

Memo

Aan

Stefan Pluis / Gemma Ramaekers / Harry de Loof / Robert Zijlstra / Kees Boer /
Zheng Bing Wang / Ad van der Spek / Pieter-koen Tonnon / Tommer Vermaas /
Ellen Quataert

Datum

10 Maart 2020

Aantal pagina's

1 van 17

Contactpersoon

Edwin Elias

Doorkiesnummer

+31(0)88 335 8372

E-mail

Edwin.Elias@deltares.nl

Onderwerp

Workshop Kustfundamentsuppleties bij eilandkoppen

Doc. Versie	Auteur	Controle	Akkoord
1.0	Edwin Elias	Ellen Quataert	Bob Hoogendoorn

1 Introductie

Op vrijdag 13 december 2019 heeft er een workshop met experts van Deltares en Rijkswaterstaat plaatsgevonden, ter identificatie van kansrijke locaties voor grootschalige suppleties met als doel geulbeïnvloeding. De workshop is onderdeel van een studie in KPP B&O Kust, waarbij Rijkswaterstaat door Deltares wordt ondersteunt in kennisopbouw rondom kustfundamentsuppleties ten behoeve van zowel het suppletieprogramma 2020-2023 als de verdere toekomst. Deze memo behandelt de resultaten van de workshop. Aanleiding voor de studie is door Rijkswaterstaat (WVL) als volgt beschreven:

"Op locaties waar door geulwerking de Basiskustlijn (BKL) niet handhaafbaar is, wordt op dit moment gekozen de erosie toe te staan of te beperken door regelmatige, kleinschalige, strandsuppleties. Ten behoeve van een duurzamere manier van het handhaven van de BKL wil Rijkswaterstaat een nieuwe variant onderzoeken, namelijk geulbeïnvloeding."

"Een systeemsuppletie is een manier om te oefenen om het systeem te beïnvloeden i.p.v. standaard het strand te suppleren. Deze locaties zijn structureel een probleem, dus zoeken naar een lange termijn oplossing en meer inzicht krijgen in de relevante processen. Het is nodig om onze toolbox met type suppleties uit te breiden, maar belangrijk om de relatie/overlapping met kustgenese2 in oog te houden."

Het gaat met name om kustlijnhandhaving (plaatsen waar een BKL middels dynamisch handhaven wordt onderhouden) bij locaties rond eilandkoppen (en staarten) . Voorafgaand aan de workshop zijn na een eerste inventarisatie door WVL vier potentiële locaties geïdentificeerd waar geulbeïnvloeding mogelijk toegepast kan worden.

Deze locaties zijn:

- (1). Bollen van de Ooster (Goeree),
- (2). het Molengat (zuidwest Texel),
- (3). Oostgat (noordwest Ameland) en
- (4). Plaatgat (noordwest Schiermonnikoog).

Het doel van de expertsessie met experts van zowel Rijkswaterstaat (WVL en Regionale Directies) en Deltares was tweeledig. Ten eerste willen we per locatie indicatieve suppletieontwerpen verkrijgen (inclusief indicatieve suppletievolumes) t.b.v. BKL-onderhoud. Ten tweede willen we hypothesen opstellen die in nader onderzoek kunnen worden getoetst.

Deelnemers aan de expert sessie

Kees Boer (RWS WNN)
Harry de Loof (RWS WVL)
Stefan Pluis (RWS WVL)
Gemma Ramaekers (RWS WVL)
Robert Zijlstra (RWS NN)

Edwin Elias (Deltares)
Zheng bing Wang (Deltares)
Ad van der Spek (Deltares)
Pieter-Koen Tonnon (Deltares)
Tommer Vermaas (Deltares)
Ellen Quataert (Deltares)

Voor aanvang van de expertsessie is de studie afgebakend. Hieronder worden de belangrijkste punten weergegeven:

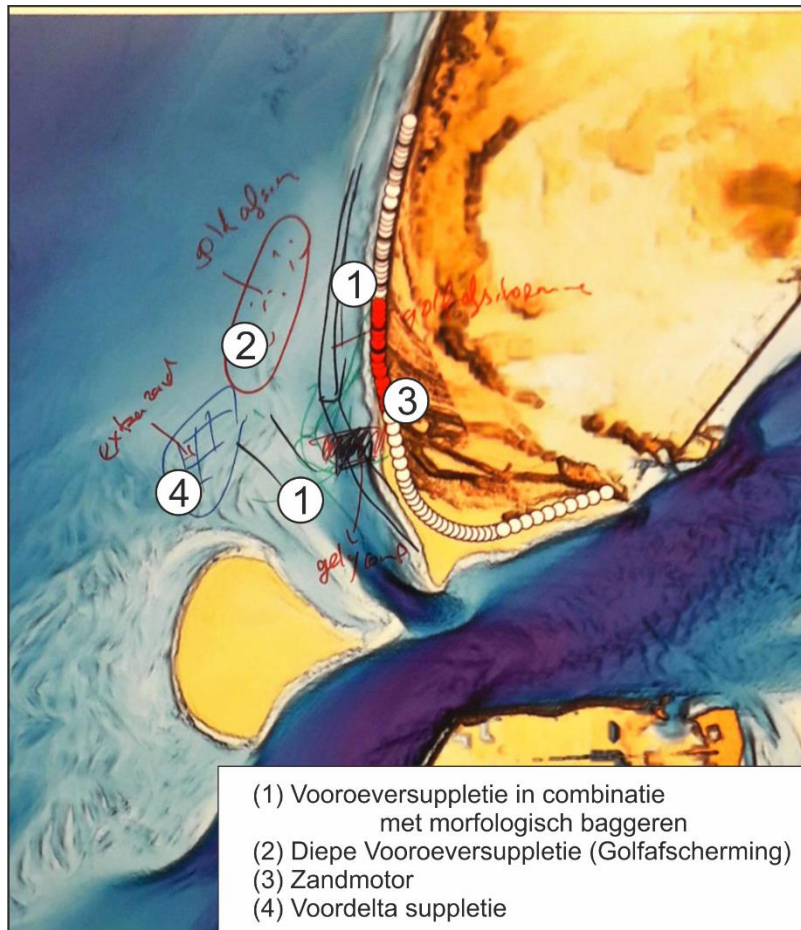
- De locatie Bollen van de Ooster wordt verder niet meegenomen in de workshop. Vanuit het reguliere suppletieprogramma is hier al een grote strandsuppletie gepland. Hierdoor is deze locatie minder geschikt als pilotexperiment.
- Een systeemsuppletie heeft niet noodzakelijkerwijs een relatie met volume. Het idee is het systeem (geul of plaat) te beïnvloeden zodat een gunstig effect optreedt voor de kustlijn. Dat hoeft niet per definitie te betekenen dat een groot volume gesuppleerd moet worden.
- Meewerken met bestaande processen en natuurlijke dynamiek meenemen in het ontwerp van de suppletie. De huidige vooroever- en strandsuppleties mitigeren de effecten van erosie. Kunnen we door slim suppleren het morfologische systeem zo beïnvloeden dat we de erosie kunnen voorkomen en dat we de BKL duurzamer kunnen handhaven.
- Een gestelde restrictie (voor deze workshop) is: werken met zand. Geen harde elementen toevoegen.
- Uitvoerbaarheid van de suppletie is niet een directe restrictie bij het formuleren van de varianten.

Leeswijzer van deze memo.

In de volgende 3 hoofdstukken worden de drie verschillende locaties nader uitgewerkt; het Molengat (zuidwest Texel), Oostgat (noordwest Ameland) en Plaatgat (noordwest Schiermonnikoog). Tijdens de expertsessie zijn per locatie verschillende varianten ingetekend op een gezamenlijke kaart. Voor de leesbaarheid zijn in deze memo de verschillende varianten conceptueel iets verder uitgewerkt in individuele figuren op basis van een recente bodem. In deze uitwerking zijn waar mogelijk de hoogte en grootte van de voorgestelde suppletievariant afgeschat vanuit de tekening van de expertsessie. De getoonde suppletievarianten zijn geen volledig uitgewerkte suppletieontwerpen, maar puur indicatief om een beter idee te verkrijgen van orde grootte van de benodigde volumes. Deze volumes kunnen sterk verschillen door kleine variaties in de voorgestelde vorm en grootte van de variant.

2 Molengat (zuidwest Texel)

2.1 Identificatie van mogelijke oplossingsrichtingen



Figuur 2-1 : Samenvatting van de verschillende varianten ingetekend tijdens de workshop voor het Molengat (Texel).

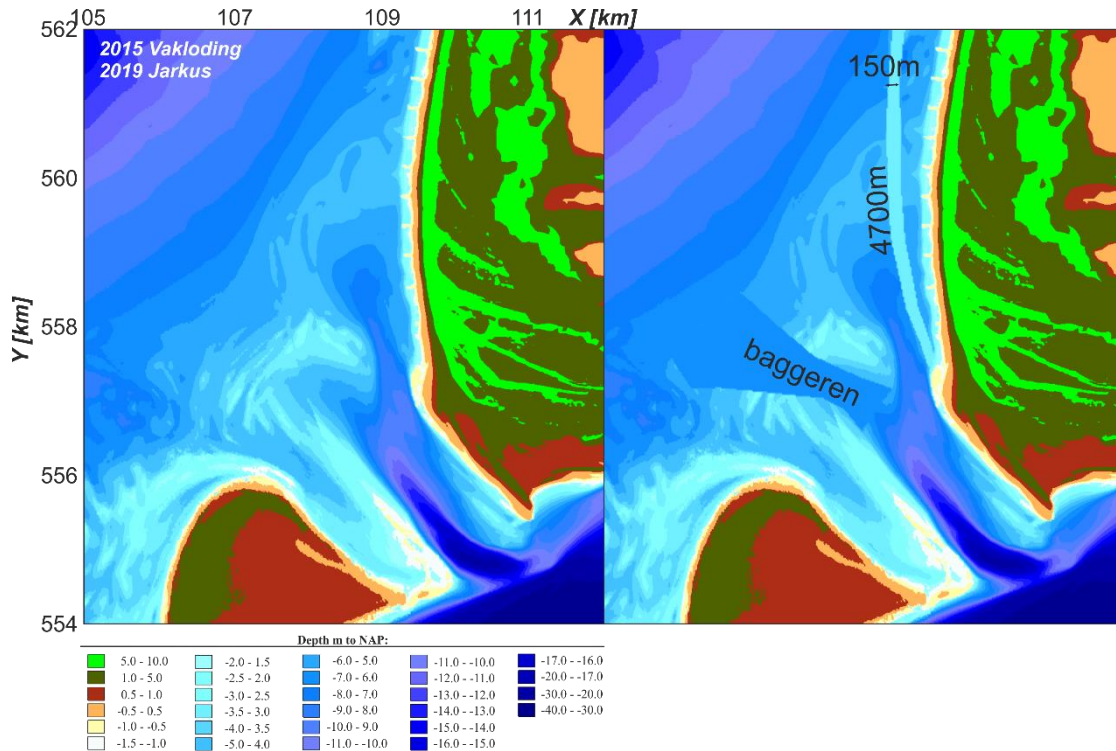
Voor de Zuidwestkust van Texel zijn 4 mogelijke oplossingsrichtingen geïdentificeerd (Figuur 2.1). Deze oplossingsrichtingen zijn:

- (1). Vooroeveraanvulling langs de kust in combinatie met morfologisch baggeren
- (2). Diepe vooroeveraanvulling
- (3). Zandmotor type oplossing
- (4). Buitendeltaaanvulling.

In het volgende hoofdstuk worden deze varianten nader uitgewerkt.

2.2 Uitwerking suppletievarianten

2.2.1 Vooroeversuppletie langs de kust in combinatie met morfologisch baggeren



Figuur 2-2: Huidige bodem gebaseerd op de 2019 JarKus grids en aangevuld met de 2015 Vaklodging (links). Vooroeversuppletie in combinatie met morfologisch baggeren op de huidige bodem (rechts).

Deze variant bestaat uit 2 delen die samen of afzonderlijk uitgevoerd kunnen worden. Deel 1 is gebaseerd op het principe van een reguliere vooroeversuppletie. Langs de kust van Texel is een doorgaande brekerbank aanwezig. Deze brekerbank stopt net ten noorden van de Noorderlijke Uitlopers van de Noorderhaaks (NUN). De vooroeversuppletie trekt deze brekerbank eigenlijk zuidwaarts door ongeveer tot de Hors. De getekende variant (Figuur 2-2, rechts) heeft een lengte van 4.7 km en een breedte van 150 m. De hoogte van -2.5m sluit aan op de hoogte van de natuurlijke bank. Het totaal benodigde zandvolume in deze variant is 2.1 miljoen m³. Het lijkt niet waarschijnlijk dat deze bank zo aangelegd kan worden. In werkelijkheid zal er wel veel meer zand benodigd zijn om een dergelijke bank te creëren (geschat op ~ 4 – 5 miljoen m³).

Kansen

- Voeding van de kust. Er zal een surplus aan zand aangebracht moeten worden om deze bank te vormen. Dit geeft direct een bijdrage aan het zandvolume van de kust.
- Golfafscherming. Golfbreking op deze bank geeft een reductie van de golfenergie aan de kust. Dit kan een reductie van de kustlijnerosie geven.
- Verdringen van het Molengat. Door aanleg van de bank tussen het diepe deel van het Molengat en de kust fungeert de bank ook als buffer tegen de uitschurende werking van het Molengat.

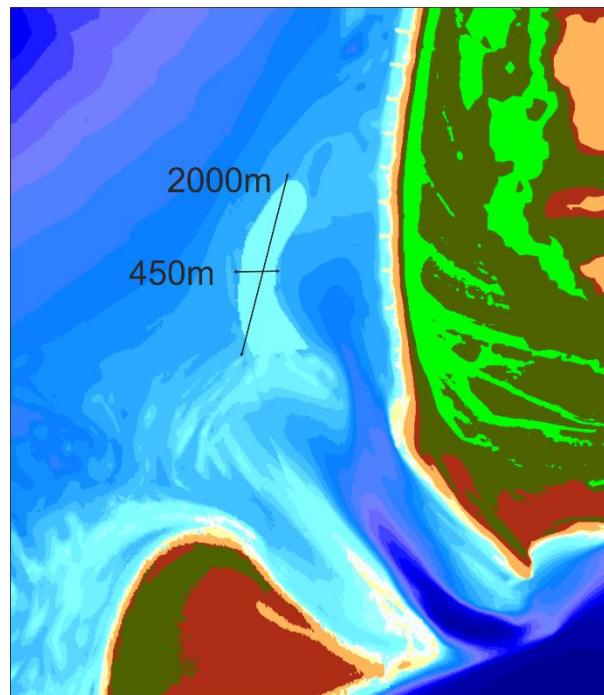
Reductie van de invloed van het Molengat kan verder worden versterkt door het strategisch baggeren van het Molengat. Het baggeren van de drempel ter plaatse van de ebschaar bevordert stroming door deze geul. Een zeewaartse uitstroom van het Molengat zorgt ervoor dat het noordelijke deel van het Molengat zijn functie verliest. Dit kan kustaangroei bevorderen. Het is wel de vraag of de in variant Figuur 2-2 getekende variant al toereikend is om dit te bereiken. Het doorbaggeren van het ebschild leidt niet per definitie tot een grotere stroming hier. Natuurlijke

processen zijn wel in staat geweest de schaar en het ebschild te vormen, maar deze zijn ook al gedurende lange tijd in de bodem terug te zien. Het aanvullend afsluiten van Molengat (zoals uitgewerkt in Figuur 2-4 variant 3) is dan misschien een logische aanvullende stap, dan moet de stroming wel door de nieuwe geul heen gaan. Een verdieping tot ongeveer -6 m levert hierbij 2,7 miljoen m³ sediment. Een grotere verdieping tot -8m NAP levert 7,5 miljoen m³ sediment.

Risico's

- Dit is grootschalig ingrijpen in het geul-plaat systeem. Hier zijn dus ook grootschalige veranderingen en responses te verwachten.
- De geulen gaan veranderen. Molengat lag vrij stabiel qua positie.
- De nieuwe geul door de NUN zal gebruikt worden als vaargeul. In dit gebied zijn echter ook grotere morfologische veranderingen en dynamiek te verwachten. Een vaargeul is dan ook aan verandering onderhevig wat een gevaar kan opleveren.
- Effectiviteit van de vooroeversuppletie is twijfelachtig. In de natuurlijke bodem ligt geen brekerbank. Het is daarom de vraag of een kunstmatig aangelegde bank dan ook gehandhaafd gaat worden. Het is waarschijnlijker dat golf-gedreven transporten deze bank opbreken en verplaatsen. Hierdoor kunnen juist gradiënten in de sedimenttransporten ontstaan waardoor er lokaal grotere kustlijnerosie kan optreden.

2.2.2 Diepe vooroeversuppletie



Figuur 2-3 : Voorbeeld van een diepe vooroeversuppletie.

Figuur 2-3 geeft een voorbeeld van een diepe vooroeversuppletie. De getekende variant sluit hierbij aan op het centrale deel van de Noorderlijke Uitlopers van de Noorderhaaks. Voor een suppletie van ongeveer 2 km lang, 450m breed (oppervlakte van 1 miljoen m²) en een hoogte van -2.5 m is dan 2.1 miljoen m³ sediment nodig. Elke meter hoger geeft een toename met 1 miljoen m³.

Kansen

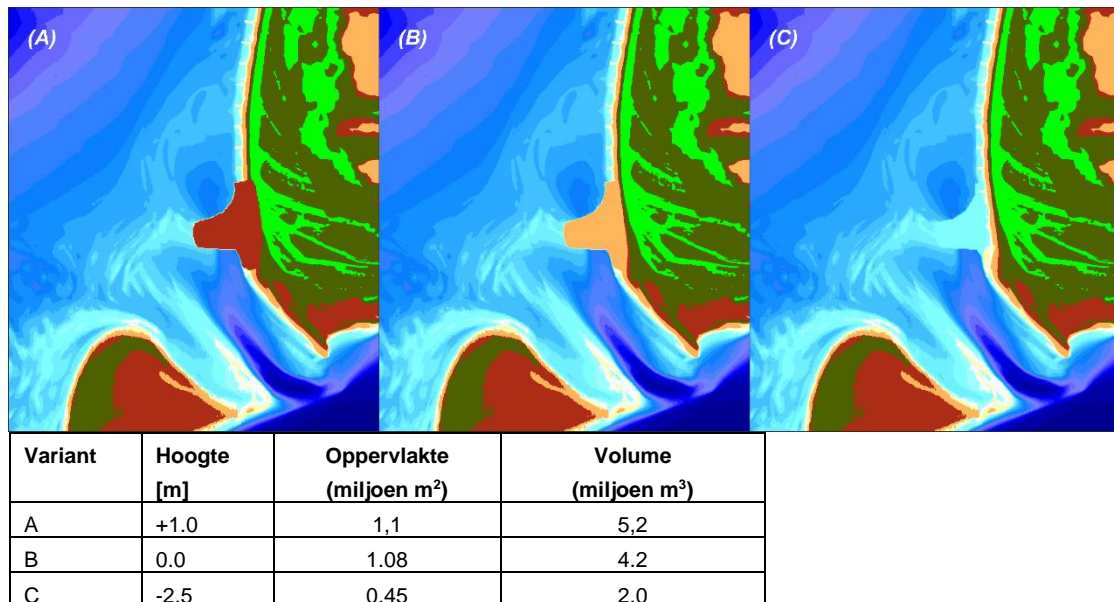
- Golfafscherming. Door deze langgerechte suppletie vergroot de golfbreking waardoor de golfenergie bij de achterliggende kust afneemt. Hierdoor kan er meer sediment aanwas in het achterliggende gebied plaatsvinden.
- Het aanbrengen van een grote bank voor de kust vergroot het zandvolume.

- Mogelijkheid tot toekomstige bankaanlanding. Hiervoor zal in plaats van een diepe bank, een hoge bank aangebracht moeten worden (bijvoorbeeld met hoogte van +2.5 m NAP).

Risico's

- Voor een merkbare vergroting van de golfbreking zal de suppletie ondiep moeten worden aangebracht. Dit is uitvoeringstechnisch niet de meest efficiënte oplossing.
- Het is onduidelijk hoe deze bank zich verder gaat gedragen. De huidige NUN verheelt eigenlijk ongemerkt met de kust op een diepte van ongeveer -5m. Een duidelijk ondiepere bank kan een ander gedrag vertonen. Een landwaartse verplaatsing van de bank kan lokaal de erosie (tijdelijk) vergroten (als voorbeeld zie hier de Bollen van de Ooster).
- Geen directe effecten voor de achterliggende kust. Er wordt zeewaarts veel zand aangebracht, maar op de achterliggende kust zal dit niet direct waarneembaar zijn.

2.2.3 Zandmotor type oplossing / geulafsluiting



Figuur 2-4: Indicatie van de 4 uitvoeringsvarianten van de "zandmotor type oplossing". Aanleghoogte (A) +1.0 m, (B) +0.0 m en (C) -2.5 m.

Deze variant is staat haaks op de kust en lijkt hierin op de zandmotor. De suppletie is zodanig aangelegd dat deze een verbinding maakt met het voorliggende ebschild. Het ebschild heeft een diepte van ongeveer -2.5m. Ter indicatie zijn in Figuur 2-4 drie uitvoeringsvarianten getoond. In principe hebben deze varianten een gelijke vorm maar verschillen in hoogte. Met toenemende hoogte nemen de volumes en het oppervlakte toe. Bij een hoogte van + 1m NAP is een volume benodigd van ongeveer 5,2 miljoen m³. Deze suppletie steekt dan 1300m zeewaarts uit met een breedte van ongeveer 650 m.

Kansen

- Voeding van de kust (analoog aan de zandmotor). Het zandvolume zal zich kustlangs verspreiden en zo bijdragen aan het behoud van de aanliggende kustvakken. Het is de verwachting dat de suppletie zowel naar het Noorden als naar het zuiden zal verplaatsen.
- Afsluiting van het Molengat. Door verbinding te maken met het voorliggende ebschild wordt in principe de geul Molengat geheel of gedeeltelijk afgesloten. Het langsgetij is een oorzaak achter de geobserveerde erosie van de kustlijn. Afsluiting van het Molengat verkleint de kustlangse stroming en neemt zo een oorzaak van erosie weg.
- Invangen van het de kustlangse sediment stroom. Aan weerszijden van de dam ontstaan luwtegebieden waarin het kustlangse sediment kan worden ingevangen.

- Bevorderen van duingroei. Aanleg van een “hoge” zandmotor geeft een verbreding van het strand waardoor lokale duingroei bevorderd wordt.

Risico's

- Door zeewaartse uitbouw van het strand ontstaan complexe plaatpatronen die gedeeltelijk droogvallen gedurende de getijcyclus. Dit geeft een veiligheidsrisico voor insluiting van recreanten.
- Het Molengat is onderdeel van het grootschalige zeegat systeem en vormt al vele decennia onderdeel van het zeegat. Afsluiting van het Molengat kan dus ook op grotere schaal veranderingen geven. Deze veranderingen, bijv. vorming van een nieuw Molengat, zijn moeilijk te voorspellen.
- Door afsluiting van het Molengat ontstaan aan weerszijden van de afsluiting 2 diepe gaten waarin veel sediment kan bezinken. Voor het opvullen van deze geulen wordt waarschijnlijk eerst zand onttrokken van de naastliggende banken en kust. Dit kan initieel dus een verlies van de kustlijn geven.

Een interessante optie bij Texel lijkt het aanbrengen van een zandmotor suppletie in combinatie met het morfologisch baggeren van het Molengat (zoals weergegeven in Fig. 2.2). Het vrijgekomen materiaal vanuit het Molengat kan dan direct gebruikt worden voor aanleg van de “zandmotor”. Dit maakt het waarschijnlijk mogelijk efficiënt zand aan te brengen in anders moeilijk bereikbare gebieden. Dit geeft voor kustfundament handhaving niet direct een voordeel maar wel vanuit kustlijnbeheer.

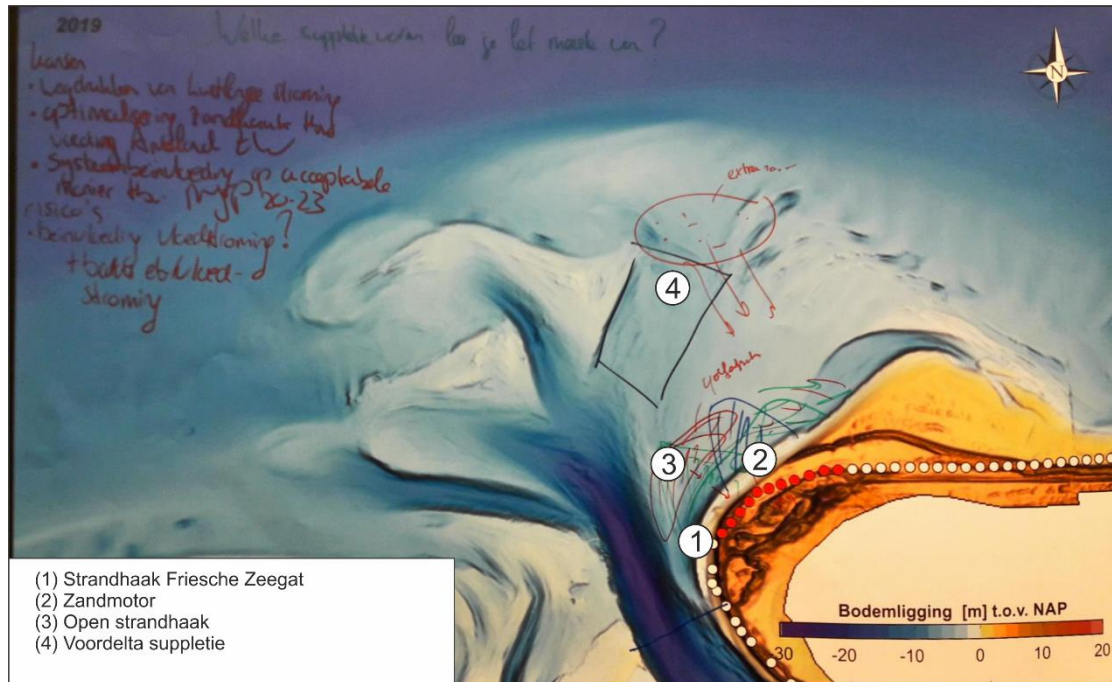
Het verleggen, morfologisch baggeren, van Molengat geeft een aantal voordelen. Ten eerste wordt hierdoor voor lange tijd de geul van de kust weggeleid. Het zal dan lang duren voor deze geul weer terug bij de kust ligt. Deze geul geeft een nieuwe noordelijke vaarroute (het gevaar is dan wel dat die weer gehandhaafd moet worden). Een nieuw noordwestelijk gericht Molengat zorgt ervoor dat het noordelijke deel van de NUN vrij is om kustwaarts te migreren. In combinatie met een suppletie die het Molengat afsluit zal dit een grote, langdurige (orde 10 jaar) voeding van de kust. Het verlies aan zandvolume van de buitendelta zou aan de zeewaartse zijde van de Noorderhaaks kunnen worden gecompenseerd. Deze locatie is relatief makkelijk toegankelijk waardoor grote zandvolumes efficiënt kunnen worden aangebracht.

2.2.4 Buitendeltasuppletie.

Variant 4 is hier niet verder in detail uitgewerkt. Deze variant heeft als doel de zandvoorraad in het systeem te vergroten door extra zand aan te bieden in het zeewaartse deel van de buitendelta (zie Figuur 2-1). De suppletie wordt hier zeewaarts van de buitendelta aangelegd waardoor er waarschijnlijk geen directe beïnvloeding van de geulen zal plaatsvinden. De erosiesnelheid van het buitendelta front (zeewaarts van de Noorderhaaks) is hier gemiddeld 3 miljoen m³/jaar. Afhankelijk van het aangebrachte volume zal de suppletie korter of langer als voeding fungeren, maar grote verliezen zijn wel te verwachten. Gedeeltelijk zal dit zand bijdragen aan de NUN en dus indirect, op langere termijn, ook aan de voeding van de kust. Een directe respons in kustlijnligging is niet waarschijnlijk. Voor het behoud van de zandbuffer functie van de buitendelta zijn deze suppleties toepasbaar, maar een rechtstreekse koppeling naar kustlijnbeheer is lastig te maken.

3 Oostgat (Ameland Noordwest)

3.1 Identificatie van mogelijke oplossingsrichtingen



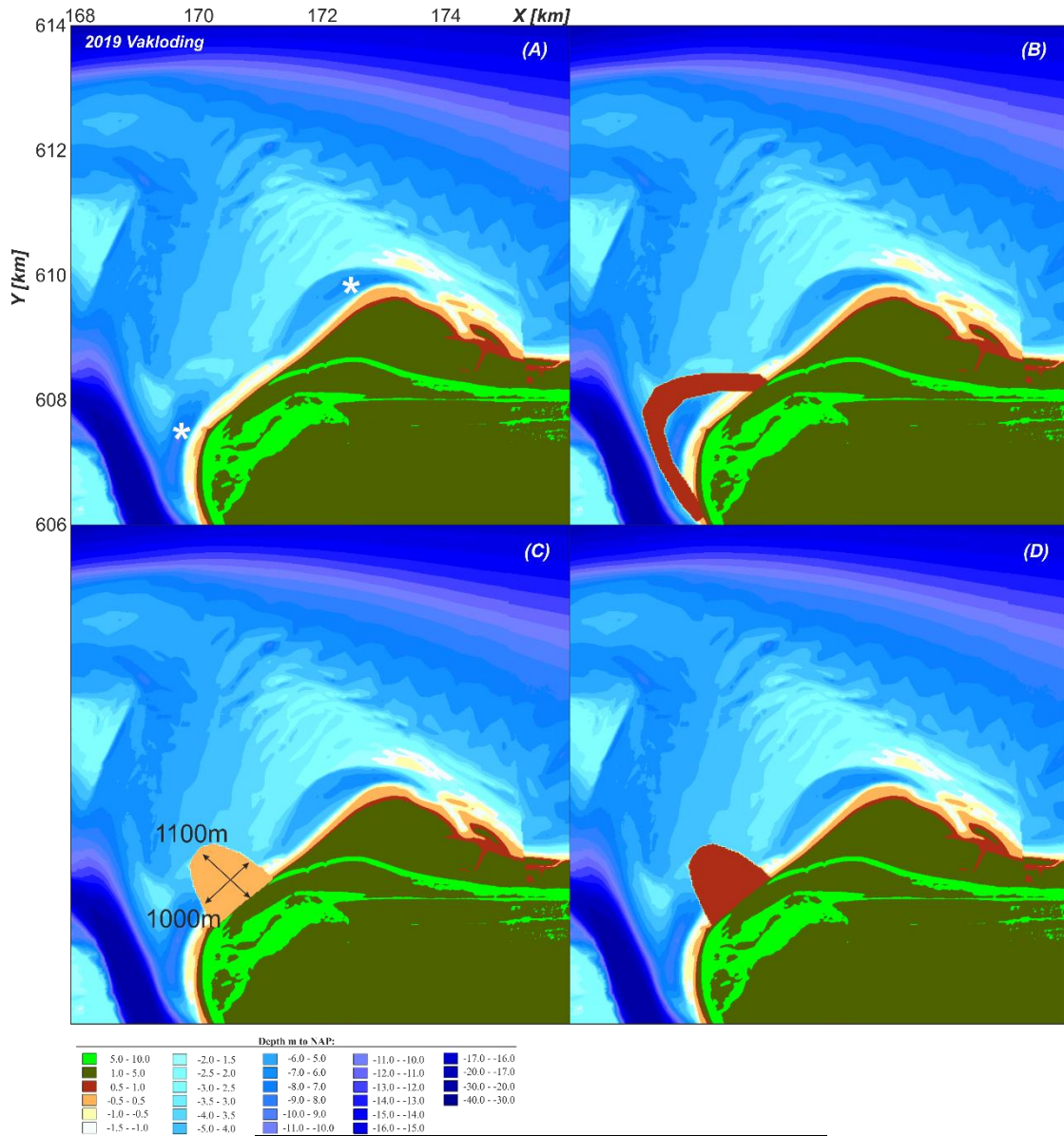
Figuur 3-1 : Samenvatting van de verschillende varianten bij het Oostgat

Voor de noordwestkust van Ameland zijn er 4 oplossingsrichtingen geïdentificeerd (Figuur 3-1). Binnen deze oplossingsrichtingen zijn wel verschillende varianten mogelijk zoals aangegeven in de detailuitwerking.

Deze oplossingsrichtingen zijn:

- (1). Strandhaak "Friesche Zeegat"
- (2). Zandmotor
- (3). Open strandhaak
- (4). Buitendeltasuppletie.

3.2 Uitwerking suppletievarianten



variant	Hoogte [m]	Oppervlakte (miljoen m ²)	Volume (miljoen m ³)
A	-	-	-
B	+1.0	1.3	6.3
C	0	1.0	2.9
D	+2.5	1.0	3.9

Figuur 3-2 (A): Huidige bodem gebaseerd op de 2019 Vakkoding. (B). Suppletie variant Strandhaak "Friesche Zeegat". (C) Variant Zandmotor: hoogte 0m NAP, (D) Variant Zandmotor: hoogte +1m NAP.

3.2.1 Strandhaak “Friesche Zeegat”

Figuur 3-1B geeft een impressie van een strandhaak geïnspireerd door de strandhaak die in het verleden is opgetreden bij het Friesche Zeegat. Deze variant heeft als voordeel dat een relatief groot oppervlak kan worden bestreken met een beperkte sedimentvoorraad. Het binnenste deel van de haak moet niet gevuld worden. In de gepresenteerde uitvoering is er voor een aanleghoogte tot +1m NAP, 6.3 miljoen m³ sediment nodig. De strandhaak onderbreekt hierbij het Oostgat en strekt zich uit tot op de voorliggende ondiepte.

Kansen

- Verdringen van het Oostgat. Het Oostgat wordt afgesloten. Dit elimineert de stroming in het afgesloten deel. De getijstroming wordt verder zeewaarts geleid.
- Golfafscherming. De relatief grote omvang schermt de achterliggende kust af van golfbreking.
- Vergroting van de zandvolumes. In deze variant wordt 6 miljoen m³ zand toegevoegd aan het systeem. Dit zand draagt bij aan het volume van de buitendelta. Gedeeltelijk zal dit het zeegat in getransporteerd worden, maar gedeeltelijk zal dit zeker bijdragen aan de lokale kustvolumes.
- Zandtransport het bekken in, kan bijdragen aan het kustbehoud van de zeekering en Ameland ZW.

Risico's

- Het is de vraag of deze vorm effectief gehandhaafd kan worden. In het meest gunstige scenario wordt de getijstromingen om de suppletie heen geleid. Hierdoor zal de gehele suppletie gaan vervormen en verplaatsen. Dit is dan waarschijnlijk een geleidelijk en voorspelbaar proces. In het ongunstigste geval zal de suppletie doorbreken en er kleinere stukken ontstaan. Deze kleine banken kunnen een dynamisch, onvoorspelbaar gedrag vertonen.
- De effectiviteit voor de kustzone is twijfelachtig. Er zal een groot verlies optreden richting het zeegat. Dit draagt wel bij aan het totale zandvolume, maar de bijdrage voor de kustlijn is misschien beperkt.
- Veiligheid van recreanten door de complexe vorm die tijdens laag water gedeeltelijk droog kan liggen en tijdens hoog water overstroomt.
- Uitvoerbaarheid is een vraagteken.

3.2.2 “Zandmotor”

Figuur 3-1C en D geven 2 varianten van een suppletie in de vorm van een zandmotor. Het is de verwachting dat er door vervorming van de suppletie een strandhaakachtige vorm ontstaat (analoog aan de Bornrif Strandhaak). De getekende varianten geven een impressie van de grootte en benodigde volumes. Voor een opvulling tot 0 m NAP is er ongeveer 3 miljoen m³ zand benodigd. Voor een opvulling tot 1m NAP neemt dit toe tot 4 miljoen m³. Deze volumes nemen significant toe als iets verder zeewaarts wordt uitgebouwd.

Kansen

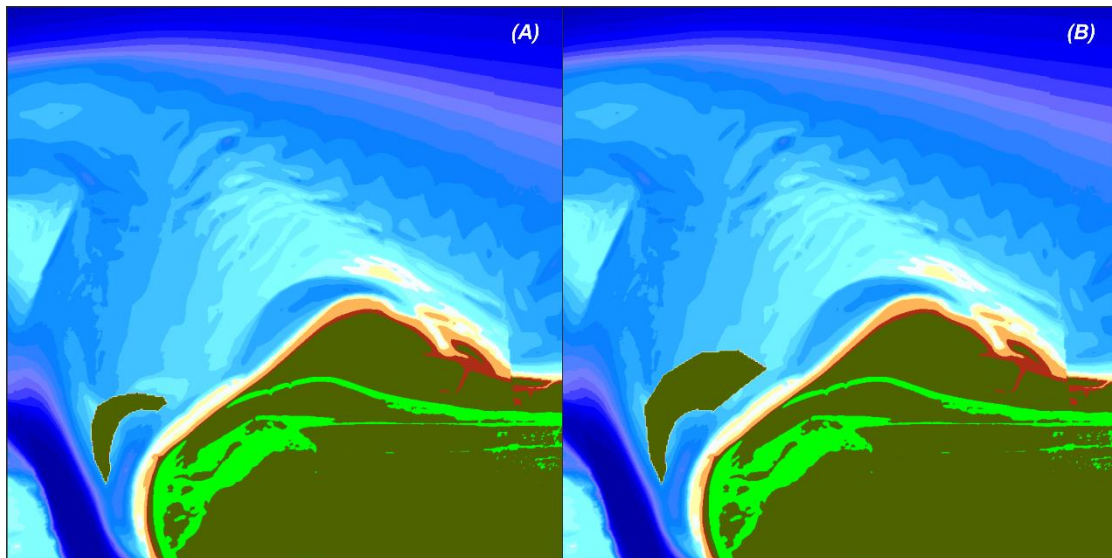
- Verdringen van het Oostgat. Het Oostgat wordt afgesloten. Dit elimineert de stroming in het afgesloten deel. De getijstroming wordt verder zeewaarts geleid.
- Vergroting van de zandvolumes in de kustzone. Het zandvolume kan zich over langere tijd kustlangs verspreiden en zo de kust voeden. Met toenemende afstand tot Bordiep zullen de directe verliezen afnemen, maar neemt ook de effectiviteit van de suppletie voor de hier liggende kustzone af.

Risico's

- Het is niet geheel duidelijk wat de effectiviteit van de zandvolumes is. Ook de Bornrif Strandhaak heeft voor een grote sprong zeewaarts gezorgd, alleen was het effect voor de kop van Ameland beperkt. In principe zou deze suppletie een soortgelijke respons kunnen vertonen.
- Gevaar voor recreanten.

Het succes van deze varianten is afhankelijk van de respons van het systeem op het afsluiten van het Oostgat. Het Oostgat is eigenlijk geen doorgaande diepe geul zoals bijvoorbeeld het Molengat. De geul bestaat eigenlijk uit 2 diepere ontgrondingskuilen / geulen (zie * in Figuur 3-1A voor locatie). Deze kuilen vormen door contractie van de stroomlijnen waardoor de stroomsnelheden toenemen. Een vraag die niet op voorhand beantwoord kan worden is of de suppletie in staat is de vloedstroming zo om te leiden dat deze ontgrondingskuilen zich niet direct langs de kust terug vormen. Als de vloedgeul hervormt zal er een groot verlies richting het bekken optreden. Dit zand komt dan niet direct ten goede aan de kustzone van Ameland noordwest. Wel kan een sedimentpuls langs de westzijde van het eiland bijdragen aan de stabiliteit van de zeewering hier.

3.2.3 Open Strandhaak



Figuur 3-3 : (A). Suppletievariant Strandhaak open – 3.2 miljoen m³ en (B) Suppletie variant Strandhaak open – 8.4 miljoen m³.

In Figuur 3-3A en B worden 2 alternatieve “open strandhaken” gepresenteerd. In deze varianten wordt een grootschalige suppletie aangebracht op de Bornrif. Het Oostgat wordt hierbij niet direct beïnvloed. Deze oplossing is voorgesteld als hoge (+2.5 m) bank. De twee getekende varianten hebben dan een volume van respectievelijk 3.2 en 8.4 miljoen m³. Het idee achter deze suppletie is geïnspireerd op de vorming van de Bornrif Strandhaak. Voor aanlanding vormde er zich een grote ondiepe bank op het voorliggende Bornrif. Door aanleg van deze bank introduceren we een nieuwe aanlandingsbank in het systeem. Het is de verwachting dat deze bank dan op termijn met de kust verheelt.

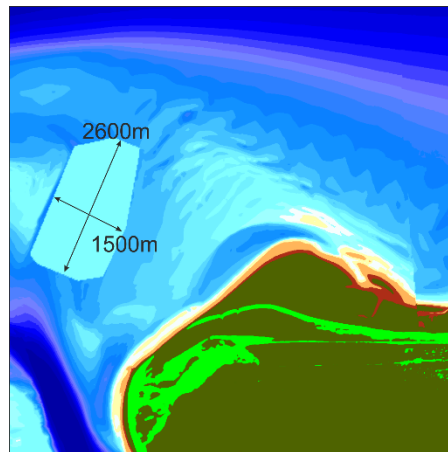
Kansen

- Aanbrengen van een nieuwe aanlandingsbank direct voor de kust. Voeding van de kust na aanlanding.
- Vergroting van de zandvolumes in de kustzone.
- Golfafscherming

Risico's

- De aanlandingsbank van de Bornrif Bank was al lange tijd (jaren) te zien op het Bornrif vóór aanlanding. Het is hier onduidelijk hoelang het duurt tot de aanlanding gaat plaatsvinden.
- De bank kan ervoor zorgen dat er meer contractie van de getijstrooming tussen de bank en de kust optreedt, hierdoor zou de geulerosie kunnen vergroten.
- Landwaarts verplaatsen van de bank, kan ook het Oostgat landwaarts duwen. Dit geeft dan (tijdelijk) een vergroting van de kustlijn erosie.
- Deze variant lijkt zeer moeilijk (niet) uitvoerbaar.

3.2.4 Buitendeltasuppletie.



Figuur 3-4 : Buitendelta suppletie gericht op opvullen van het Akkepollegat (– 11 miljoen m³).

In Figuur 3-4 word een grootschalige suppletie weergegeven die is aangebracht in het voormalige Akkepollegat. Deze suppletie vult de voormalige geul op tot een hoogte van -2.5 m. In de huidige vorm is hiervoor ruim 11 miljoen m³ zand nodig. Deze volumes hangen sterk samen met het grote oppervlakte van deze suppletie. Het idee achter deze suppletie is tweeledig. Ten eerste vergroot de suppletie de zandvoorraad van het Bornrif. Door golfgedreven transporten verplaatst dit sediment zich landwaarts over het Bornrif en vormt zo de aanlandingsbanken. De extra zandimpuls draagt dan uiteindelijk bij tot een groter volume van de aanlandingsbank en mogelijk tot versnelde aanlanding. Dit proces geldt voor alle suppleties die meer zeewaarts op het Bornrif worden aangelegd. Ten tweede maakt deze suppletie het Akkepollegat hydraulisch minder efficiënt. Dit belemmert de ebstroming die dan waarschijnlijk een meer westelijke richting gaat volgen. Dit vergroot de golfdominantie op het noordelijke deel van de buitendelta en daardoor de landwaartse verplaatsing van de grote banken op het buitendeltafront.

Kansen

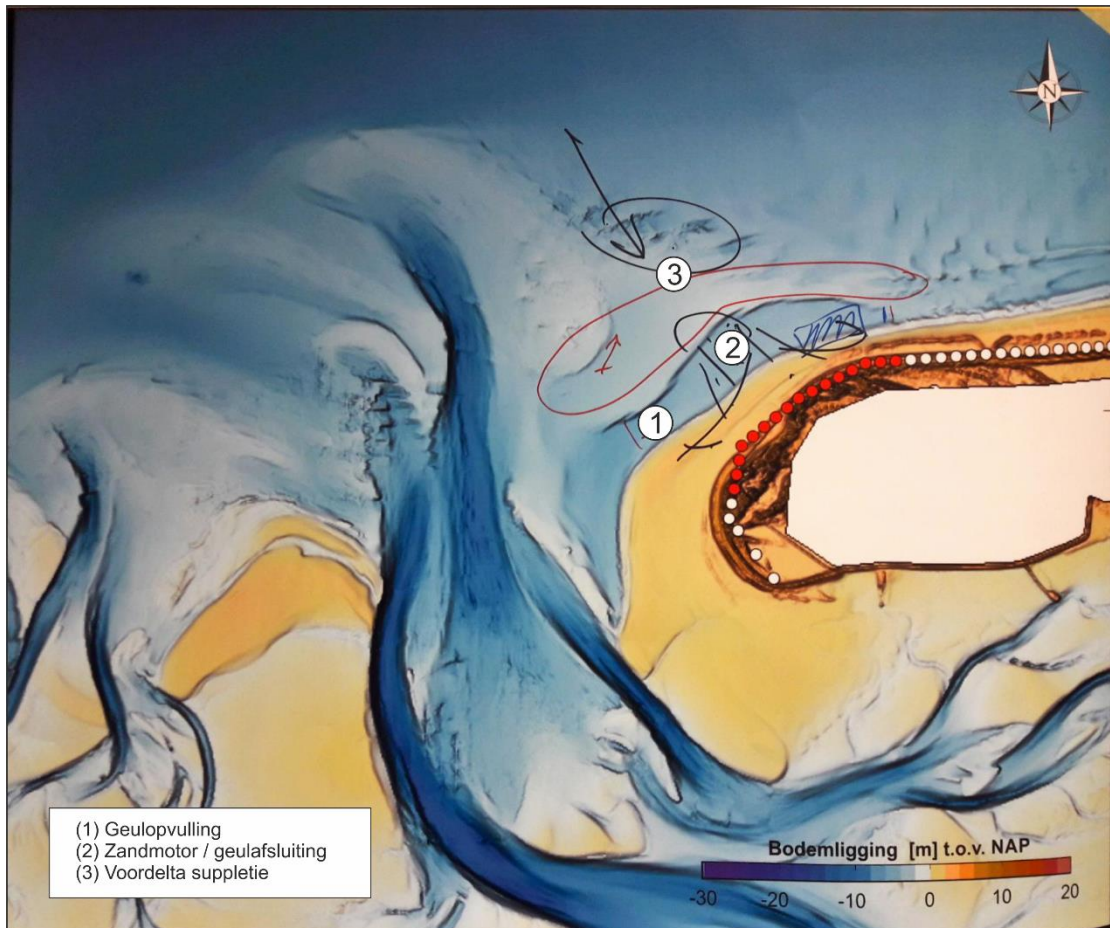
- Vergroting van de zandvolumes in de kustzone.
- Golfafscherming
- Bevordering van de vorming van aanlandingsbanken.
- Dit is een lange-termijn oplossing.

Risico's

- Grootschalige beïnvloeding van het systeem. Negatieve effecten van een westelijke uitstroom van Bordiep zijn mogelijk. Een kortsluitgeul kan vormen tussen Boschgat en Westgat. Dit proces lijkt nu ook al plaats te vinden.
- Geen directe effecten voor de kustlijn van Ameland NW, maar waarschijnlijk wel op langere termijn.
- Grote volumes benodigd voor grootschalige beïnvloeding.
- Lijkt op de Kustgenese 2.0 variant. Hierdoor minder geschikt als experiment.

4 Plaatgat (Schiermonnikoog)

4.1 Identificatie van mogelijke oplossingsrichtingen



Figuur 4-1 : Samenvatting van de verschillende varianten bij het Plaatgat

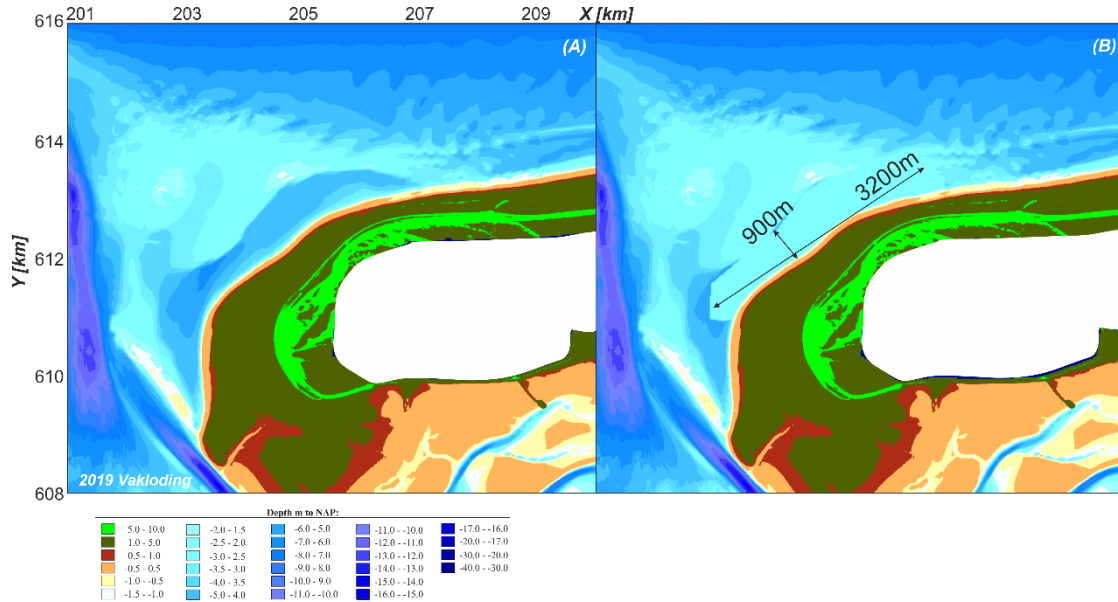
Drie oplossingsrichtingen zijn voorgesteld voor noordwest Schiermonnikoog (Figuur 4-1). Deze oplossingsrichtingen zijn:

- (1). Geulopvulling
- (2). Zandmotor (geulafsluiting)
- (3). Buitendeltasuppletie.

Bij de analyse van Schiermonnikoog is de conclusie getrokken dat deze locatie eigenlijk niet heel relevant is voor de huidige doel van de studie. Dit is enerzijds vanwege de uitvoerbaarheid en anderzijds omdat er nog geen structureel BKL probleem aanwezig is. De BKL wordt hier pas voor de eerste keer overschreden. De voorgestelde varianten zijn dan ook in minder detail uitgewerkt.

4.2 Uitwerking suppletievarianten

4.2.1 Geulopvulling



Figuur 4-2 (A): Huidige bodem gebaseerd op de 2019 Vakloding. (B): Suppletievariant geulopvulling (tot -2m NAP).

In Figuur 4-2B wordt een grootschalige suppletie weergegeven die is aangebracht in het Plaatgat. In deze configuratie is, voor de opvulling van het Plaatgat tot een diepte van -2.5 m, 6.0 miljoen m³ sediment benodigd. Het volume neemt toe tot 9.0 miljoen m³ voor opvulling tot -1 m NAP.

Kansen

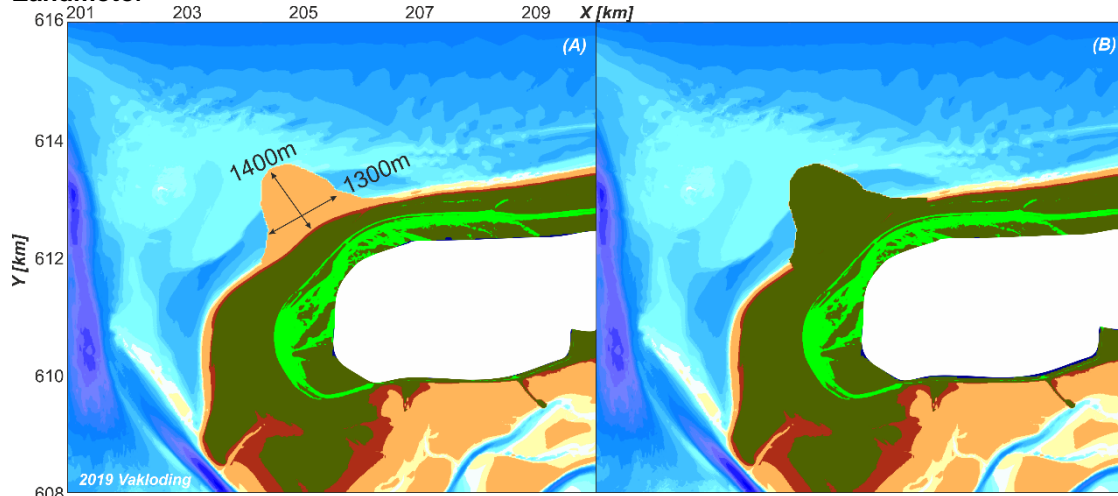
- Vergroting van de zandvolumes in de kustzone.
- Vermindering erosie door de geul.
- Vorming van aanlandingsbanken en bevorderen aanlanding. Hierdoor kustuitbouw.

Risico's

- Veel sediment benodigd, maar geen direct effect voor de kustlijn van Schiermonnikoog NW; Dit sediment zou ook rechtstreeks op de kust kunnen worden geplaatst.
- Grote volumes benodigd.
- Nieuwe geulvorming is mogelijk.
- Mogelijk verliezen oostwaarts en dus minder efficiënt voor de kust.

4.2.2

Zandmotor



Figuur 4-3 : Suppletievariant zandmotor met hoogte van 0m NAP (A) en +2.5 m NAP (B).

In Figuur 4-3A en B worden twee zandmotor vormige suppleties weergegeven. Het oppervlakte is gelijk alleen de hoogte varieert. Voor een opvulling tot 0 m NAP is 5 miljoen m³ zand benodigd. Voor een hoogte van +2.5m NAP neemt dit toe tot 9.5 miljoen m³. Het doel van deze zandmotor is tweeledig. Ten eerste wordt het doorgaande Plaatgat afgesloten. Hierdoor reduceert de getijgedreven erosie. Ten tweede is het de verwachting dat over lange tijd het zand langs de kust wordt uitgesmeerd. Ten noorden van de zandmotor is verheling met de voorliggende bank mogelijk. Hierdoor kan een vergrote zone van plataanlanding ontstaan.

Kansen

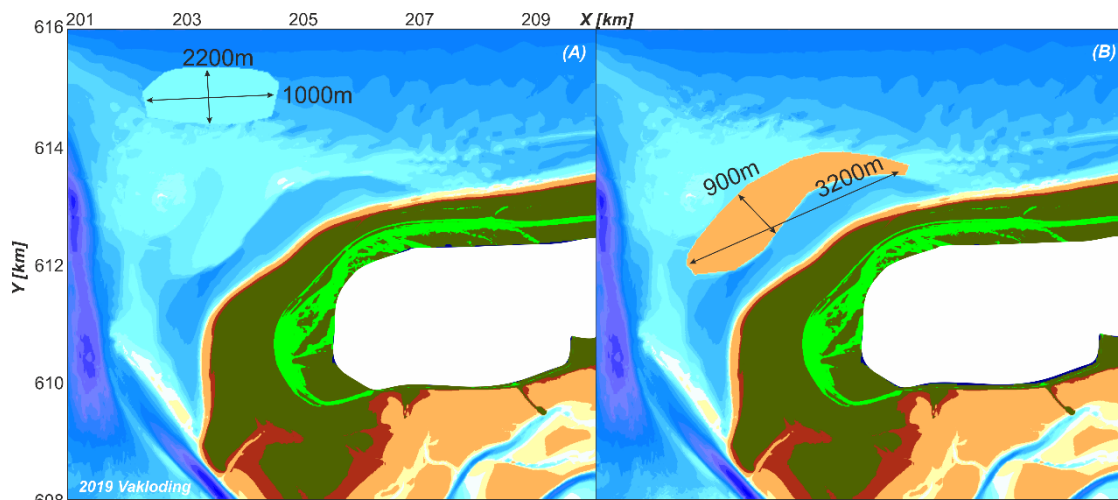
- Vergroting van de zandvolumes in de kustzone en langdurige voeding van de aanliggende kust.
- Geulafsluiting om zo het aanlandingsproces te beïnvloeden.

Risico's

- niet gedefinieerd
- Gevaar voor recreanten

4.2.3

Buitendeltasuppletie.



Figuur 4-4 : Suppletievarianten buitendeltasuppletie.

In Figuur 4-4A en B zijn twee mogelijke varianten voor een buitendeltasuppletie weergegeven. In versie A is dit een diepe variant, aangebracht op de buitenkant van de buitendelta. Voor opvulling tot -2.5 m NAP is hier een 5.0 miljoen m³ zand benodigd. Het idee achter deze suppletie is dat de sedimentvoorraad van de buitendelta vergroot. Deze voedt de aanlandingsbanken die zich oostwaarts langs de buitendelta verplaatsen. Dit geeft geen directe invloed op de kustlijn van Schiermonnikoog, maar zorgt op langere termijn wel voor een vergroting van de aanlandingsvolumes).

Variant B is landwaarts aangelegd. Hier is een grote suppletie (7.3 miljoen m³) aangelegd langs het Plaatgat. Deze suppletie zal zowel oostwaarts als richting het bekken verplaatsen. En heeft dus een wat grotere invloed op het zeegat systeem. Het westelijk verplaatste zand zal bijdragen aan de aanlandingscyclus. Het is mogelijk dat de gehele bank landwaarts verplaatst en aanlandt op de kust. Daarnaast fungeert de bank als golfbreker waardoor de achterliggende kust afgeschermd wordt van golfenergie.

5 Keuze van de ontwerpen

Vanuit de discussies zijn voor ieder van de gebieden verschillende varianten naar voren gekomen. Een belangrijke conclusie was dat Schiermonnikoog eigenlijk vanuit een beheerogpunt minder geschikt is. Hier is geen structurele overschrijding voor de BKL. Vanuit dit oogpunt zijn Texel en Ameland de voorkeurslocaties.

Vrijwel alle suppletievarianten zijn voorgesteld in ondiepe gebieden of in een voor een schip moeilijk bereikbare gebieden. Uitvoeringstechnisch kan dit een probleem opleveren.

Uit inventarisatie na de workshop volgt dan dat twee opties het meest interessant zijn voor verder onderzoek:

1. Zandmotor (Strandhaak) Ameland NW
(heeft ook overeenkomsten met Schiermonnikoog)
2. Texel (verschillende varianten)

Een wezenlijk verschil tussen Texel en Ameland is dat de ingrepen voorgesteld op Texel ingrijpen op het gehele zeegatsysteem. Het Oostgat bij Ameland is geen dominante geul die invloed heeft op de stromingen in het Zeegat. Ingrepen hierin hebben op het geulpatroon dan ook geen grote invloed. Het Molengat bij Texel is een dominante vloedgeul, ingrepen hierin kunnen dan ook systeem breed invloed hebben. Een pilot in dit gebied kan ons meer inzicht geven in systeem gedrag. Daarnaast is in de regio Texel er meer bereidheid om zo'n pilot uit te voeren.

Na overleg binnen het technisch team van Kustlijnzorg zijn onderstaande ontwerpen geselecteerd voor verdere doorrekening:

- Texel ZW
 - o Diepe vooroeversuppletie (variant Fig. 2-3, verondiepen NuN).
 - o Vooroeversuppletie (variant Fig. 2-2, doortrekken brekerbank, zonder morfologisch baggeren).
 - o Zandmotor
 - 1. Als grote strand/geulwandsuppletie (variant Fig. 2-4C; niet dichtzetten van het Molengat).
 - 2. Als geulafsluiting (variant Fig. 2-4 A\B; dichtzetten Molengat).
- Ameland NW
 - Zandmotor (variant Fig. 3-2C of D, als strandsuppletie met als doel dichtzetten Oostgat. Qua volume groter dan Ameland Westkop suppletie uit 2019).