leiden tot een degelijker resultaat.

Indien men wil besluiten om in de toekomst buitendelta's te gaan suppleren is het zeer verstandig om eerst een pilot uit te voeren. Ook indien men in de toekomst meerdere geulen wil gaan verleggen of afsluiten is het zeer verstandig om eerst een pilot uit te voeren. Maar, bij een geulverlegging zal er vermoedelijk minder snel sprake zijn van herhalingen op andere locaties, waardoor men in dat geval ook eigenlijk niet van een 'pilot' kan spreken, maar eerder van een incidentele geulverlegging.

Het doorlopen van deze stappen neemt geruime tijd in beslag, men zal zeker moeten denken aan een periode van 10 jaar.

8.3 Conclusie vanuit kennis oogpunt

Uitgaande van het huidige onderzoek en de huidige wijze en frequentie van monitoring is het verre van zeker dat de huidige specifieke zeegatsysteem problemen, ten aanzien van de lange termijn voorspellingen met modellen, over 20 jaar opgelost zullen zijn. Datasets voor goede validatie van modellen op de tijdschaal van 1 - 10 jaar, inclusief data over debieten, stromingen en golven ontbreken grotendeels.

Intensivering van monitoring en onderzoek gericht op zeegatsystemen zal de kans op succes ten aanzien van betrouwbare modelvoorspellingen binnen 20 jaar vergroten tot "aanzienlijk".

Zodat hiermee beter inzicht gegeven kan worden in kwantificering van de problematiek rond zeegatsystemen (Wanneer zijn er problemen te verwachten en hoe groot zijn deze?). Uitvoering van een pilot is niet strikt nodig om het systeemgedrag van zeegatsystemen beter te begrijpen en beter te voorspellen, gerichte monitoring en onderzoek op de relevante tijd- en ruimteschalen wel. Onderscheid wordt hier gemaakt tussen systeemgedrag en effecten van ingrepen.

Een goed uitgevoerde pilot, maar alleen met voldoende monitoring, levert direct kennis op over de respons van zeegatsystemen op significant menselijk ingrijpen. Zo'n unieke dataset is tot op heden niet beschikbaar. Met een dergelijke dataset en daaraan gekoppeld onderzoek is het wel mogelijk om betrouwbare voorspellingen van effecten te doen. Een pilot is nodig als men wil gaan besluiten om in de toekomst meerdere ingrepen (buitendelta suppleties of geulverleggingen) te gaan plegen om deze ingrepen goed en betrouwbaar te voorspellen. Indien men beide soorten ingrepen in de toekomst meermalig wil gaan uitvoeren zullen er twee pilots uitgevoerd dienen te worden (zowel een buitendeltasuppletie als een geulverlegging).

Essentieel van de kennisvergaring bij een pilot is in ieder geval een goede T0 meting, verdere monitoring van hydraulica, morfologie en ecologie en een uitgebreid onderzoeksprogramma. De minimale eisen qua grootte zijn voor een suppletie op de buitendelta zo'n 15 miljoen m³ en bij een geulafsluiting tussen de 10 miljoen m³ (Marsdiep afsluiting Molengat) en 25 miljoen m³ (geulverlegging Oostgat in de Westerschelde monding). De suppletiehoeveelheden zijn een eerste grove schatting, gebaseerd op expert judgement, en vergen nog verdere studie.

Bovengenoemde hoeveelheden zijn aanzienlijk. Om de mogelijkheden te verkennen kan in een relatief klein systeem gedacht worden aan een forse suppletie. Te denken valt dan aan een grote suppletie op de oostelijke rand van de buitendelta van het Marsdiep, nabij de drempel van het Molengat. Een suppletie van 6 – 8 miljoen m³ zal hier vermoedelijk al het nodige effect hebben. Er kan dan ook aan de buitendelta van het Borndiep gedacht worden. Nader onderzoek zal moeten uitwijzen of meetbare effecten te verwachten zijn. Een dergelijke verkenning heeft een groter risico op mislukken (ten aanzien van de oplossing van de kennisvragen).

Als het doel is een beter begrip te krijgen van het middellange termijn gedrag van zeegatsystemen, en de relatie met de kustontwikkeling en veiligheid van de omliggende gebieden (eilanden), evenals de relatie met de plaatontwikkeling in het achtergelegen estuarium, dan is de intensivering van monitoring en modelontwikkeling de benodigde hoofdactiviteit. Er is dan geen grootschalige pilot nodig. Als het doel is een beter begrip te krijgen van de effecten van ingrepen (bv megasuppleties of geulverleggingen) op het systeemgedrag, dan zijn beide nodig, zowel intensivering van monitoring en modelontwikkeling als de uitvoering van pilots.

9 Conclusies

In H2 zijn de volgende vragen geformuleerd, die in deze quickscan analyse zijn beantwoord. Achter iedere vraag staat in het kort het antwoord gegeven. Sommige vragen zijn samen genomen.

1. *Wat is het probleem rond buitendelta's en opdringende geulen, gezien de huidige expliciete en impliciete beleidsdoelen en wat is de urgentie om nu stappen te zetten? Wat is het risico op de lange termijn als de zandvoorraad in de buitendelta's niet behouden blijft? Op welke termijn wordt verwacht dat door het krimpen van de buitendelta's de kustveiligheidsnorm (voorkomen dat de norm-afslaglijn landwaarts verschuift) in het geding komt?*

Problemen met betrekking tot buitendelta's:

In de periode 1926 - 2005 is ongeveer 600 miljoen m³ sediment de westelijke Waddenzee in getransporteerd. Dit is ongeveer 8 miljoen m³ per jaar. In de Zuidwestelijke Delta zijn ook veranderingen in het volume van de buitendelta's waargenomen. De gezamenlijke voordelta van Westerschelde en Oosterschelde wordt ingeschat op een jaarlijkse krimp in de orde van 2 miljoen m³ per jaar. Toch lijken het hier vooral de opdringende geulen te zijn die momenteel voor de meeste problemen zorgen.

De belangrijkste consequenties van een krimpende buitendelta kunnen zijn:

- Afname van de golfbrekkende werking, waardoor meer golfenergie op de koppen van de eilanden terecht komt. Indien hier een waterkering ligt heeft dit consequenties voor de veiligheid.
- Afname van de werking als zandbron voor het oostwaarts gelegen eiland. Op termijn heeft dit consequenties voor de ligging van de kustlijn en de arealen van het duin en strand.
- Afname van de werking als zandbron voor het bijbehorende bekken, waardoor op termijn minder zand in het estuarium komt. Dit heeft een afname van plaatareaal en plaathoogte als gevolg.

Problemen met betrekking tot opdringende geulen:

Een opdringende geul kan zeer grote consequenties hebben voor de veiligheid. Wanneer de vooroever te steil wordt, kan deze gaan afschuiven of kan er een zettingsvloeiing optreden. Bij het Oostgat dreigde dit tot problemen te leiden en is een geulwandsuppletie uitgevoerd. Bij het Krabbengat, zien we eveneens een ontwikkeling waarbij de geul verdiept en opdringt naar de waterkering. In 1990 is hier aan de zeezijde van de geul zand weggehaald en aan de landzijde (op het strand en duin) terug gelegd, een kleine geulverschuiving dus. Een geulwandsuppletie heeft in de meeste gevallen maar een beperkte levensduur en het gaat daarbij dan ook vooral om een (tijdelijke) mitigatie van de nadelige effecten van de opdringende geul. Een geulverlegging daarentegen pakt het probleem iets directer aan en zou mogelijk voor een langdurigere oplossing kunnen zorgen.

De termijn waarop dit consequenties heeft voor de veiligheid:

De problematiek met opdringende geulen speelt op enkele plaatsen nu al een rol, vanwege de huidige positie van enkele geulen dicht tegen de kust. Verwacht wordt dat dit in de komende 1 á 2 decennia mogelijk een grotere rol gaat spelen, waarbij het onderhoud met de

huidige (strand)suppleties niet meer afdoende zal zijn. Ten aanzien van de termijn waarop de achteruitgang van de buitendelta's zich afspeelt en de wanneer ingrijpen urgent wordt, zijn de onzekerheden groot. Dit heeft vooral te maken met de onzekerheid ten aanzien van het eind-evenwicht en de daarbij behorende omvang van de buitendelta. Verwacht wordt dat de komende 3 á 5 decennia zich nog op geen enkele locatie grote (veiligheids)problemen met de buitendelta zullen voordoen. Op langere termijn zullen bovengenoemde effecten wel grotere problemen opleveren, zeker ook bij een sterkere zeespiegelstijging.

2. *Wat zijn de eventueel nadelige ecologische effecten van het krimpen van de buitendelta's en het opdringen van geulen?*

Deze vraag is nog moeilijk te beantwoorden. Ze zijn vooral te relateren aan de morfologische effecten. Achteruitgang van de eilandkust c.q. eilandkoppen zal resulteren in areaal verlies van belangrijk habitat. Achteruitgang van het plaatareaal in het estuarium zal eveneens leiden tot areaal verlies van belangrijk habitat. De effecten van de achteruitgang van buitendelta's op de ecologie van de buitendelta's zijn nog lastig aan te geven vanwege de onbekende effecten op de hoogteligging van de buitendelta en de onbekendheid met de ter plaatse aanwezige habitats. Een meer gedetailleerde uitwerking van de ecologische studie zal verdere inspanning vereisen. Of deze studie op dit moment opportuun is, is de vraag, gezien de nog zeer grote morfologische onzekerheden.

3. *Wat is het doel van een pilotsuppletie in een zeegatsysteem?*

4. *Welke andere meerwaarde (maatschappelijke doelen) dan oplossen van kennisleemtes kan een pilot bereiken?*

Er zijn twee soorten doelen aan te geven. Het eerste doel is om de kennis omtrent zeegatsystemen te vermeerderen om de problemen en effecten van toekomstige ingrepen betrouwbaar te kunnen voorspellen. De tweede soort zijn de maatschappelijke doelen. In Bijlage D staan de uitkomsten weergegeven van de potentiële suppletielocaties met de scores voor de verschillende doelen, zoals die tijdens de workshop zijn ingeschat. In een eventuele vervolgstudie, waarbij één of meer pilots nader worden onderzocht, zou uitgebreider kunnen worden gekeken naar de mogelijke maatschappelijke en economische baten van die betreffende pilot(s).

5. *Wat zijn de verschillende ideeën over de omvang, locatie en periode van uitvoering van een pilot? Op welke specifieke locaties is een pilotsuppletie te combineren met andere doelen (het handhaven van de BKL/economische/ecologische ontwikkeling)?*

Tijdens een interne werksessie met experts is per zeegat langs de Nederlandse kust nagegaan welke proefsuppletie(s) daar zinvol zouden zijn. Dit leverde uiteindelijk een selectie op van 11 interessante pilots, die hierna staan opgesomd.

Zuidwestelijke Delta:

- 12 Geulverlegging Oostgat (Afsluiting Oostgat en mogelijk ook Deurlo, met verlegging van vaargeul naar Walvischstaart)
- 13 Megasuppletie Kop van Walcheren
- 14 Geulafsluiting Onrust
- 15 Geulafsluiting Krabbengat
- 16 Geulwandsuppletie Krabbengat
- 17 Geulafsluiting Flauwe Werk

Waddengebied:

- 18 Geulafsluiting Molengat
- 19 Marsdiep rand buitendelta
- 20 Geulwandsuppletie Borndiep
- 21 Borndiep rand buitendelta
- 22 Megasuppletie Rottumerplaat

In Bijlage D staan de uitkomsten weergegeven van de potentiële suppletielocaties met de doelen en daarbij ook de ingeschatte volumes van de diverse pilots. Deze lopen van ongeveer 10 tot 25 miljoen m³. Wat betreft de periode van uitvoering is geen termijn gegeven. In hoofdstuk 8 staat weergegeven welke stappen hiertoe allemaal doorlopen dienen te worden. Daarbij dient rekening te worden gehouden met een termijn van minimaal 10 jaar.

Meest optimale pilots:

Vanuit de kennisoptiek zijn vooral de pilots Geulverlegging Oostgat, Borndiep rand buitendelta en Marsdiep rand buitendelta aan te bevelen. Vanuit de te verwachten maatschappelijke baten zijn vooral de pilots Geulverlegging Oostgat, Geulafsluiting Molengat en geulafsluiting Krabbengat uit de workshop naar voren gekomen.

Gezien vanuit zowel de kennis als de maatschappelijke baten scoren de pilots Geulverlegging Oostgat en Geulafsluiting Molengat het beste. Qua maatschappelijke baten scoort het Oostgat het hoogste vanwege de extra baten voor de scheepvaart naast natuur en recreatie. Maar daarbij hoort wel de kanttekening dat deze pilot qua kosten en qua risico's eveneens hoog scoort. Als derde potentiële pilot wordt 'Borndiep rand buitendelta' genoemd, die qua kennis hoog scoort, maar waarbij de maatschappelijke baten en de hoge kosten minder optimaal zijn. Ten aanzien van de buitendelta van het Marsdiep en de geulafsluiting van het Molengat dient nog nader onderzocht te worden of een combinatie van de geulafsluiting en een suppletie op de rand van de buitendelta nog tot een betere oplossing kan leiden.

6. *Welke kennisleemtes willen we oplossen, en is dat niet anders op te lossen dan met een pilot?*

Met betrekking tot zeegatsystemen is er sprake van een aantal kennisleemten ten aanzien van het systeemgedrag op de (middel)lange termijn. Een goede weergave van de plaat-geul interactie is van groot belang. Een belangrijk zorgpunt van dit moment is de niet-realistische ontwikkeling van geulen in estuaria op langere termijnen in rekenmodellen. De geulen worden te diep en te smal in vergelijking met de ontwikkelingen zoals we die in werkelijkheid zien optreden. Daarnaast is de ontwikkeling van de plaathoogte een zorgpunt, waarbij onder andere aan golven gerelateerde processen een grote rol spelen. In de huidige morfologische modellering is de ophoging van plaatgebieden nog problematisch. Model en werkelijkheid

wijken sterk af. De oorzaken van deze problemen zijn nog slecht in kaart gebracht, mede door het gebrek aan gegevens op de relevante tijd- en ruimteschaal.

- 1) Uitgaande van het huidige onderzoek en de huidige wijze en frequentie van monitoring is het verre van zeker dat de huidige specifieke problemen met zeegatsystemen, waaronder de plaat-geul interactie, over 20 jaar opgelost zullen zijn. Datasets voor goede ontwikkeling en validatie van modellen op de tijdschaal van 1 - 10 jaar, inclusief data van debieten, stromingen en golven ontbreken grotendeels.
- 2) Intensivering van monitoring en onderzoek gericht op zeegatsystemen zal de kans op succes ten aanzien van betrouwbare modelvoorspellingen binnen 20 jaar vergroten tot "aanzienlijk". Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen systeemgedrag en effecten van ingrepen. Uitvoering van een pilot is niet strikt nodig om het systeemgedrag van zeegatsystemen beter te begrijpen en beter te voorspellen, gerichte monitoring en onderzoek wel.
- 3) Een goed uitgevoerde pilot, maar alleen met voldoende monitoring, levert wel unieke kennis op over de respons van zeegatsystemen op significant menselijk ingrijpen. Zo'n unieke dataset is tot op heden niet beschikbaar. Alleen met een dergelijke dataset en daaraan gekoppeld onderzoek is het mogelijk om betrouwbare voorspellingen van deze respons te doen. Een pilot (3) kan niet zonder monitoring en generiek onderzoek aan zeegatsystemen (2) gedaan worden!

Vooraf in buitendelta's waar cyclisch grote hoeveelheden zand aanlanden op het stroomafwaartse (oostelijke) eiland is er een belangrijke vraag of deze cyclus door de ingrepen kan worden beïnvloed. Het toekomstige kustonderhoud van de eilanden wordt hier mede door bepaald. Verwachtingen over de effecten op deze cyclus kunnen met behulp van een model worden bestudeerd, maar alleen een pilot kan daar uitsluitend over geven.

Een pilot inclusief specifieke monitoring, evaluatie en onderzoek is nodig als men zou willen besluiten om in de toekomst meerdere ingrepen (buitendelta suppleties of geulverleggingen, c.q. -afdammingen) te gaan plegen om deze ingrepen goed en betrouwbaar te voorspellen. Bovendien zal de uitvoering van een pilot mogelijk leiden tot grotere financieringsstromen van aan de pilot gerelateerd ecologisch en morfologisch onderzoek, zoals dat ook bij de Zandmotor gebeurd is (STW en NEMO). Indien men beide soorten ingrepen in de toekomst meermalig wil gaan uitvoeren zullen er dus twee pilots, zowel voor een buitendelta suppletie als voor een geulverlegging, uitgevoerd dienen te worden.

Als het doel is een beter begrip te krijgen van zeegatsystemen, en de relatie met de kustontwikkeling en veiligheid van de omliggende gebieden (eilanden), evenals de relatie met de plaatontwikkeling in het achtergelegen estuarium dan is de intensivering van monitoring en modelontwikkeling de benodigde hoofdactiviteit. Er is dan geen grootschalige pilot nodig. Als het doel is een beter begrip te krijgen van de effecten van ingrepen (b.v. megasuppleties of geulverleggingen) op het systeemgedrag, dan zijn beide nodig, zowel intensivering van monitoring en model-ontwikkeling als de uitvoering van pilots.

10 Aanbevelingen tot vervolgonderzoek

10.1 Intensivering van monitoring en onderzoek systeemgedrag zeegaten

Een uitbreiding van de kennis over het systeemgedrag van zeegaten op de (middel)lange termijn is noodzakelijk om in de toekomst efficiëntere maatregelen te kunnen nemen, evenals beter te kunnen anticiperen op toekomstige problemen. In de voorgaande hoofdstukken is aangegeven dat uitvoering van een pilot hiervoor in eerste instantie niet strikt noodzakelijk is, maar een intensivering van monitoring en onderzoek wel. Een eerste beleidskeuze zou dus kunnen zijn om hier nu al in te gaan investeren, ten behoeve van het beantwoorden van de beleids- en kennisvragen omtrent het systeemgedrag in de toekomst.

Wanneer besloten wordt tot het intensiveren van monitoring en onderzoek, zal hiervoor een onderzoeksplan moeten worden opgesteld, waarin de onderzoeksvragen verder worden uitgewerkt. De databehoefte voor dit onderzoek vormt de basis voor het monitoringsplan. De volgende onderdelen zouden ook in het onderzoeksplan kunnen worden opgenomen:

- a) literatuurstudie naar goed gedocumenteerde vergelijkbare, internationale situaties (indien beschikbaar), voor wat betreft:
 - stochastische aard van de processen;
 - de invloed van het kombergingsgetij op de ontwikkeling van buitendeltageulen;
 - de invloed van suppleties/ingrepen op het cyclisch gedrag van de buitendelta's;
 - de invloed van veranderingen in de buitendeltavolumina en -configuraties op de kustlijn.
- b) Vergelijkend buitendeltaonderzoek op basis van bestaande data, zoals dat bijvoorbeeld voor de trilaterale Waddenzee momenteel vorm krijgt binnen DPW, (waarbij o.a. de ontwikkeling van de door storm beïnvloedde noord-zuid lopende kusten vergeleken wordt met de rustigere oost-west lopende kusten).

10.2 Voorbereidend onderzoek ten behoeve van een pilot

Het is niet ondenkbaar dat de wens ontstaat om te leren hoe we in de toekomst efficiënter in kunnen grijpen of sturing kunnen geven aan het systeem. Op dat moment zal een pilot wel noodzakelijk zijn, evenals het verkennende onderzoek dat daar aan vooraf gaat ('learning by doing'). De tweede beleidskeuze kan dus zijn om, naast het intensiveren van monitoring en onderzoek, ook een pilot uit te willen gaan voeren.

De eerste verkenning in dit rapport kan een basis vormen voor de keuze welke pilot(s) de voorkeur heeft (hebben) om verder te worden uitgewerkt. Daarbij moet onder andere ook gekeken worden naar de (neven)doelen die men met de pilot beoogt, of welke locatie de meeste voorkeur geniet. Wanneer de meest kansrijke pilots hiervoor zijn geselecteerd, zullen deze verder moeten worden uitgewerkt.

Op grote lijnen zijn we voldoende in staat om de initiële ontwikkeling van dergelijke grootschalige ingrepen in kaart te brengen. Maar eerdergenoemde onzekerheden over de ontwikkelingen op de middellange termijn brengen nog risico's met zich mee. Een mogelijkheid om deze risico's te beperken zou de keuze kunnen zijn om klein te beginnen, en op een minder gevoelige of complexe locatie. Deze aanpak lijkt echter minder zinvol, omdat enerzijds de suppletie van voldoende significant formaat moet zijn om traceerbaar te zijn en

invloed te hebben op het systeemgedrag, en anderzijds omdat een kleinere proef op een andere locatie in het algemeen minder representatief zal zijn voor de uiteindelijk beoogde ingreep.

Zinvoller lijkt het om te beginnen met een studie, waarin aan bod komen:

- c) Risico analyse, waarin wordt nagegaan welke mogelijke ongunstige ontwikkelingen kunnen optreden en hoe deze ontwikkelingen zouden kunnen worden voorkomen, danwel tijdig gesignaleerd en gemitigeerd. Hierbij kan mogelijk ook een eerste modelstudie worden ingezet.
- d) Kosten –baten analyse, waarin ook gekeken wordt naar de maatschappelijke, economische en ecologische aspecten.

Hieruit volgt een eerste advies over de haalbaarheid en de risico's van de ingreep (of ingrepen). Op grond hiervan kan vervolgens overwogen worden om een bepaalde ingreep nauwkeuriger in kaart te brengen en tot een ontwerp te komen.

De twee bovenstaande studies (a,b en c,d) kunnen iteratief van aard zijn; een aantal stappen zou een aantal keren kunnen worden doorlopen om het benodigde kennisniveau te bereiken. Het doorlopen van deze stappen neemt geruime tijd in beslag, men zal zeker moeten denken aan een periode van 10 jaar. Uiteindelijk moeten de studies richting geven aan:

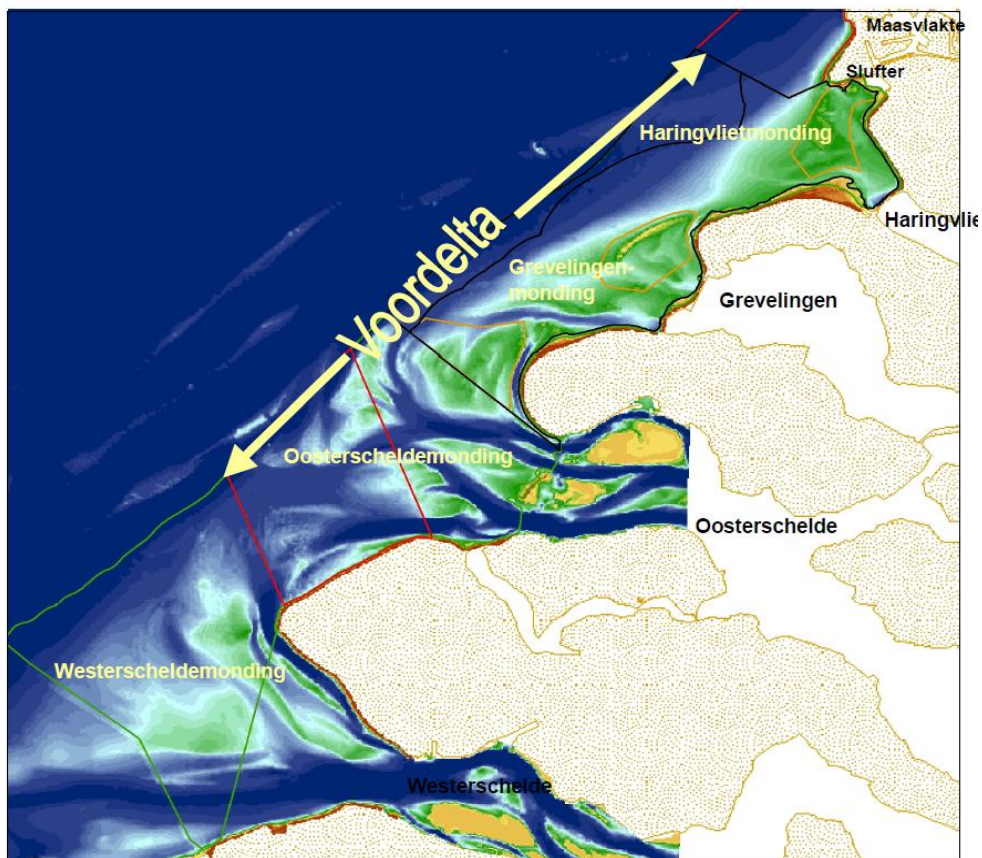
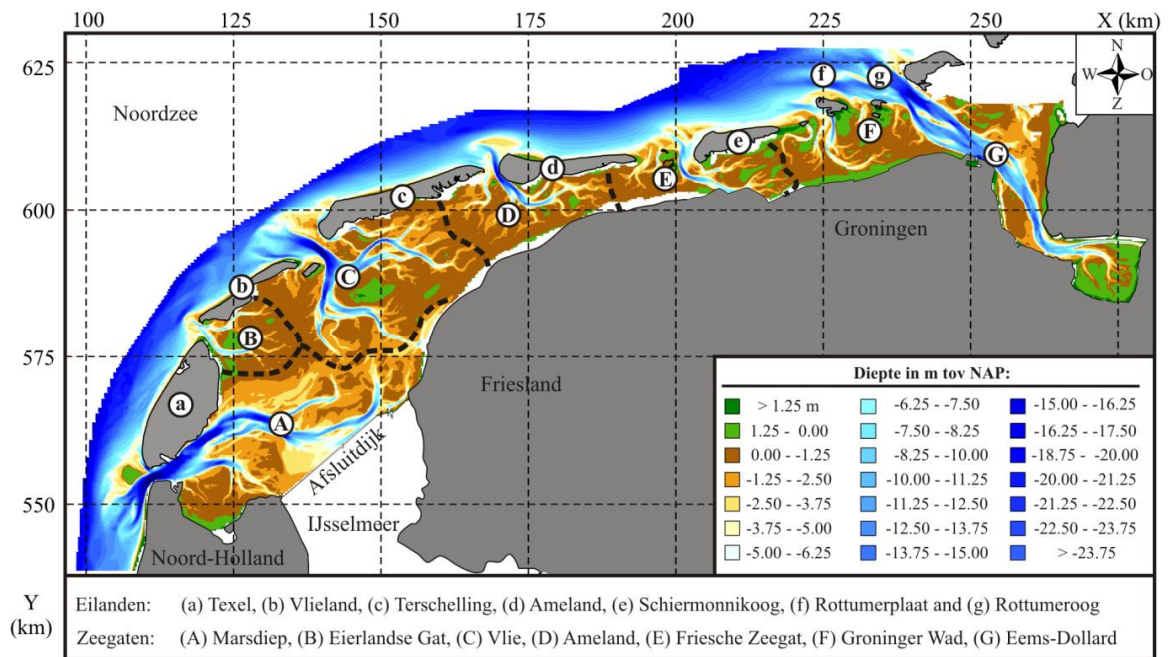
- het aanvullen van kennisleemtes
- het verbeteren van de modellering van zeegatsystemen
- het opzetten en uitrollen van een monitoringsplan om het autonome gedrag te bestuderen
- het opzetten en uitrollen van een monitoringsplan om de ingreep te bestuderen

Pas daarna zouden eventuele pilotsuppleties kunnen worden uitgevoerd.

11 Literatuur

- Cleveringa, (2008), Morphodynamics of the Delta coast (south-west Netherlands): Quantitative analysis and phenomenology of the morphological evolution 1964-2004, January 2008. *Rapport Alkyon*, A 1881
- Dalfsen, (2013), Verslag “Overleg pilot Buitendelta's, 14 december 2012”, jan. 2013.
- Elias, E., (2006), Morphodynamics of Texel Inlet, *Proefschrift Technische Universiteit Delft*.
- Elias, E., (2012), Buitendelta's: samenvatting bestaande kennis en opties voor zandsuppletie-pilots. *Deltares rapport* 1206188.007, juni 2012
- Elias, E.; A.J.F. van der Spek; Z.B. Wang; J.G. de Ronde (2012), Morphodynamic development and sediment budget of the Dutch Wadden Sea over the last century. *Netherlands Journal of Geosciences — Geologie en Mijnbouw* | 91 – 3 | 293 - 310 | 2012
- Ridderinkhof, W.; H.E. de Swart; M. van der Vegt; P. Hoekstra. Influence of the back-barrier basin length on the geometry of ebb-tidal delta's. *Submitted to Ocean Dynamics*, 2013
- Ronde, J.G. de (2008): “Toekomstige langjarige suppletiebehoefte”, *Deltares rapport*, Z4582.24, 2008.
- Sha, L.P. (1989): Variation in ebb-delta morphologies along the west and east Frisian islands, The Netherlands and Germany. *Marine Geology* 89: 11 - 28.
- Sha, L.P.; J.H. Van Den Berg (1993): Variation of Ebb-tidal Delta Geometry along the coast of the Netherlands and the German Bight. *Journal of Coastal Research*, Vol. 9, No. 3, pp 730-746.

A Overzichtskaarten Zeegatsystemen



B Overzicht potentiële pilots in zeegatsystemen

Tijdens een interne werksessie met experts is per zeegat langs de Nederlandse kust nagegaan welke (proef)suppleties daar zinvol zouden zijn. In deze eerste verkenningsslag is vooral gekeken welke kennis de pilot zou kunnen opleveren voor het beantwoorden van de kennisvragen (Hoofdstuk 5). In deze bijlage staat een overzicht van de pilots die in beschouwing zijn genomen en de mogelijke hoeveelheid kennis die de pilot zou kunnen opleveren. De kenniswaarde kreeg een score van 1 tot 3. Een score van 1 staat voor een pilot die wel kennis oplevert, maar weinig generieke kennis of minder vernieuwend. Een score van 3 staat voor een pilot die veel nieuwe kennis kan opleveren die ook toepasbaar zou kunnen zijn voor andere gebieden.

Locaties waar momenteel geen (morfologische) problemen zijn, of waar een pilot nauwelijks nieuwe kennis zou opleveren zijn aanvankelijk wel beschouwd, maar werden niet geselecteerd als mogelijke pilot. Een aantal van deze locaties staan wel vermeld in onderstaand overzicht, maar zijn lichter gekleurd.

B.1 De Zuidwestelijke Delta

<i>Naam Pilot</i>	<i>Kennis</i>	<i>Uitleg</i>
Appelzak (Figuur B.1)	n.v.t.	Gebied niet beschouwd als potentiële pilot. Het gebied is onlangs als Zwakke Schakel al aangepakt en het systeem heeft dus al een grote verandering doorstaan waardoor de nieuwe effecten van een pilot moeilijk los te beschouwen zijn ten opzichte van de effecten veroorzaakt door de aanleg van de zwakke schakel. De pilot levert dan dus weinig generieke kennis op
Geulwandsuppletie Oostgat (Figuur B.1)	n.v.t.	Gebied niet beschouwd als potentiële pilot. Hier is onlangs al een geulwandsuppletie uitgevoerd, dus een pilot is hier niet nodig. De huidige suppletie zou hier al veel kennis kunnen opleveren, mits voldoende monitoring wordt ingezet.
Geulverlegging Oostgat (Figuur B.1)	3	Met de afsluiting van het Oostgat (in combinatie met het verleggen van de vaargeul naar De Walvischstaart) kan veel kennis worden opgedaan over de invloed van ingrepen op de stabiliteit van geulsystemen. Bij het uitdiepen van De Walvischstaart kan het aldaar vrijgekomen zand worden gebruikt om het Oostgat dicht te gooien. (Vanwege de mogelijkheid tot kortsluiting met Deurlo, dient deze geul mogelijk ook dichtgegooid te worden.)
Megasuppletie Kop van Walcheren (Figuur B.1)	1	Vergelijkbaar met zandmotor, dus minder vernieuwend.
Geulafsluiting Onrust (Figuur B.2)	1	Zeer complex gebied vanwege de nabijheid van de Oosterscheldekering, gebied is niet in evenwicht. Levert daarom wel specifieke, maar geen generieke kennis op.

Geulafsluiting Krabbengat (Figuur B.2)	1	Levert geen extra kennis op over aanlandingscycli. Het gebied is niet in evenwicht vanwege de aanleg van de Oosterscheldekering en de pilot levert daarom weinig generieke kennis op.
Geulwandsuppletie Krabbengat (Figuur B.2)	1	Een pilot op deze locatie heeft geen andere eigenschappen ten opzichte van de eerder uitgevoerde geulwandsuppleties en levert daarom weinig nieuwe kennis op.
Geulafsluiting Flauwe (Figuur B.2)	2	Een pilot op deze locatie zou de aanlanding van de bollen van Goeree mogelijk kunnen versnellen. De pilot kan daarmee kennis opleveren over de mogelijkheid tot het beïnvloeden van deze natuurlijke processen.
	Werk	



Figuur B.1 Mogelijke pilots bij Westerschelde

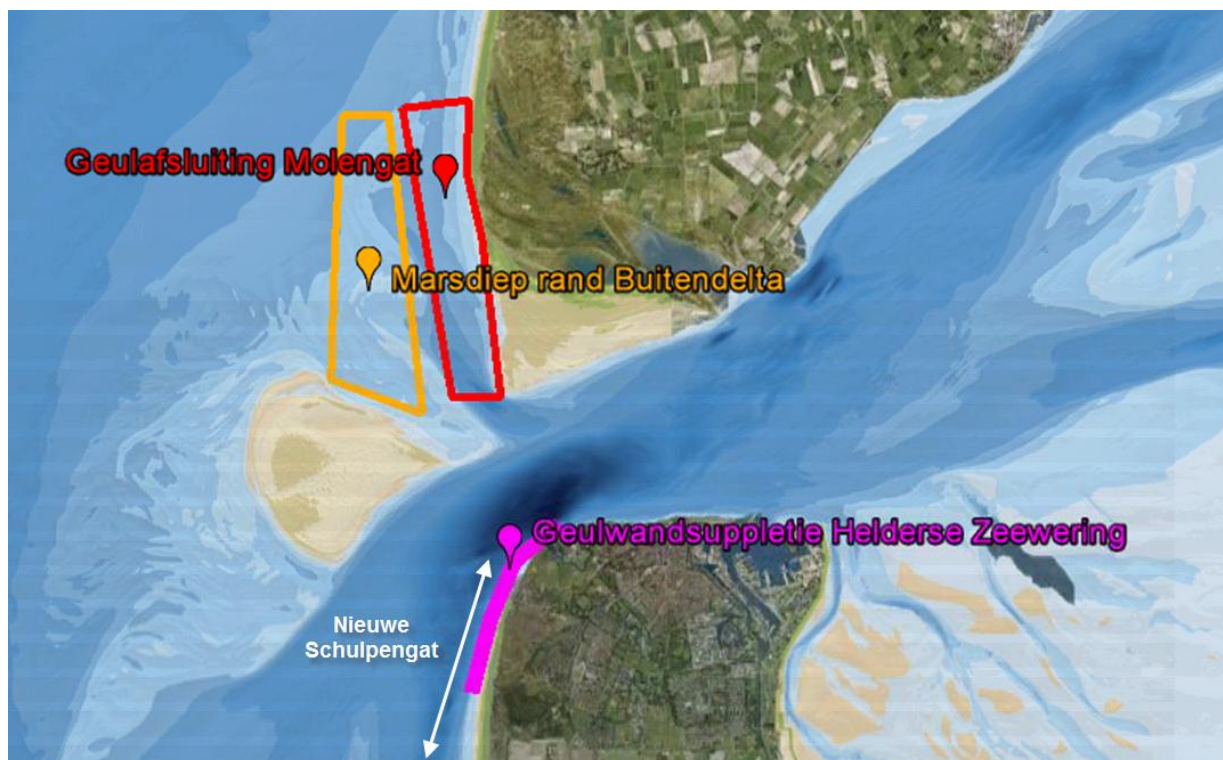


Figuur B.2 Mogelijke pilots bij Oosterschelde en Grevelingen, bodemdiepte afkomstig van Vaklodingen

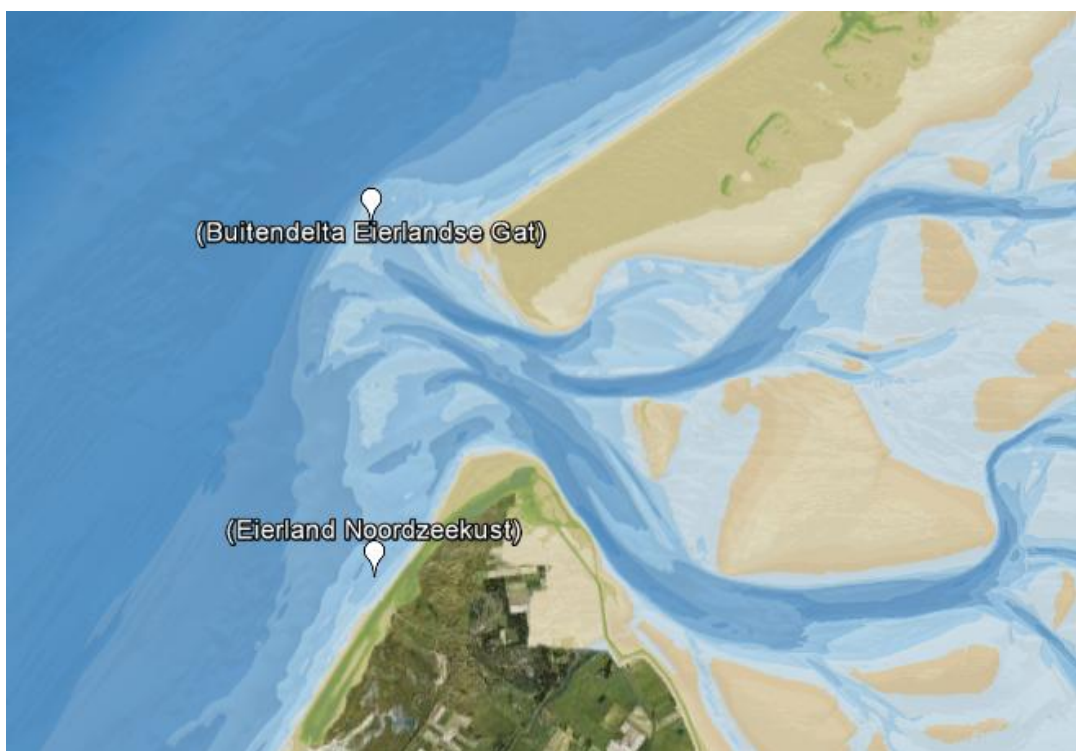
B.2 Het Waddengebied

Naam Pilot	Kennis	Uitleg
Geulafsluiting Molengat (Figuur B.3)	2 ½	Een geulafsluiting op deze locatie zou de aanlandingscyclus van de platen kunnen versnellen en zou zodoende hier veel kennis over kunnen opleveren, evenals kennis over de stabiliteit van plaat-geul systemen. Nadelen: Het Marsdiep is een zeer complex gebied en de autonome situatie is niet in evenwicht, waardoor de kennis minder generiek is.
Marsdiep Buitendelta (Figuur B.3)	rand 2 ½	Suppleren op de rand van de Buitendelta zou de aanlandings-cyclus kunnen versnellen en zou zodoende hier veel kennis over kunnen opleveren. Het kan mogelijk antwoord geven op de vraag of we door middel van ingrepen de aanlanding van banken kunnen beïnvloeden of opwekken en of deze bank zich vervolgens gedraagt als een 'natuurlijke' zandbank. Nadelen: het Marsdiep is een zeer complex gebied en de autonome situatie is niet in evenwicht, waardoor de kennis mogelijk minder generiek is.
Geulwandsuppletie Helderse Zeewering (Figuur B.3)	n.v.t.	Er is hier al een megasuppletie uitgevoerd waarvan nog veel te leren valt. Verstoring hiervan zou nadelig kunnen uitvallen voor de kennisontwikkeling omtrent deze eerdere suppletie.
Eierland Noordzeekust (Figuur B.4)	n.v.t.	Locatie niet aangewezen als potentiële pilot, de Noordzeekust van het eiland valt buiten de beschouwing van de zeegatsystemen.

Buitendelta Eierlandse n.v.t. Deze locatie is weliswaar interessant voor de kennisontwikkeling, Gat vanwege de relatief kleine omvang van zeegat en buitendelta, waardoor (Figuur B.4) met relatief kleine volumes al veel te leren valt. Maar omdat er momenteel absoluut geen maatschappelijke problemen zijn rond dit zeegat, is deze locatie niet meegenomen als potentiële pilot.



Figuur B.3 Mogelijke pilots bij zeegat Marsdiep, bodemdiepte afkomstig van Vaklodingen



Figuur B.4 Mogelijke pilots bij zeegat Eierlandse Gat, bodemdiepte afkomstig van Vaklodingen

Geulwandsuppletie Zuider Stormmelk (Figuur B.5)	n.v.t.	Niet aangewezen als mogelijke pilot. Zal weinig kennis opleveren omdat het gebied zeer complex is en weinig gegevens beschikbaar zijn over de ongestoorde, autonome situatie. Bovendien is de lokale geulwandproblematiek te kleinschalig om als onderzoeksobject te dienen.
Terschelling (Figuur B.5)	West n.v.t.	Niet aangewezen als mogelijke pilot. Momenteel geen onderhoudsproblematiek
Terschelling (Figuur B.6)	Oost n.v.t.	Ten aanzien van de kennis is deze locatie redelijk. Toch is deze niet meegenomen als potentiële locatie: er is geen BKL problematiek dus voor kustonderhoud minder interessant. Wel grote achteruitgang van de Boschplaat, maar dit wordt vooralsnog beschouwd als natuurlijke ontwikkeling.
Geulwandsuppletie Borndiep (Figuur B.6)	2	Ten opzichte van eerdere geulwandsuppleties op andere locaties, is hier een grotere/snellere erosie van de suppletie te verwachten. Hierdoor zijn de veranderingen goed te monitoren, wat veel kennis kan opleveren.

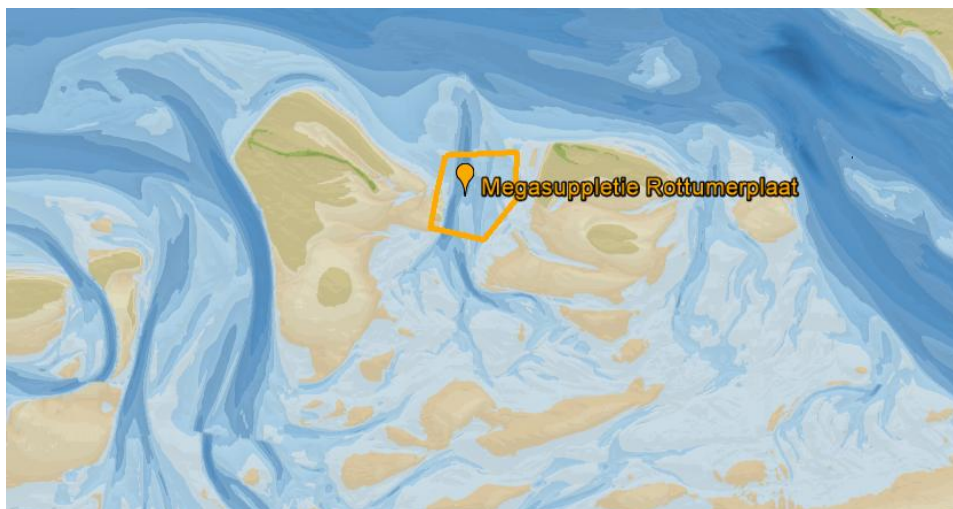
<p>Borndiep Buitendelta (Figuur B.6)</p>	<p>rand</p>	<p>3</p>	<p>Een suppletie op deze locatie geeft antwoord op de vraag of we door middel van een ingreep efficiënt aanlandingscycli kunnen creëren (en versnellen) en zo dus meer (en sneller) zand op het eiland kunnen krijgen. Ook kan het ons leren of deze zandbank zich vervolgens gelijkwaardig gedraagt aan de 'natuurlijke zandbanken'? De verwachte relatief snelle respons maakt het mogelijk deze goed te monitoren en de onderliggende processen te begrijpen. Omdat het zeegatsysteem redelijk in een natuurlijk evenwicht verkeert, levert het onderzoek ook meer generieke kennis op over andere zeegaten. Deze kennis is essentieel voor toepassing in meer complexe systemen.</p>
<p>Ameland Noordzeekust (Figuur B.6)</p>		<p>n.v.t.</p>	<p>Niet beschouwd als potentiële locatie: er is al heel veel in dit gebied gesuppleerd, nieuwe ingreep is daardoor moeilijk te interpreteren. Er is geen stabiele autonome situatie. Van de huidige (mega)suppletie (oostelijk) en de aangelande zandplaat (westelijk) is al veel te leren.</p>
<p>Megasuppletie Rottumerplaat (Figuur B.7)</p>		<p>2</p>	<p>Een ingreep hier zou uniek zijn, en levert daardoor veel nieuwe kennis op over de stabiliteit van plaat-geul systemen. De suppletie zou kunnen leiden tot de vorming van een nieuw 'eiland' en mogelijk de kust van Groningen beter kunnen beschermen tegen golfaanval. Het gebied is momenteel vrij onverstoord, dus is de autonome situatie relatief stabiel.</p>



Figuur B.5 Mogelijke pilots bij zeegat Vlie, bodemdiepte afkomstig van Vaklodingen



Figuur B.6 Mogelijke pilots bij zeegat Borndiep, bodemdiepte afkomstig van Vaklodingen



Figuur B.7 Mogelijke pilots bij Rottumerplaat, bodemdiepte afkomstig van Vaklodingen

C Verslag werksessie maatschappelijke afweging – 19 april

Verslag

Datum verslag 16 mei 2013	Ons kenmerk 1207778-000-VEB-0006	Opgemaakt door Claire van Oeveren - Theeuwes
Datum bespreking 19 april 2013	Aantal pagina's 7	

Vergadering

Werksessie maatschappelijke afweging

Aanwezig

Ranie Kapoerchan (RWS - WV), Evelien van Eijsbergen (RWS - WV), Hans Gerritsen (DPW), Simon Brassier (DP ZWD), John de Ronde (Deltares), Claire van Oeveren - Theeuwes (Deltares), Femke Schasfoort (Deltares)

Afwezig

Saskia Huijs (RWS - Zeeland), Bert Bulsink (DPK), Rick Hoeksema (RWS - NN), Quirijn Lodder (RWS - WV)

Agenda

- 10 u Inleiding:
1. Inleiding scope (Evelien)
 2. Stand van zaken onderzoek (John)
 3. Afwegingskader (John)
- 11u benoemen van belangrijkste baten & lasten
12u lunch
13u uitwerken belangrijkste baten en lasten, risico's

Inleiding

Doel: eerste gevoel krijgen voor mogelijke baten, lasten en risico's van de mogelijke pilots, anders dan de eerder geformuleerde kennis baten. Het krijgen van inzicht in wat kansrijke gebieden zouden zijn voor een pilot.

~

Afspraken planning

- 07 juni: Deltares stuurt conceptrapport naar Evelien
- 13 juni: projectteam stuurt reacties terug aan Evelien
- 28 juni: Deltares stuurt definitief rapport naar Evelien
- juli: opstellen gezamenlijk advies aan DPK, DPW en DP ZWD
- 4 sep: advies gereed, input voor kennisagenda/uitvoeringsagenda 3D zandbeslissing
- september: vervolgstappen duidelijk

Stand van zaken in onderzoek

Verzocht wordt om de redeneerlijn, waarom we op het idee voor een pilotsuppletie zijn gekomen, ook duidelijk mee te nemen in de rapportage.

Hoofddoel Deltaprogramma: lange termijn veiligheid. Hiervoor is verdere kennisontwikkeling nodig, zoals geformuleerd in de kennisvragen.

Bovendien is verdere ontwikkeling van de modellen nodig, ten behoeve van het modelleren van de middellange tot lange termijn (orde decennia – eeuwen). Een pilotsuppletie kan hier een bijdrage aan leveren.

In het DP Wadden onderzoeksprogramma Lange Termijn Systeemkennis komen ook modelontwikkelingen aan bod. Hetzelfde geldt voor onderzoeksprogramma van de Waterdients, KPP Beheer en Onderhoud Kust. Binnen Deltares vindt veel kennisuitwisseling plaats tussen deze diverse programma's.

~

Opmerking over slide in de presentatie van John: bij het plaatje met de 8 alternatieven in de Zuidwestelijke Delta staat in het kader eronder, bij nummer 8, nog de tekst: "*in Waddenzee*". Dit moet worden aangepast naar "*in estuarium*".

Afwegingskader

Vraag: of de pilot ook kennis op zou kunnen leveren voor de ecologie.

Kennis over de ecologie zit hem in dit geval vooral in de effecten van de ingreep op de ecologie. Deze vraag wordt binnen het kader van KPP B&O kust al behandeld. Bij uitvoering van een pilot moet uiteraard wel de ecologie in de monitoring worden opgenomen. Maar er wordt niet verwacht dat de pilot specifieke kennis over de ecologie zelf zou kunnen opleveren.

~

Verder werd gevraagd of de korrelgrootte van het gesuppleerde materiaal nog van invloed is, bijvoorbeeld of door de megasuppletie niet teveel van een ongunstige korrelgrootte in het bekken / estuarium wordt geïntroduceerd. (Vraag van Evelien).

Deze aspecten zouden in een vervolg stadium nader onderzocht moeten worden, bij het ontwerp van de uiteindelijke pilot. Dit speelt overigens ook een rol bij de huidige suppleties en is dus niet specifiek voor de pilot.

~

Bij het inschatten van de kosten in de tabel is alleen naar de kosten van de uitvoering (specifiek, kuubs) gekeken, waarbij wel enig onderscheid is gemaakt voor goedkopere en duurdere kuubs. De verdere kosten van monitoring e.d. zijn buiten beschouwing gelaten.

~

Het concept van een geulwandsuppletie is minder innovatief en meer gericht op het oplossen van een direct probleem. De werking zal een relatief korte termijn hebben. Maar: desalniettemin kan kennis over geulwandsuppleties tot een efficiëntieslag leiden voor het onderhoud en de lange termijn veiligheid. Dus om die reden alsnog wel aantrekkelijk en daarom meegenomen in de locaties.

In de rapportage zou misschien nog aandacht besteed kunnen worden aan de (beoogde) levensduur van een pilot. Voor hoe lang levert de pilot kennis op (of andere baten)? Ook: is er onderhoud aan de pilot nodig, bijvoorbeeld in de vorm van onderhoudssuppleties? (Zoals bij een geulwand suppletie, waarbij telkens teruggekeerd moet worden).

Invullen afwegingskader; samenvatting van de resultaten

Tijdens deze werksessie werden de locaties om hun potentiële maatschappelijke baten beoordeeld. Hierbij ging het vooral om het identificeren van de (maatschappelijk) meest aantrekkelijke pilots. Er is daarom gekozen voor een democratische afweging, waarbij iedere deelnemer een beperkt aantal voorkeursstemmen kon uitdelen. Voor elk van de vier maatschappelijke hoofdoelen (veiligheid, natuur, gebruiksfuncties, kostenbesparing) kon men drie locaties aanwijzen die volgens hem/haar het beste scores op dat specifieke doel. Het kan dus voorkomen dat een bepaalde pilot geen stemmen kreeg voor een bepaald maatschappelijk doel. Dit betekent dan niet dat deze pilot daaraan geen bijdrage zou kunnen leveren, maar dat men de bijdrage van andere pilots belangrijker achtte, met betrekking tot dat doel. We spreken daarom ook niet van een kwantitatieve score in punten, maar liever van een score in stemmen. Ten slotte werd de deelnemers gevraagd om de mogelijke risico's en aandachtspunten te benoemen.

In de tabel hieronder staan de resultaten samengevat: het aantal stemmen slaat op het aantal stickers dat een locatie kreeg voor die maatschappelijke waarde. De baten die daarbij op de stickers werden genoemd, staan in de rechterkolom vermeld. Hierbij wordt opgemerkt dat de genoemde (potentiele) baten in deze tabel niet het resultaat zijn van onderzoek, maar de opmerkingen van de deelnemers van de workshop.

Geulverlegging Oostgat

<i>waarde</i>	<i>stemmen</i>	<i>genoemde baten</i>
veiligheid	6	stabiele vooroever, ipv opdringende geul mogelijk positieve invloed op getijslag WS waardevol achterland (Walcheren) momenteel beperkte mogelijkheden voor versterking
natuur	4	uitbreiding ondiepe vooroever breed strand duinen estuarium
gebruiksfuncties	4	recht tracé voor scheepvaart visserij (invang van mosselzaad) recreatie(vaart), bij juiste inrichting kuststrook herinrichting mondingsgebied: windmolenparken geul minder dicht langs kust (veiliger voor scheepvaart) meer ruimte voor recreatie op strand en duin
kostenbesparing	4	vanwege oplossing tegen opdringende geul: op lange termijn minder onderhoud nodig (instandhouding BKL)
aandachtspunten, risico's	10	grote ingreep, dus grote risico's verzet lokale belangen mogelijk grote onderhoudsopgave nieuwe vaargeul stromingen i.r.t. recreatie en zwemwaterveiligheid grote monitoringsinspanning N2000 gebied verhoging stuifzand op korte termijn zeer grote verstoring ecologie vooroever recreatievaart niet meer langs kust tijdens aanleg tijdelijk geen scheepvaart meer mogelijk

Megasuppletie Kop van Walcheren

<i>waarde</i>	<i>stemmen</i>	<i>genoemde baten</i>
veiligheid	0	niet genoemd
natuur	0	niet genoemd
gebruiksfuncties	1	ruimte voor strandrecreatie en andere ontwikkelingen
kostenbesparing	1	in 1 keer veel aanleggen, in plaats van meerdere keren terugkomen
aandachtspunten, risico's	0	niet genoemd

Geulwandsuppletie Krabbengat

<i>waarde</i>	<i>stemmen</i>	<i>genoemde baten</i>
veiligheid	0	niet genoemd
natuur	0	niet genoemd
gebruiksfuncties	0	niet genoemd
kostenbesparing	0	niet genoemd
aandachtspunten, risico's	3	vanwege frequent onderhoud nadelig voor ecologie ondiepe vooroever

Geulafsluiting Krabbengat

<i>waarde</i>	<i>stemmen</i>	<i>genoemde baten</i>
veiligheid	4	langdurige oplossing voor opdringende geul weinig bufferruimte voor andere maatregelen waardevol achterland (Zuid-West Schouwen) afname buitendelta, vervlakking morfologie? relatie zandhonger Oosterschelde? aanzetdammen Oosterscheldekering?
natuur	1	dynamischer duin, strand en vooroever
gebruiksfuncties	2	meer ruimte voor recreatie mosselinvang gebied drinkwaterwinning
kostenbesparing	3	kustlijnonderhoud onderhoud aan kering?
aandachtspunten, risico's	3	effecten voor scheepvaart? aanpassing van de stromingen, i.r.t. recreatie extra baggerwerk grote ingreep, terwijl baten voor de veiligheid lokaal zijn stuifzand invloed op ontgrondingskuilen Oosterscheldekering

Geulafsluiting onrust

waarde	stemmen	genoemde baten
veiligheid	0	niet genoemd
natuur	0	niet genoemd
gebruiksfuncties	1	robuuster inrichten voor recreatie, samen met inrichting Veerse Duin
kostenbesparing	1	kustlijnonderhoud
aandachtspunten, risico's	2	effecten op de kering en de ontgrondingskuilen ondermijning blokkenmatten? instabiliteit damaanzetten?

Geulafsluiting Flauwe Werk

waarde	stemmen	genoemde baten
veiligheid	2	Zwakke plek in de kust met economisch interessant achterland veiligheid binnen- en buitendijks
natuur	1	brede vooroever
gebruiksfuncties	1	ruimte voor recreatie bescherming van drinkwater
kostenbesparing	0	niet genoemd
aandachtspunten, risico's	6	natuurlijke situatie met aangroei / aanlanding zandhaken zorgt al voor veel meerwaarde, levert dus geen extra baten op Bollen van Oosten (?) mogen niet bereikbaar worden: verstoring van rustgebied mogelijk gevaarlijk voor recreanten (bij poging tot oversteeek) extra slib op stranden

Marsdiep rand buitendelta

waarde	stemmen	genoemde baten
veiligheid	1	veiligheid Texel (lange termijn)
natuur	3	voeden van buitendelta, en daarmee ook bekken en aangrenzende eilandkusten. uitbreiding areaal droogvallende platen
gebruiksfuncties	1	langdurige voeding strand Texel
kostenbesparing	0	niet genoemd
aandachtspunten, risico's	0	niet genoemd

Geulafsluiting Molengat

waarde	stemmen	genoemde baten
veiligheid	2	veiligheid duinen Texel op lange termijn kennis opdoen voor veiligheid Zuid-West Walcheren
natuur	3	instandhouding ecologie strand, duin en vooroever instandhouden platen in bekken
gebruiksfuncties	3	strandareaal (grote recreatiebehoefte) mogelijk interessant voor kitesurfers
kostenbesparing	5	kustlijnonderhoud
aandachtspunten, risico's	8	mogelijk ontstaan van aansluiting met rustgebied / foerageergebied Noorderhaaks recreatievaart kan niet meer langs de kust, kan op weerstand stuiten let op draagvlak bij inwoners Texel veel stuifzand N2000 gebied aanpassingen hydrodynamica, water zoekt nieuwe weg en kan elders voor nieuwe problemen zorgen.

Borndiep rand buitendelta

waarde	stemmen	genoemde baten
veiligheid	0	niet genoemd
natuur	1	effect op aanlanding en land-water overgangen, vooroevers
gebruiksfuncties	3	langdurige voeding strand meer ruimte voor recreatie en andere ontwikkelingen behoud en uitbreiding drinkwaterwingebied (lange termijn)
kostenbesparing	2	kustlijnonderhoud minder dijkonderhoud door lagere golfbelasting
aandachtspunten, risico's	3	tijdelijk grote verstoring ecologie onderwater stromingen, zwemwaterveiligheid slib op strand let op draagvlak bij inwoners Ameland

Geulwandsuppletie Borndiep

waarde	stemmen	genoemde baten
veiligheid	2	opdringende geul bij harde kering
natuur	2	snelle voeding bekken, behoud plaatareaal extra zand voor Fügelpolle
gebruiksfuncties	2	behoud + uitbreiding drinkwaterwingebied compensatie gaswinning effecten
kostenbesparing	2	minder dijkonderhoud door lagere golfbelasting onderhoud kustlijn en kustfundament
aandachtspunten, risico's	4	weinig ecologische winst voor geulwand verstoring ecologie ondiepe vooroever vanwege frequent terugkomen let op draagvlak bij inwoners Ameland grote ingreep terwijl baten voor de veiligheid lokaal zijn

Megasuppletie Rottumerplaat

waarde	stemmen	genoemde baten
veiligheid	0	niet genoemd
natuur	4	creeren van nieuw eiland waar de natuur de vrije hand kan krijgen vergroting rust- en foerageergebied (droogvallende platen, strand en duin)
gebruiksfuncties	1	extra duinareaal: gunstig voor drinkwater
kostenbesparing	2	onderhoud kustfundament mogelijk minder onderhoud op Groningse kust en harde keringen
aandachtspunten, risico's	3	verlies van specifieke dynamische habitats (door gewijzigde stromingen) mogelijke neveneffecten ten aanzien van de morfologie en verplaatsing van geulen grote investering ten behoeve van natuur is minder goed uit te leggen

D Waarderingstabel doel en effecten

Mega Suppletie Zeegatsysteem (MESUZ)

Doel en Effecten aantal stemmen	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	Geul- verlegging Oostgat	Kop van Walcheren	Geul- afsluiting Onrust	Geul - afsluiting Krabbengat	Geulwand- suppletie Krabbengat	Geul- afsluiting Flauwe Werk	Geul- afsluiting Molengat	Marsdiep rand buitendelta	Geulwand- suppletie Borndiep	Borndiep rand buitendelta	Rottumer- plaat
Veiligheid (Binnendijks; buitendijks)	6	0	0	4	0	2	2	1	2	0	0
Natuur / Ecologie (Ondiepe vooroever zeezijde; duinen en stranden; estuarium)	4	0	0	1	0	1	3	3	2	1	4
Gebruiksfuncties (Recreatie; scheepvaart; visserij; kabels en leidingen; drinkwater)	4	1	1	2	0	1	3	1	2	3	1
Kostenbesparing (Ten aanzien van de lange termijn zandvraag van het kustsysteem)	4	1	1	3	0	0	5	0	2	2	2

Totaal	Geul- verlegging Oostgat	Kop van Walcheren	Geul- afsluiting Onrust	Geul - afsluiting Krabbengat	Geulwand- suppletie Krabbengat	Geul- afsluiting Flauwe Werk	Geul- afsluiting Molengat	Marsdiep rand buitendelta	Geulwand- suppletie Borndiep	Borndiep rand buitendelta	Rottumer- plaat
Baten (maatschappelijk)	14	1	1	7	0	4	8	5	6	4	5
Kennis (t.b.v toekomstige beslissingen)	3	1	1	1	1	2,5	2,5	2	2	3	2
Kosten aanleg (miljoen m3)	25	15	10	15	9	9	9	15	7	15	25

