

RAPPORT

Verkenningfase versterking IJsselmeerdijk

Notitie kansrijke innovaties

Klant: Waterschap Zuiderzeeland

Referentie: BH5290-RHD-ZZ-XX-RP-Z-0005

Status: S0/C02

Datum: 4 februari 2021



HASKONINGDHV NEDERLAND B.V.

Jonkerbosplein 52
6534 AB NIJMEGEN
Water

Trade register number: 56515154

+31 88 348 70 00 **T**
+31 24 323 93 46 **F**
info@rhdhv.com **E**
royalhaskoningdhv.com **W**

Titel document: Verkenningfase versterking IJsselmeerdijk

Ondertitel: IJMD kansrijke innovaties
Referentie: BH5290-RHD-ZZ-XX-RP-Z-0005
Status: C02/S0
Datum: 4 februari 2021
Projectnaam: Verkenningfase versterking IJsselmeerdijk
Projectnummer: BH5290
Auteur(s): Leslie Mooyaart, Marc Horstman

Opgesteld door: Leslie Mooyaart

Gecontroleerd door: Sander Post

Datum: 3-2-2021

Goedgekeurd door: Odelinde Nieuwenhuis

Datum: 4-2-2021

Classificatie

Projectgerelateerd

Behoudens andersluidende afspraken met de Opdrachtgever, mag niets uit dit document worden verveelvoudigd of openbaar gemaakt of worden gebruikt voor een ander doel dan waarvoor het document is vervaardigd. HaskoningDHV Nederland B.V. aanvaardt geen enkele verantwoordelijkheid of aansprakelijkheid voor dit document, anders dan jegens de Opdrachtgever.

Inhoud

1	Inleiding	1
1.1	Aanleiding; De IJsselmeerdijk voldoet niet aan de veiligheidseisen	1
1.2	Projectdoel; Een versterkte dijk die goed is ingepast in de omgeving	2
1.3	Proces van de verkenningsfase en rol innovaties in dit proces	2
1.4	De Ontwerpopgave in relatie tot innovatie	4
1.5	Aanpak notitie innovaties	5
2	Innovaties en afwegingskader	6
2.1	Geïntariseerde innovaties	6
2.2	Afweegkader en wijze van afwegen	7
3	Geselecteerde relevante innovaties voor verkenningsfase	9
3.1	Toelichting gekozen relevante innovaties voor de verkenningsfase	9
3.2	Relevante innovaties voor planuitwerkingsfase	12
4	Conclusies en aanbevelingen vervolproces	14
4.1	Algemene Aanbevelingen	14
4.2	Vervolg proces	15
	Bijlage 1: Innovatie zeef totaal	17
	Bijlage 2: Factsheet Innovaties	18

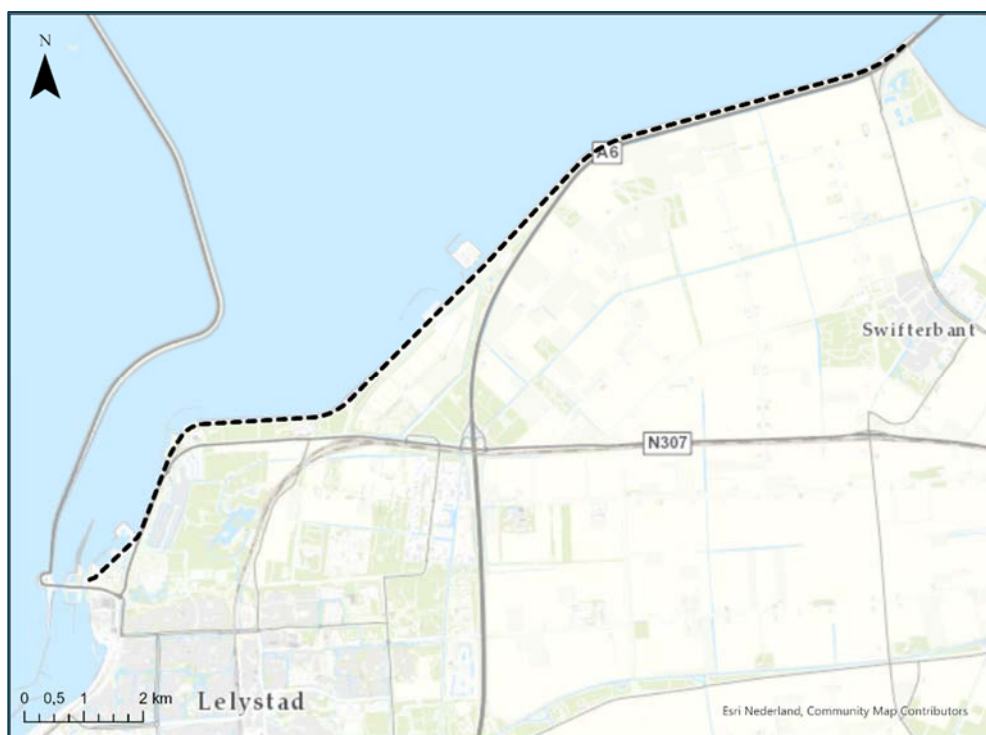
1 Inleiding

1.1 Aanleiding: De IJsselmeerdijk voldoet niet aan de veiligheidseisen

De IJsselmeerdijk beschermt de diepe Flevopolder tegen het water van het IJsselmeer. In 2018 heeft Waterschap Zuiderzeeland (hierna afgekort als: Zuiderzeeland) beoordeeld of de IJsselmeerdijk zo sterk is als de waterveiligheidsnormen voorschrijven. Dat blijkt niet zo te zijn. Sinds 2017 gelden voor de waterkeringen in Nederland nieuwe wettelijke waterveiligheidsnormen. Deze norm is voor Flevoland strenger dan daarvoor om in te spelen op de gevolgen van klimaatverandering en om de grotere hoeveelheid inwoners en de hogere economische waarde in Flevoland beter te beschermen. De waterkering voldoet ruim niet aan de nieuwe strengere norm die eraan gesteld is. Dat wil niet zeggen dat er op dit moment acuut een onveilige situatie is. Het betekent wel dat een dijkversterking nodig is. Het is de wettelijke taak van Zuiderzeeland om de keringen aan de normen te laten voldoen. Zuiderzeeland is daarom in 2019 gestart met dit meerjarige project Versterking IJsselmeerdijk.

De IJsselmeerdijk is de zwaarst aangevallen dijk van de Flevopolder. Dat komt door de ligging, waarbij bij noordwesterstorm de wind over de volle lengte van het IJsselmeer waterstanden en golven tegen de dijk opzet. De dijk beschermt de hele Flevopolder (Oostelijk en Zuidelijk Flevoland), omdat sinds 2019 de Knardijk tussen Oostelijk en Zuidelijk Flevoland geen officiële compartimenteringskering meer is. Doordat de polder circa 5 meter lager ligt dan het IJsselmeerpeil, leidt een dijkdoorbraak tot een vrijwel volledige overstroming van de polder. Het opnieuw droogmalen van polder duurt vele maanden. Het is niet overdreven om te stellen dat een dijkdoorbraak leidt tot een langdurig volledig onbewoonbaar gebied en tot mogelijk veel slachtoffers. De polder heeft dan ook een strenge waterveiligheidsnorm.

De IJsselmeerdijk is 17,6 km lang en ligt aan de noordwestzijde van Oostelijk Flevoland. De waterkering loopt van de Ketelbrug in het noorden tot aan de Houtribdijk in Lelystad (zie onderstaande figuur).

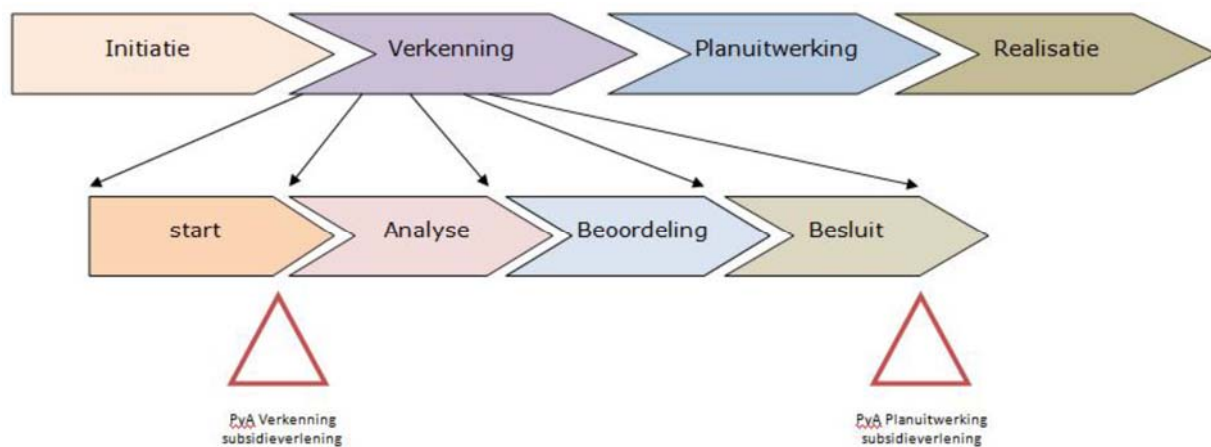


Figuur 1-1: Plangebied met tracé van de te versterken kering (zwart gestippelde lijn)

1.2 Projectdoel: Een versterkte dijk die goed is ingepast in de omgeving

Het projectdoel is het realiseren van een veilige én toekomstbestendige dijk. De nieuwe dijk wordt goed ingepast in de omgeving met behoud van de huidige ruimtelijke kwaliteit. De dijk dient te worden gerealiseerd op basis van een bestuurlijk en maatschappelijk gedragen plan.

Momenteel bevindt het project zich in de Verkenningfase, volgens de fasering uit het landelijke Hoogwaterbeschermingsprogramma (HWBP). De planning is nu dat de verkenning halverwege 2022 wordt afgerond en resulteert in een Voorkeursbeslissing (VKB). De periode 2022- 2024 staat gepland voor de planuitwerkingsfase, in de periode hierna volgt de realisatiefase.



Figuur 1-2: Fasering HWBP dijkversterking project

1.3 Proces van de verkenningsfase en rol innovaties in dit proces

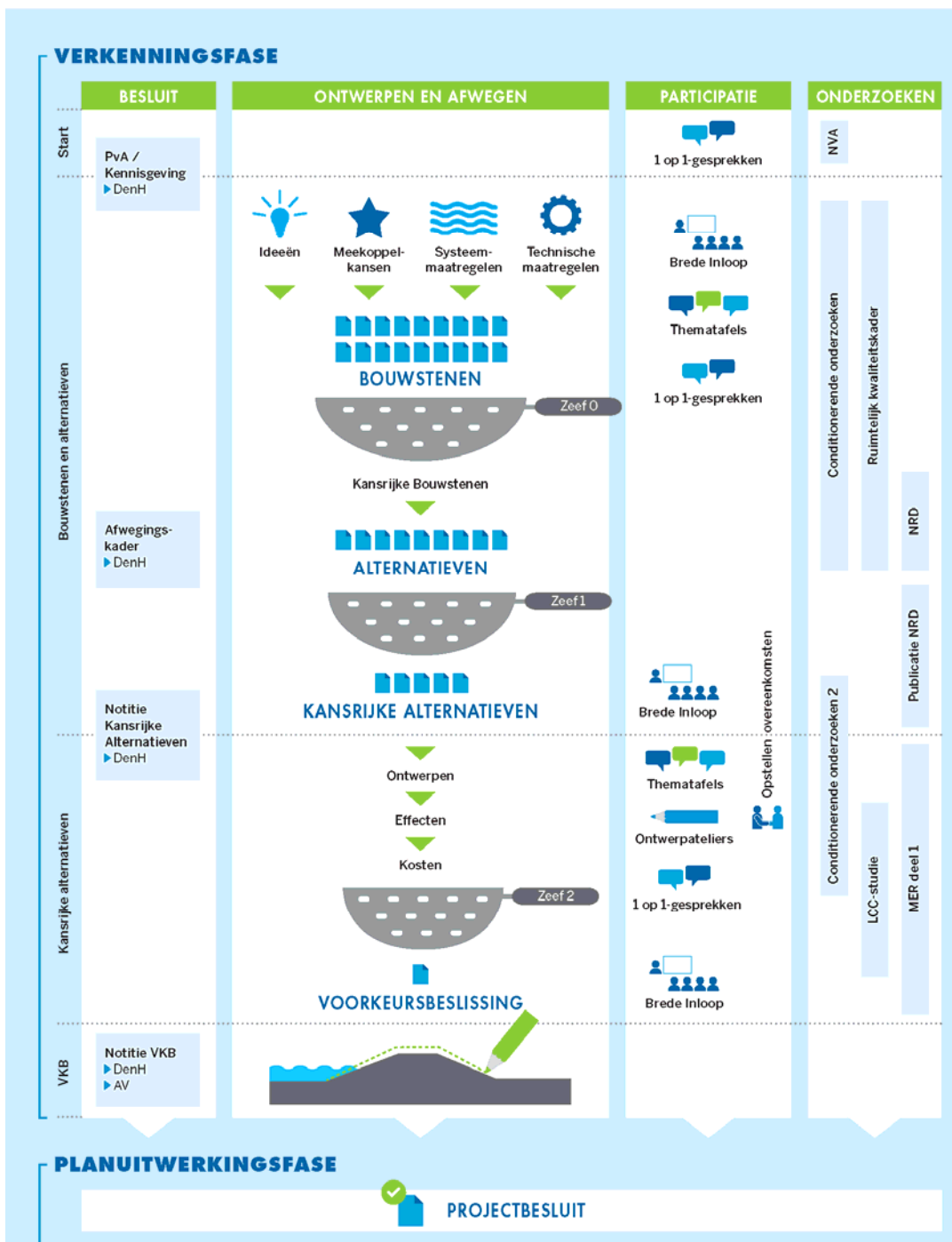
Het ontwerpproces wordt doorlopen conform de HWBP-systematiek (zie Figuur 1-3 op navolgende pagina). Om een goede afweging tot alternatieven en uiteindelijk het voorkeursalternatief te kunnen maken, wordt het ontwerp van de dijk door meerdere “zeven” gehaald. In elke zeef (ontwerpstep) gaan alleen de kansrijke maatregelen door de zeef heen en blijven niet kansrijke maatregelen achter. In de Verkenningfase zijn er drie zeef-momenten. Tussen de zeefmomenten wordt het ontwerp verder uitgewerkt. Hierbij onderscheiden we de volgende stappen:

1. Selectie kansrijke bouwstenen (zeef 0)
2. Samenstellen mogelijke alternatieven;
3. Selectie kansrijke alternatieven (zeef 1);
4. Uitwerking kansrijke alternatieven;
5. Voorkeursbeslissing (zeef 2).

Het ontwikkelingsproces van innovaties sluit goed aan bij bovengenoemd proces. Een typisch proces rondom innovaties start met veel ideeën, waarvan enkele vertaald worden naar concepten. Van de concepten wordt de haalbaarheid getoetst, waarna een pilot volgt. Na de pilot kan een innovatie gelanceerd worden.

IJSSELMEERDIJK

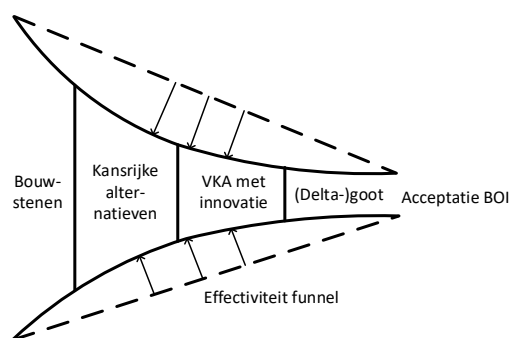
HET PROCES



Figuur 1-3: Proces IJsselmeerdijk

Voor technische innovaties voor dijken geldt een vergelijkbaar principe. Een belangrijk verschil is dat de haalbaarheid van technische innovaties vaak alleen getoetst kan worden met fysieke schaalproeven (zie Figuur 1-4). De eerdere stappen (ideeën, concepten, haalbaarheid) hebben grote gelijkenis met het proces van het project (bouwstenen, alternatieven, voorkeursalternatief, i.e. toets op maatschappelijke

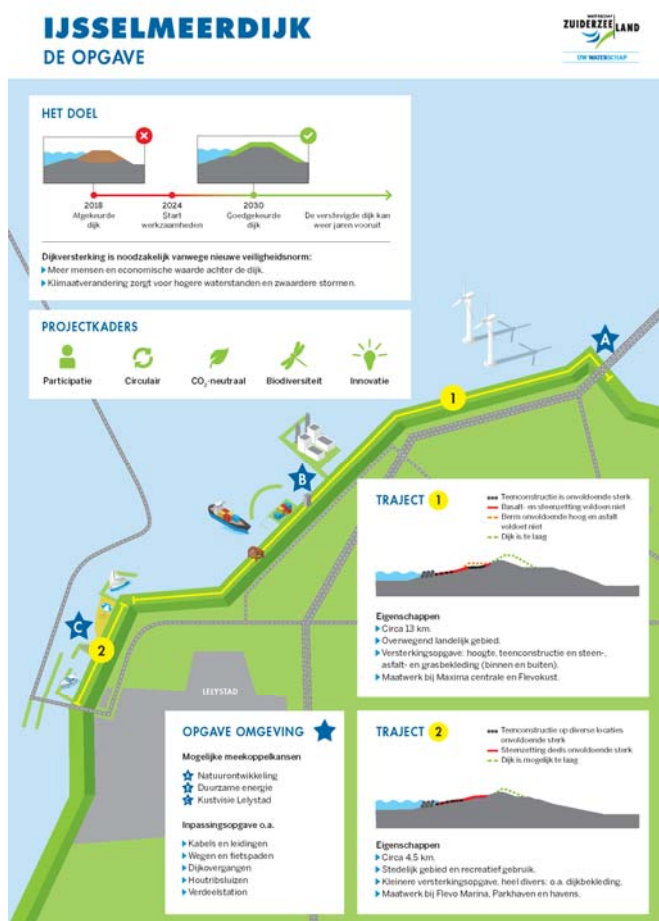
haalbaarheid). De fysieke schaalproef dient vaak ook groot te zijn, i.e. een kleine schaalfactor, waardoor al snel de Deltagoot van Deltares in beeld komt. Na het uitvoeren van de proef is veelal voldoende inzicht verkregen om de resultaten op te nemen in het beoordelings- en ontwerpinstrumentarium van primaire waterkeringen. Vanwege de ambities binnen dit project is het van belang om bewust te zijn van de noodzaak van fysieke schaalproeven, zodat een golfgoot tijdig kan worden gereserveerd.



Figuur 1-4: Innovatiefunnel

1.4 De ontwerpogave in relatie tot innovatie

De IJsselmeerdijk is met name afgekeurd op hoogte (GEKB) en het sterktekort van de bekledingen. De opgave aan de dijk is visueel weergegeven in Figuur 1-5.



Figuur 1-5: Infographic van de opgave

In dit rapport is met name gekeken naar relevante innovaties op deze aspecten. Op een deel van het traject bevinden zich buitendijkse gebieden (Houtribhaven, Deko Marina, Parkhaven, Flevo Marina, Flevokust en de Maxima centrale). Hier zullen oplossingen-op-maat nodig zijn, wellicht soms een innovatie. In deze notitie is daarom ook enige aandacht uitgegaan naar relevante innovaties voor deze buitendijkse gebieden.

Onderstaand is een samenvatting opgenomen van de doelen en ambities voor de verkenningsfase van de IJsselmeerdijk:

- *Veilig en toekomstbestendig:*
 - De nieuwe dijk lost de veiligheidsopgave op conform het OI2014v4;
 - De dijk is goed te beheren;
- *Duurzaamheid en biodiversiteit*
 - Er wordt specifieke aandacht besteed aan de mogelijkheden voor een bijdrage aan de ecologie van het IJsselmeer (stepping stone), biodiversiteit, de mogelijkheden voor energie, en maximalisering van hergebruik.
- *Innovaties*
 - Innovaties kunnen bestaan uit technische innovaties, maar ook uit innovaties van proces of tools in dijkversterkingsprojecten (toolkit voor dijken).
 - Het toepassen van technische innovaties is geen doel op zich. Technische innovaties worden alleen toegepast als onderdeel van de oplossingsrichtingen wanneer de innovatie mogelijk meerwaarde kan leveren (financieel, kwaliteit, planning).
- *Meekoppelkansen en participatie*
 - Er wordt actief gezocht naar en ruimte gegeven voor mogelijkheden voor meekoppelkansen en participatie. Een goed mee te koppelen initiatief mag invloed hebben op de uitgangspunten van het project.
 - Voorwaarde voor meekoppelkansen is dat deze in tijd aan kunnen sluiten bij de planning van het Zuiderzeeland en dat er tijdig aanvullende financiering beschikbaar is.

1.5 Aanpak notitie innovaties

De basis van dit rapport is het conceptrapport *relevante innovatieve oplossingen* van 18 november 2020 geschreven door Zuiderzeeland. De basis van de totaalijst aan innovaties komt van de innovatie-agenda van het HWBP en meerdere Projectoverstijgende Verkenningen (POV). Verder is de lijst aangevuld met innovaties uit de Wiki van Projectbureau Zeeweringen en het Handboek Dijkenbouw. In deze notitie zijn deze innovaties aangevuld met innovaties uit andere projecten van HaskoningDHV en HKV. Om te beoordelen welke innovaties voor de verkenning of planuitwerkingsfase relevant zijn, zijn alle innovaties beoordeeld middels een zeef, vergelijkbaar met de zeef 0 (selectie kansrijke bouwstenen). Daarna is een onderscheid gemaakt tussen innovaties die relevant zijn voor de verkenningsfase en voor de planuitwerkingsfase. Deze notitie sluit af met aanbevelingen t.a.v. innovaties voor het vervolgproces.

2 Innovaties en afwegingskader

2.1 Geïnterpreteerde innovaties

Zowel Zuiderzeeland als RHDHV/HKV hebben mogelijke innovaties geïnterpreteerd voor het dijkversterkingsproject. Hierbij is vooral gekeken naar innovaties gericht op de relevante faalmechanismen bekleding, hoogte (GEKB) en stabiliteit. Daarnaast zijn innovaties opgenomen die specifiek relateren aan de duurzaamheidsambitie van het project. In Tabel 2-1 is een overzicht van alle mogelijke innovaties opgenomen. In deze tabel is ook zichtbaar gemaakt of de innovatie bijdraagt aan een bepaald type faalmechanisme. Hiervoor is een 5 puntsschaal gebruikt, waarbij score 4-5 een positieve bijdrage is, score 3 geen bijdrage en score 1-2 een negatieve bijdrage. In de meest rechterkolom is weergegeven of de innovatie is vertegenwoordigd als bouwsteen in het ontwerpproces van het dijkversterkingsproject.

Tabel 2-1: Mogelijke innovaties dijkversterking IJsselmeerdijk

#	Innovatie	Draagt bij aan Faalmechanisme			Ingebracht door	Bouwsteen
		Bekleding	Hoogte	Stabiliteit		
Relevante innovaties onderzoek						
A.1a	Kennisbehoefte gras op dijken: sterke bloemrijk gras	4	3	3	WZZL	Grasbekleding i.c.m. kleibekleding (boventalud)
A.1b	Kennisbehoefte gras op dijken: toepassingsbereik op talud	4	3	3	WZZL	Grasbekleding i.c.m. kleibekleding (boventalud)
A.2a	Teenconstructie methode en model	5	3	3	RHDHV	Nieuwe bekleding zetsteen
A.2b	Nieuwe type teenbekleding	5	4	3	RHDHV	Nieuwe bekleding zetsteen
A.3	Verbeterde hydraulische randvoorwaarden	5	5	3	WZZL	geen
A.4a	Getordeerde zuil	5	3	3	RHDHV	Nieuwe bekleding zetsteen
A.4b	Zetsteen van gebiedseigen baggerspecie	5	3	3	WZZL	Nieuwe bekleding zetsteen
A.4c	Ecotops	5	4	3	WZZL	Nieuwe bekleding zetsteen
A.4d	C-Fix	3	3	3	WZZL	Nieuwe bekleding zetsteen
A.5	Anome-GC	4	3	4	WZZL	Nieuwe bekleding
A.6	Live dijk	4	4	4	WZZL	geen
A.7	Koude Asfaltbekleding	5	3	3	WZZL	Nieuwe gladde bekleding asfalt
A.8	Elastocoast	5	4	3	WZZL	Nieuwe bekleding Elastocoast
A.9	Meegroei dijk/ siib dijk	2	4	3	RHDHV	Nieuwe bekleding
A.10	Ringen bekleding	5	5	3	RHDHV	Nieuwe ruwe bekleding zetsteen
A.11	Optimalizatie met numerieke golfgoot CoastalFOAM	5	5	3	RHDHV	geen
A.12	Sterk gebogen talud op het buiten(onder)talud	4	4	3	RHDHV	Dijkgeometrie, Bekleding
A.13	Gekromd talud voor de binnen teen	3	4	3	RHDHV	Dijkgeometrie, Bekleding
Relevante innovaties in kader ontwerpproces						
B.1a	Uitwerken concept 'brede dijk'	4	5	2	WZZL	Dijkverbreding
B.1b	Rijke dijk	4	3	3	RHDHV	Nieuwe teen en zetsteen bekleding
B.1c	Klimaatdijk / Multi-dijk	3	5	2	WZZL	Dijkverbreding
B.1d	Delta dijk	5	5	5	RHDHV	Dijkverbreding
B.2a	Uitwerken golfdempende vooroevers	4	4	3	WZZL	Verhogen voorland/ aanbrengen vooroever
B.2b	Biobouwers	4	4	3	WZZL	Verhogen voorland/ aanbrengen vooroever
B.2c	Vooroever, zandsuppleties, zandmotor	4	4	3	WZZL	Verhogen voorland/ aanbrengen vooroever
B.3	Overslagbestendige dijk	5	5	3	WZZL	Overslagbestendige dijk (inclusief versterkt gras binnentalud)
B.4	Drijvende wilgenmat en rietmoeras	4	4	3	WZZL	geen
B.5	Tijdelijke waterkeringen	3	5	3	WZZL	Demontabele kering op kruin
B.6	Vaste keermuur	3	5	3	WZZL	Vaste golfmuur in dijktalud
B.7	Grondstabilisatie	3	3	5	WZZL	Verhogen macrostabiliteit
B.8	JLD-Dijkstabilisator	3	3	5	WZZL	Verhogen macrostabiliteit
B.9	Dijkvernageling	3	3	5	WZZL	Verhogen macrostabiliteit
B.10	Granulaire kolommen	3	3	5	WZZL	Verhogen macrostabiliteit
B.11	Soilmix	3	3	5	WZZL	Verhogen macrostabiliteit
B.12	Gewapende grond	3	3	5	WZZL	Verhogen macrostabiliteit
B.13	Volledig probabilistisch ontwerp	4	4	3	WZZL	geen
B.14	Zettingversnellen: verticale drainage, vacuüm drainage	3	3	5	WZZL	Verhogen macrostabiliteit
Relevante innovaties in kader duurzaamheidspoor						
C.1	Circulaire Peiler toepassen	3	3	3	WZZL	geen
C.2	Toepassen materialen paspoort	3	3	3	WZZL	geen
C.3	Duurzame energie opwekking op/achter de dijk	3	3	3	WZZL	geen
C.4	Pilot drijvende zonnepanelen/Waterschommel	4	4	3	WZZL	Bouwsteen voor de dijk
C.5	Solar road	3	3	3	WZZL	geen
C.6	Binnenbermbos	3	3	4	WZZL	geen
C.7	Zero emissie bouwplaats	3	3	3	WZZL	geen

Voor alle innovaties zijn factsheets opgesteld, waarin de mogelijke innovatie kort wordt toegelicht. De factsheets zijn opgenomen in Bijlage 2.

2.2 Afweegkader en wijze van afwegen

Om te beoordelen of de innovaties relevant zijn voor de IJsselmeerdijk is gebruik gemaakt van een zeef. Voor deze zeef is zoveel mogelijk vastgehouden aan het afwegingskader en de methodiek die ook wordt toegepast om de kansrijke bouwstenen te selecteren om de dijk te versterken. Gekozen is om alle innovaties te beoordelen op vijf hoofdthema's, namelijk:

- Techniek en toekomstbestendig
- Beheerbaar
- Duurzaamheid
- Kosten
- Inpassing in de omgeving

Deze hoofdthema's zijn weer onderverdeeld in criteria. Onderstaande tabel ligt deze criteria toe.

Tabel 2-2: Afweegkader Innovaties

Thema	Toelichting criterium
1. Techniek en toekomstbestendig	
1.1 Effectiviteit waterveiligheid	Hoe effectief is de potentiële bijdrage van de innovatie aan de waterveiligheid? Is de innovatie geschikt specifiek voor de veiligheidsopgave van de IJsselmeerdijk.
1.2 Efficiëntie ontwerp/uitvoeringsproces	Kan de innovatie leiden tot een efficiënter ontwerpproces of uitvoeringsproces?
1.3 Haalbaarheid/onderzoek nodig	Is de innovatie ver genoeg ontwikkeld om in te zetten voor dit project? Is er (veel) extra onderzoek nodig en hoe ingewikkeld is dit onderzoek?
1.4 Uitbreidbaarheid	Is de innovatie eenvoudig uitbreidbaar bij een dijkversterking?
2. Beheerbaar	
2 Beheerbaarheid	Gevolgen van de innovatie op het regulier beheer en onderhoud en tijdens calamiteiten, alsmede de mogelijkheid voor verbeteren van de beheersituatie
3. Duurzaamheid	
3.1 Circulariteit	Vermindert de innovatie het gebruik van primaire grondstoffen? Draagt de innovatie bij aan hergebruik van materialen (nu en in de toekomst)?
3.2 Milieu-impact en broeikas effect	Wat is de milieu-impact (CO ₂ -uitstoot) van de innovatie? Biedt de innovatie mogelijkheden voor opwekking duurzame energie?
3.3 Biodiversiteit	Draagt de innovatie bij aan de biodiversiteit van de dijk? Draagt het bij aan het versterken van het ecologisch systeem IJsselmeer?
4. Kosten	
4.1 Investeringskosten	Kwalitatieve inschatting van de investeringskosten om de innovatie toe te passen
4.2 Levensduurkosten	Kwalitatieve inschatting van de beheer- en onderhoudskosten tijdens de planperiode van 100 jaar
5. Inpassing in de omgeving	
5.1 Bijdrage ecologische verbetering	Biedt de innovatie mogelijkheden voor ecologische verbetering?
5.2 Inpasbaarheid en ruimtelijke kwaliteit	Is de innovatie goed in te passen? Draagt de innovatie bij aan de ruimtelijke kwaliteit en beleving van de dijk?

In vergelijking met het afweegkader van zeef 0 (selectie kansrijke bouwstenen) zijn criteria 1.1, 1.2 en 1.3 iets meer toegespitst op innovaties. Daarnaast is het thema Gebruik en beleving niet specifiek opgenomen in dit afweegkader, omdat de relevantie voor dergelijke type innovaties gering is of heel slecht is in te schatten. Alle innovaties worden op de criteria ten opzichte van elkaar beoordeeld, hiervoor wordt onderstaande vijfpuntsschaal toegepast:

Score		Beschrijving
1	--	Sterk negatief onderscheidend
2	-	Licht negatief onderscheidend
3	0	Neutraal
4	+	Licht positief onderscheidend
5	++	Sterk positief onderscheidend

3 Geselecteerde relevante innovaties voor verkenningsfase

In deze paragraaf wordt kort toegelicht waarom bepaalde innovaties als relevant voor deze dijkversterking worden gezien. Voor de gekozen relevante innovaties wordt kort de meerwaarde voor het project onderbouwd en geschetst hoe de innovatie kan worden ingezet binnen het project.

Zoals in hoofdstuk 2 is beschreven zijn alle innovaties aan de hand van een zeef ten opzichte van elkaar beoordeeld op verschillende criteria. De beoordeling en een korte onderbouwing hiervan voor elke innovatie is opgenomen in een factsheet. Deze factsheets zijn als Bijlage 2 aan deze notitie bijgevoegd. In deze notitie wordt alleen het resultaat van de zeef getoond. De zeef heeft als hulpmiddel gediend om relevante innovaties voor deze dijk te kunnen selecteren. De innovaties zijn uiteindelijk onderverdeeld in drie groepen; 1 niet kansrijk; 2 kansrijk voor de planuitwerking; 3 kansrijk in de verkenningsfase. Het resultaat van de innovatiezeef is weergegeven in Tabel 3-1.

Tabel 3-1: Innovatiezeef IJsselmeerdijk

Innovatie Zeef	1. TOTAAL	2. TOTAAL	3. TOTAAL	4. TOTAAL	5. TOTAAL	Score	Relevante Verkenningsfase (kansneerdkijk)	Toelichting, voorstel RMDH
	Techniek	Beheerbaarheid	Duurzaamheid	Kosten	Inpassing			
	1	1	1	1	1		1. Niet kansrijk/ 2. Kansrijk Plan uitwerking/taal/ 3. Kansrijk	
Relevante innovaties selecteren								
A.1a Kennisbehoefte gras op dijken: sterke bloemrijk gras	4,3	4,0	5,0	5,0	5,0	4,7	3	relatief eenvoudige innovatie, met grote winst voor biodiversiteit
A.1b Kennisbehoefte gras op dijken: toepassingsbereik op talud	4,3	4,0	5,0	5,0	5,0	4,7	3	Innovatie met grote positieve potentiële (kosten)impact voor LMD
A.2a Teconconstructie methode en model	4,8	3,0	3,3	4,5	3,0	3,7	3	Innovatie van groot belang voor LMD (sterke teen -> basis voor (steen)bekleding
A.2b Nieuwe type teembekleding	3,0	3,0	4,0	5,0	4,0	3,8	2	Interessante innovatie, niet haalbaar in verkenningsfase
A.3 Verbeterte hydraulische randvoorwaarden	4,3	3,0	4,0	4,0	3,0	3,7	3	Innovatie met grote positieve potentiële (kosten)impact voor LMD
A.4a Gefortificeerd zilt	4,0	5,0	3,3	4,0	3,0	3,9	2	Keuze type zefsteen maken in PU-fase
A.4b Zelfstevig van gebelsteigen hagerspecie	2,8	3,0	4,0	2,5	3,0	3,1	1	Innovatie lijkt niet geschikt (hoge golven) voor LMD
A.4c Ecotyes	4,3	4,0	4,0	4,5	4,5	4,3	2	Keuze voor ecotyes lijkt haalbaar en logisch, maar definitieve keuze kan in PU-fase
A.4d C-Fix	3,3	3,0	3,7	3,0	3,0	3,2	2	Innovatie voor PU-fase (materialisering)
A.5 Anoma-GC	3,8	2,0	4,0	3,0	4,0	3,4	2	Innovatie voor PU-fase (materialisering)
A.6 Live dijk	3,8	4,0	2,3	2,0	3,0	3,3	1	Meenemende voor deze op tijd gering
A.7 Knude Asfaltbekleding	3,5	5,0	2,3	3,5	2,0	3,3	1	Asfalt past niet bij duurzaamheidsambities
A.8 Elastocoast	3,8	2,0	3,3	2,0	4,0	3,0	1	Elastocoast past niet bij duurzaamheidsambities
A.9 Meegroot dijk silt dijk	3,3	2,0	5,0	2,0	4,0	3,3	1	Innovatie lijkt niet haalbaar voor LMD vanwege grote hoogte-opgave
A.10 Rugen bekleding	4,0	4,0	3,7	3,5	4,5	3,9	2	Innovatie voor PU-fase (materialisering)
A.11 Optimalisatie met numerieke golfzooi CoastalFOAM	4,3	3,0	3,0	4,0	3,0	3,5	3	Vooraf meenemen om andere innovaties te onderzoeken
A.12 Sterk gebogen talud op het buiten/onderstalud	4,3	4,0	3,0	3,5	3,5	3,7	3	Innovatie kan eenvoudig worden meegenomen in ontwerpproces
A.13 Oekromd talud voor de binnen teen	4,3	3,0	3,3	3,5	4,0	3,8	3	Innovatie kan eenvoudig worden meegenomen in ontwerpproces
Relevante innovaties in kader ontwerptraject								
B.1a Uitwerken concept 'brede dijk'	3,5	3,0	2,7	2,0	4,5	3,1	1	te duur en te grote milieu-impact
B.1b Rijke dijk	3,8	2,0	3,3	3,0	4,5	3,3	3	IJsselmeer wel moeilijk te realiseren
B.1c Klimaatdijk / Multi-dijk	4,0	2,0	2,0	2,0	3,0	2,6	1	te duur en te grote milieu-impact
B.1d Delta dijk	4,0	2,0	2,0	2,0	3,0	2,8	1	te duur en te grote milieu-impact
B.2 Uitwerken golfstempende vooroever	4,3	2,0	3,0	2,0	3,0	3,3	3	aanvullende financiering lijkt vereist
B.2a Buisoever	3,8	2,0	3,7	1,5	5,0	3,2	3	aanvullende financiering lijkt vereist
B.2b Vooroever, zandsuppleties, zandmotor	3,5	2,0	3,3	1,5	5,0	3,1	2	zandmotor/zandsuppleties is uitwerking van innovatie B3a
B.3 Overstapbestendige dijk	3,8	2,0	2,7	2,5	3,0	2,8	1	niet innovatief genoeg en alleen kansrijk voor deze dijk voor maatverklaring
B.4 Drijvende walgemat en rietmoeras	3,5	2,0	4,0	4,0	3,5	3,4	2	interessant om als meekoppelsamen met te nemen bij aanvullende financiering
B.5 Tijdelijke waterkeringen	3,3	2,0	2,7	2,0	3,0	2,8	1	niet geschikt voor die deze dijk
B.6 Vaste hermoer	3,8	4,0	2,3	3,0	2,0	3,0	1	niet innovatief genoeg
B.7 Grondstabilisatie	3,5	3,0	3,3	4,0	3,0	3,4	2	Uitwerking bij stabiliteitsprobleem, keuze voor PU-fase
B.8 JLD-Dijkstabilisator	3,8	3,0	2,7	3,0	3,0	3,1	2	Uitwerking bij stabiliteitsprobleem, keuze voor PU-fase
B.9 Dijkvernagting	3,8	3,0	2,7	3,0	3,0	3,1	2	Uitwerking bij stabiliteitsprobleem, keuze voor PU-fase
B.10 Granulaire kolommen	3,8	3,0	2,7	3,0	3,0	3,1	2	Uitwerking bij stabiliteitsprobleem, keuze voor PU-fase
B.11 Siltmat	3,3	3,0	3,0	3,0	3,0	3,1	2	Uitwerking bij stabiliteitsprobleem, keuze voor PU-fase
B.12 Gewapende grond	3,3	3,0	3,0	3,0	3,0	3,1	2	Uitwerking bij stabiliteitsprobleem, keuze voor PU-fase
B.13 Volledig probabilistisch ontwerp	3,8	3,0	3,3	3,5	3,0	3,3	3	Ontwikkelingen gaan hard, rekenmethodes lijken voor deze dijk (zware HR) geschikt
B.14 Zettingversnelen: verticale drainage, vacuüm drainage	3,5	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	2	Keuze voor PU-fase
Relevante innovaties in kader duurzaamheidsaspect								
C.1 Circulaire Polder Inpassing	3,8	3,0	3,7	3,0	3,0	3,3	3	Innovatie past bij duurzaamheidsambitie
C.2 Toepassingen materialen transport	3,8	3,0	3,7	3,0	3,0	3,3	3	Innovatie past bij duurzaamheidsambitie
C.3 Duurzame energie opwekking op/achter de dijk	3,0	2,0	3,7	2,0	3,0	2,7	3	Innovatie past bij duurzaamheidsambitie, partner/aanvullende financier nodig
C.4 Pilot drijvende zonnepanelen/Waterschommel	3,3	2,0	3,0	2,0	3,0	2,7	3	Innovatie past bij duurzaamheidsambitie, partner/aanvullende financier nodig
C.5 Solar raad	3,3	2,0	3,3	2,0	3,5	2,8	2	Innovatie kan worden ingepast in PU-fase
C.6 Binnenbermbos	2,5	2,0	3,3	2,5	4,0	2,9	1	Innovatie lijkt niet haalbaar/wenselijk op deze locatie
C.7 Zero emissie bouwplaats	2,8	3,0	3,7	2,5	3,0	3,0	2	Innovatie kan worden ingepast in PU-fase

3.1 Toelichting gekozen relevante innovaties voor de verkenningsfase

A.1a Kennisbehoefte gras op dijken: sterke bloemrijk gras en toepassingsbereik op talud

Het lijkt voor de hand te liggen dat de versterkte IJsselmeerdijk weer een grasbekleding krijgt. Belangrijk is om in deze fase de kansen te verkennen voor de toepassing van bloemrijk grasland, gezien de evidente ecologische voordelen, maar ook gezien mogelijke voordelen in de sterkte van de grasbekleding. Bloemen en kruiden hebben namelijk verschillende worteldieptes, dit komt de sterkte van de grasbekleding ten goede.

Verder is het van belang om de recente ontwikkeling rondom de sterkte van gras i.c.m. klei (i.e. op het moment van schrijven worden proeven in de Deltagoot uitgevoerd) te volgen. Dit kan bepalend zijn voor de keuze van het voorkeursalternatief.

Momenteel is een start-up vanuit de TU Delft bezig met een methode om klei met toevoeging van een soort cement erosiebestendiger te maken. Deze innovatie kan -gezien de grote hoogte-opgave- heel

kansrijk zijn voor de IJsselmeerdijk. Ook is een andere start-up bezig om bestemmingen te vinden voor oude (hockey)kunstgrasvelden. Ook dit kan interessant zijn voor de IJsselmeerdijk, bij bijvoorbeeld maatwerklocaties met een relatief hoog overslagdebiet.

A.2a Teenconstructie methode en model

Het ontwerp van dijkteen is juist bij deze dijk erg belangrijk, de teen wordt zwaar aangevallen en moet de bovenliggende steenbekleding ondersteunen. Ontwerpmethodes voor dijktenen zijn nog in ontwikkeling. Een methodiek is bijvoorbeeld nog niet opgenomen in een ontwerpleidraad en daarmee nog niet geaccepteerd als onderdeel van het Wettelijk Beoordelingsinstrumentarium. De verkenningsfase lijkt het meest geschikte moment om te investeren in de methodiek en de acceptatie hiervan, zodat al een eerste inschatting van de kosten voor de aanpassing van de teenconstructie kan worden gemaakt. Vervolgens kan dit mogelijk nog in de verkenningsfase of anders in de planuitwerkingsfase worden gebruikt voor dit project.

A.3 Verbeterde hydraulische randvoorwaarden

De hydraulische randvoorwaarden zijn al geïdentificeerd als een kansrijk thema. Op dit moment zijn we gezamenlijk hiermee al een slag aan het slaan. Scherpe en reële hydraulische belastingen kunnen leiden tot een minder grote versterkingsopgave en daarmee ook duurzaamheidswinst opleveren.

A.11 Optimalisatie met numerieke golfgoot CoastalFOAM

Bij het ontwerp van een dijk ben je gebonden aan het Wettelijke Beoordelingsinstrumentarium. Dit instrumentarium is grotendeels gebaseerd op (grote schaal) gootproeven, waarbij een spectrum aan dijk geometrieën met hydraulische belastingen is beproefd. Het probleem voor de IJsselmeerdijk is tweeledig. Allereerst leidt de nieuwe wetgeving WBI2017 ertoe dat er gerekend wordt met hydraulische belastingen die buiten het spectra van geteste gootproeven liggen. Ten tweede is het gevolg dat er naar ontwerp oplossingen moet worden gezocht die vaak ook buiten het spectrum van geteste proeven liggen. In plaats van direct nieuwe gootproeven toe te passen die veel geld kosten, is er een alternatief ontwikkeld: de numerieke golfgoot CoastalFOAM. Dit is een Computational Fluid Dynamic (CFD) model dat met hoge nauwkeurigheid een golfgoot met verschillende hydraulische belastingen en dijkgeometrieën kan simuleren. CoastalFOAM maakt gebruik van de open source software OpenFOAM en is door een samenwerking van Boskalis, Deltares en RHDHV ontwikkeld door extra pakketten toe te voegen. CoastalFOAM is al in meerdere projecten succesvol toegepast voor het modeleren van golfbrekers. De toepassing van CoastalFOAM voor de IJsselmeerdijk heeft een groot voordeel, omdat de mogelijke innovaties (b.v. A.1a, A.2a en A.12) die nog niet in het Beoordelingsinstrumentarium zijn opgenomen, goedkoop onderzocht kunnen worden. Door gebruik te maken van CoastalFOAM in de verkenningsfase kunnen innovaties efficiënt geselecteerd worden en dit kan leiden tot slimme keuzes voor gootproeven. Dit laatste zal waarschijnlijk nodig blijven om het ontwerp/de innovatie te beoordelen conform het Wettelijke Beoordelingsinstrumentarium.

A.12 Sterk gebogen talud op het buiten(onder)talud

Tijdens de aanbesteding van de Afsluitdijk is er uitvoerig getest op verschillende steenbekledingen en is gezocht naar een zo gunstig mogelijke dijkgeometrie. Hieruit is gebleken dat een gebogen ondertalud op het buitentalud twee grote voordelen heeft ten opzichte van een traditioneel recht talud. Allereerst kunnen ronde constructies een grotere belasting aan, doordat belastingen gelijkmatig verdeeld kunnen worden (dit is met name voor steenbekleding cruciaal). Ten tweede heeft een geleidelijke (ronde) taludovergang een positieve werking op de golfbreking en daardoor op de golfklapbelasting. Voor de IJsselmeerdijk heeft dit een mogelijk groot voordeel, omdat dit de (grote) hoogteopgave en de bekledingsopgave aanzienlijk kan reduceren. Op dit moment is een gebogen vormgeving van het dijktalud niet opgenomen in het Wettelijke Beoordelingsinstrumentarium. Daarom is het belangrijk om goed inzicht te krijgen in de optredende

belastingen. Zoals al besproken in A.11 leent de numerieke golfgoot CoastalFOAM zich uitstekend om mogelijke oplossingen te onderzoeken.

A.13 Gekromd talud voor de binnenteen

Door een geleidelijke overgang van het binnendijks talud naar het maaiveld (binnenteen) kan de overslagbelasting op de binnenteen (zwakke plek van de dijk) worden gereduceerd. Hierdoor kan mogelijk meer golfoverslag worden getolereerd, wat resulteert in een kleinere versterkingsopgave. Ook hier kan CoastalFOAM worden toegepast om goed inzicht te krijgen in de optredende belastingen.

B.1b Rijke dijk

Het ontwerp principe van de rijke dijk is om de bekledingselementen van de dijk dermate te verrijken zodat organismen zich kunnen hechten aan de dijk. Daarmee kan de dijk ook voedsel bieden voor andere soorten en zo actief onderdeel zijn van het ecosysteem. De ambities voor dit project op het vlak van biodiversiteit zijn hoog en daarmee lijkt het logisch om te trachten dit innovatieve ontwerp principe toe te passen.

B.2a Golfdempende vooroevers

Het ontwerp principe van golfdempende vooroevers is om de golfbelasting op de dijk te reduceren en een ecologisch gezien interessante zone tussen dijk en vooroever te creëren. Aandachtspunt is dat de beheer- en onderhoudsinspanning niet significant toeneemt. Het te beheren areaal zal toenemen, daartegenover staat dat zeer waarschijnlijk het onderhoud aan de teenbestorting en de steenbekleding op de dijk significant zullen afnemen, doordat de golfbelastingen hier sterk reduceren. De ambities voor dit project op het vlak van biodiversiteit zijn hoog en daarmee lijkt het logisch om te trachten dit innovatieve ontwerp principe toe te passen.

B.2b Biobouwers

Biobouwers is een building-with-nature principe om op een natuurlijke manier sediment te vangen om een golfreducerende zone op te bouwen. Deze innovatie zal dus altijd samen moeten worden beschouwd met innovatie B.2a. Het principe van biobouwers heeft een gunstig effect op de biodiversiteit en op het beheer en onderhoud van het dijklichaam. Het gunstige effect op beheer en onderhoud heeft betrekking op de positieve werking van biobouwers op de instandhouding van de vooroever.

B.13 Volledig probabilistisch ontwerp

Probabilistisch ontwerp is ontwerpen met een geavanceerde rekenmethodiek. Het belangrijke voordeel van deze rekenmethodiek is dat er een directe relatie kan worden gelegd tussen de data, bijvoorbeeld waterstands- en golfdata, maar ook data uit gootproeven. Door deze directere relatie is het mogelijk om scherper en daarmee duurzamer te ontwerpen. Specifiek voor deze dijk lijkt het probabilistisch ontwerpen van de dijkteen en grasbekleding (bijvoorbeeld het combineren van faalmechanismen GEBU en GEKB) zeer kansrijk, zeker omdat hier momenteel al rekentechnieken voor worden uitgewerkt.

C.1 Circulaire Peiler toepassen samen met duurzaamheidsdashboard (bron: Relevante innovatieve oplossingen, concept, 18 november 2020)

De Nederlandse overheid heeft als doelstelling om in 2050 een volledig circulaire economie te zijn. Dit vraagt om een lage milieubelasting en hoogwaardig hergebruik van materialen. Er zijn 8 ontwerp principes opgesteld door Rijkswaterstaat om aan deze doelstelling te voldoen. Ontwerpen met het perspectief op langere termijn is hierbij essentieel. Immers projecten die nu worden ontworpen en worden gebouwd zullen vervolgens moeten worden beheerd en onderhouden. Keuzes die bijdragen aan een circulaire economie dienen al vanaf de initiatiefase van een nieuw project te worden gewaarborgd. Zeker ook als het gaat om langdurige projecten, zoals die van IJsselmeerdijken.

De Circulaire Peiler kan helpen om het projectteam scherp te houden in welke mate het ontwerp circulair is. De Circulaire Peiler borduurt voort op de Circulaire Ontwerpprincipes van Rijkswaterstaat. Per fase kan aan elk principe een aantal punten worden toegekend, afhankelijk van de verwachte impact qua circulariteit. In de Verkenningsfase kan de grootste winst qua circulariteit worden bereikt door te sturen op het voorkomen van materiaalverbruik, terwijl richting de Realisatiefase het reduceren van het brandstofverbruik verhoudingsgewijs een grotere impact zal hebben (i.e. ontwerp ligt op hoofdlijnen vast, waardoor het voorkomen van materiaalgebruik lastiger is / wordt). Met de tool kan eenvoudig worden bekeken in welke mate al invulling wordt gegeven aan de ontwerpprincipes en waar nog verbeterruimte ligt. De Circulaire Peiler is nog enkel in de verkenningsfase van de Grebbedijk gebruikt en zoekt andere proefprojecten om de tool verder te kunnen ontwikkelen.

Het duurzaamheidsdashboard focust zich veel meer op de resultaten qua milieu-impact, circulariteit en biodiversiteit. Het dashboard heeft als doel om vanaf de start inzichtelijk te maken waar verbeteringen op het gebied van duurzaamheid zijn doorgevoerd en om te laten zien waar in het ontwerp kansen liggen om het ontwerp verder te verduurzamen. Waar de Circulaire Peiler fungeert als een verificatietool, heeft het duurzaamheidsdashboard als doel om inzichtelijk te maken wat de duurzaamheidsprestaties zijn van het project, de ontwikkeling die gedurende het project is doorlopen en als ondersteuning bij het maken van ontwerpkeuzes.

C.2 Toepassen materialenpaspoort

Om circulair bouwen mogelijk te maken is het belangrijk om gedetailleerd te weten welke materialen nu onderdeel van de dijk vormen. Geregeld blijkt bij projecten dat materialen niet goed hergebruikt kunnen worden, omdat onvoldoende bekend is welke materialen exact zijn toegepast. Een materialenpaspoort van bouwprojecten is daarom essentieel om in de toekomst circulair bouwen mogelijk te maken. Voor dijkprojecten is dit nog geheel nieuw. In de verkenningsfase is het van belang dat nu al wordt nagedacht hoe het gebruik van materialen (en onderhoud hiervan) traceerbaar wordt.

C.3 Duurzame energie opwekking op/achter de dijk, pilot drijvende zonnepanelen/Waterschommel

De IJsselmeerdijk is al een dijk die geassocieerd wordt met energie-opwekking met de Maxima-centrale en de windmolens langs de dijk. De windmolens worden al vervangen voor grotere exemplaren, maar er zijn ook kansen voor zonnepanelen. In de afgelopen jaren is de capaciteit van zonne-energie in Nederland flink uitgebreid. Een pilot voor de mogelijkheden voor zonne-energie op de dijk vindt plaats bij de Knardijk. Gezien de zuidelijke ligging van het binnentalud kan toepassing van zonne-energie hier interessant zijn. Er zijn al zonnepanelen die geïntegreerd zijn in dijkbekledingspanelen. Verder zijn drijvende zonnepanelen een optie die steeds vaker toegepast worden. Hiervan dient allereerst nagegaan te worden welke invloed dit heeft op de veiligheid van de dijk.

C.7 Zero emissie bouwplaats

Rijkswaterstaat wil vanaf 2030 alleen nog maar bouwplaatsen hebben zonder emissie. Innovaties op dit gebied worden nu verkend. Voor de IJsselmeerdijk is het belangrijk om op de hoogte te blijven van deze ontwikkeling en te verkennen hoe emissie geminimaliseerd en/of afgevangen kan worden. Ook bij bepaalde ontwerpkeuzes kan nagedacht worden of zero (of heel weinig) emissie kan worden behaald.

3.2 Relevante innovaties voor planuitwerkingsfase

Een aantal innovaties kunnen om uiteenlopende redenen beter vanaf de planuitwerkingsfase worden opgepakt. Deze zijn hieronder toegelicht.

- Enkele innovaties kunnen mogelijk interessant voor het project zijn, maar het is nog onduidelijk of ze relevant zijn. Dit hangt sterk af van de keuze van de gekozen kansrijke alternatieven. Denk

hierbij aan een nieuw type teenbekleding, de getordeerde betonzuil, ecotops, alternatieven voor cement (e.g. c-fix), anome-gc, ringenbekleding, solar road.

- Enkele innovaties zijn relevant indien versterking buiten het huidige grondverbeteringscunet nodig is en de stabiliteit van de dijk in het geding komt. Dit geldt voor de volgende innovaties: grondstabilisatie, JLD-dijkstabilisator, dijkvernageling, granulaire kolommen, soilmix en gewapende grond.
- Enkele innovaties zijn slechts voor een klein deel van de dijkversterking relevant met name rondom voorliggende dammen. Dit betreffen de innovaties: zandsuppleties, drijvende wilgenmatten en rietmoeras. Deze innovaties zijn niet kansrijk bij zware golfcondities en het diepe voorland dat op het grootste deel van het traject aanwezig is.

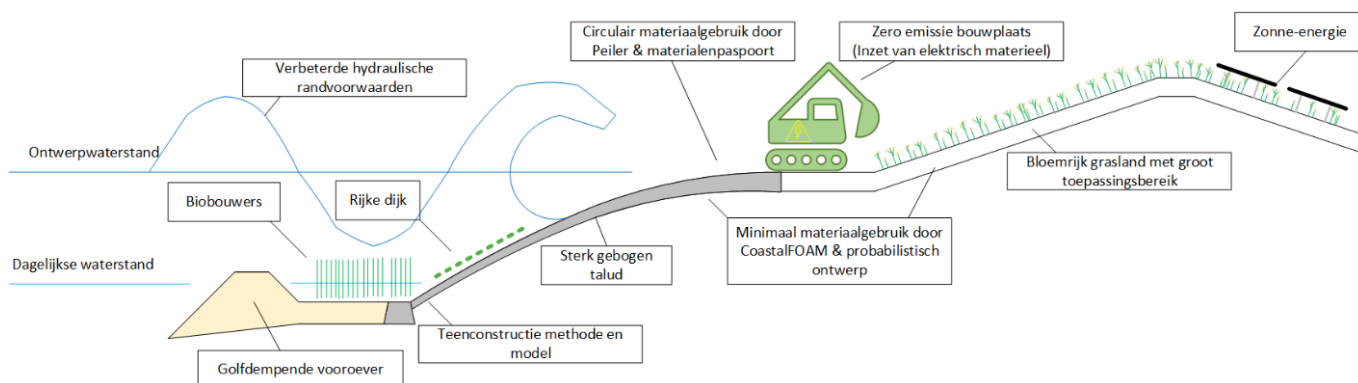
4 Conclusies en aanbevelingen vervolgproces

4.1 Algemene aanbevelingen

In totaal zijn 13 innovaties beoordeeld als direct relevant voor de verkenningsfase en zijn 17 innovaties als kansrijk voor de planuitwerkingsfase aangemerkt. Deze innovaties hebben vaak meer betrekking op materialisatie. Er zitten ook een aantal duidelijke raakvlakken tussen de innovaties, waardoor het ook mogelijk is om innovaties te gaan combineren bij de totstandkoming van kansrijke alternatieven.

Op dit moment zijn 30 innovaties als relevant bestempeld, waarvan 13 innovaties als relevant in de verkenningsfase. Hoewel 13 innovaties een relatief hoog aantal lijkt, is een alternatief met al deze 13 innovaties niet ondenkbaar (zie onderstaande schets) en eigenlijk zelfs wenselijk. Hieronder worden de volgende algemene aanbevelingen gedaan:

- Innovatieve ontwerpmethodes (hydraulische randvoorwaarden, probabilistisch ontwerp, CoastalFOAM, Teenconstructie) bundelen tot één ontwerpmethode. Deze ontwerpmethode kan dan integraal beoordeeld worden door het HWBP.
- Productinnovaties die al eens geverifieerd zijn met een gootproef (golfdempende vooroevers, rijke dijk, toepassingsbereik bloemrijk gras, biobouwers) durven toe te passen. Deze innovaties hebben in feite de innovatiefunnel al een keer doorlopen en zoeken een breder toepassingsbereik. Voor deze productinnovaties is geen goedkeuring van het HWBP nodig. Wel is het noodzakelijk om ontwikkelingen rondom deze innovaties te blijven volgen.
- Voor productinnovaties die nog niet zijn geverifieerd met een gootproef (zonne-energie) dient de normale innovatiefunnel aangehouden te worden. Hiervoor is ook goedkeuring van het HWBP nodig. Voor deze innovatie dient rekening gehouden te worden met de noodzaak van een gootproef (of overslagproef).
- Procesinnovaties (circulaire peiler, materialenpaspoort, zero-emissie) dienen zoveel mogelijk een (normale) innovatiefunnel te doorlopen. Bij deze procesinnovaties is uiteraard geen gootproef noodzakelijk.



Figuur 4-1: Schets van oplossing met alle innovaties geselecteerd voor de verkenningsfase.

4.2 Vervolg proces

Concrete vervolg stappen zijn opgesteld om de mogelijke innovaties toe te gaan passen in het project. Hieronder zijn de stappen verder toegelicht.

Biobouwers, golfdempende vooroevers en Rijke dijk

Biobouwers en golfdempende vooroevers gaan goed samen en dragen bij aan een groene duurzame oplossing. Daarom worden deze twee innovaties samen beschouwd in het ontwerp van de mogelijke alternatieven. Daarnaast liggen de Rijke dijk en bloemrijk grasland in het verlengde van een groene dijkoplossing. Om al de genoemde groene innovaties mee te nemen in de mogelijke alternatieven worden er 2 ontwerpessies georganiseerd in ontwerploop 1 (uitwerking mogelijke alternatieven). Het beoogde doel van de sessies is om 1. breed ideeën te verzamelen 2. breed draagvlak en enthousiasme te creëren en 3. de mogelijkheden van externe financiering voor zulke innovatieve oplossingen af te tasten.

Bloemrijk grasland met groot toepassingsbereik

Op het moment van schrijven van deze notitie wordt de sterkte van klei-grasbekleding en bloemrijk gras onderzocht met proeven (o.a. Deltagootproeven). Deze proeven bevinden zich in de afrondende fase. Voor verdere realisatie is het van belang om aan te sluiten bij dit onderzoek van de Noordelijke waterschappen. RHDHV heeft de toezegging gekregen om aan de hand van de proefresultaten een toepassingsleidraad te schrijven die kan worden toegepast in het ontwerp van de IJsselmeerdijk. Deze kennis kan worden ingezet in ontwerploop 2 (uitwerking kansrijke alternatieven).

In ontwerploop 1 zal contact worden gelegd met een tweetal start-ups; 1. een start-up die zegt dat ze een toevoegingsmiddel hebben ontwikkeld waardoor klei erosiebestendiger wordt en 2. een start-up die hergebruikmogelijkheden voor kunstgrasvelden onderzoekt.

Verbeterde Hydraulische randvoorwaarden

Op het moment van schrijven van deze notitie zijn de werkzaamheden voor het verbeteren van de hydraulische randvoorwaarden al ver gevorderd. Vervolgstappen zijn om de Hydraulische randvoorwaarden vast te stellen voor ontwerploop 1 en na te gaan of er verder onderzoek nodig is om deze opnieuw (verbeterd) vast te stellen voor ontwerploop 2. De echte innovatie zit echter in het toepassen (probabilistisch) van de hydraulische randvoorwaarden, zie volgende innovatie.

Probabilistisch ontwerpen

De focus van probabilistisch ontwerpen bij deze dijk leggen we bij de grasbekleding en de teenconstructie. We werken in ontwerploop 1 aan een duidelijk plan, hoe we afstudeerders kunnen inzetten voor het probabilistisch ontwerpen van een teenconstructie. Voor het probabilistisch ontwerpen van de grasbekleding (overgang hard/zacht – hoogte dijk) gaan we in ontwerploop 1 de modellen die nu ontwikkeld worden (o.a. Deltares en HKV) vergelijken en toepasbaar maken voor onze ontwerploop 2 (uitwerking van de kansrijke alternatieven). Specifiek voor deze innovatie bepalen we of er een KIA-aanvraag moet worden gedaan.

CoastalFOAM

Zoals beschreven in hoofdstuk 3.1 is CoastalFOAM voor meerdere innovaties toepasbaar. Het voorstel is om CoastalFOAM in te zetten voor het teenontwerp en het sterk gebogen buiten(onder)talud. De eerste uitwerkingsstap is het opstellen van een factsheet met de uitleg van de innovatie en hoe CoastalFOAM hierin kan worden toegepast. Hierbij wordt ook grof geschat wat het potentiële effect is op de waterveiligheid en de kosten (kosten-batenanalyse). Hierna beslissen we of we deze innovatie doorzetten en of we een KIA-aanvraag opstellen.

Duurzaamheidsdashboard en materialenpaspoort

Het materialenpaspoort en het dashboard gaan we direct inzetten in ontwerploop 1 en gedurende de ontwerploop verder door ontwikkelen. Dit is echt nieuw voor dijkprojecten. Daarnaast werken we aan een KIA-voorstel voor het ontwikkelen van dit duurzaamheidsdashboard en tonen we de meerwaarde van het toepassen van een dergelijk dashboard in een dijkversterkingsproject aan. Ook werken we aan artikel in Land+Water waar we de nadruk op het gebruik van de duurzaamheidsdashboard opleggen.

Duurzame energieopwekking voor/op/achter de dijk

In ontwerploop 1 onderzoeken we de technische haalbaarheid van zonnepanelen voor, op of achter de dijk in relatie tot waterveiligheid. Kennis op dit vlak kunnen we deels vergaren bij de pilot zon op dijken. Om de financiële haalbaarheid te onderzoeken, werken we gelijktijdig een businesscase uit voor duurzame energieopwekking rond de IJsselmeerdijk.

Zero-emissie bouwplaats

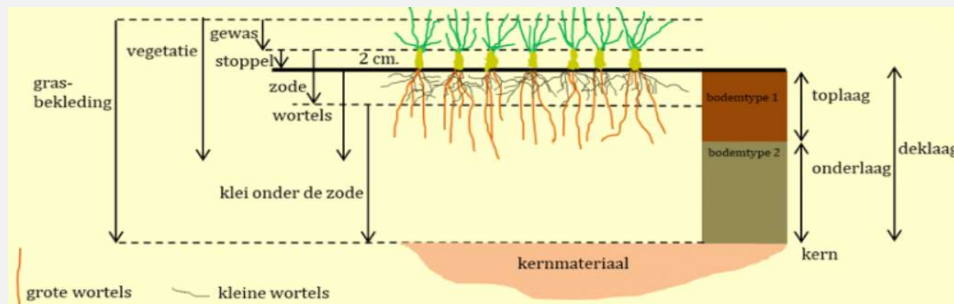
Belangrijke vervolgstap is de (on)mogelijkheden van elektrisch bouwen verder te onderzoeken. Welke delen van het ontwerp zijn elektrisch te bouwen en wat is daarvoor nodig. Gedurende de verkenningsfase zullen de ontwikkelingen omtrent elektrisch materieel worden gevolgd en zullen eerste gesprekken met aannemers gevoerd worden betreffende dit thema. Hieruit moeten de volgende zaken aandacht krijgen: Welke risico's zijn er? Welke belangen spelen er? Hoeveel procent duurder kan het project worden door zero-emissie doelstelling? Hoeveel extra tijd kost het?



Bijlage 1: Innovatie zeef totaal

Innovatie Zeef		Draagt bij aan Faalmechanisme			Ingebracht door	Bouwsteen	Techniek en loekomsbestendig				Beheerbaarheid	Duurzaamheid			Kosten		Inpassing		1. TOTAAL Techniek	2. TOTAAL Beheerbaarheid	3. TOTAAL Duurzaamheid	4. TOTAAL Kosten	5. TOTAAL Inpassing	Score	Relevante Verkenningfase 1. Niet kansrijk 2. Kansrijk Plan-uitwerkingsfase 3. Kansrijk	Toelichting, voorstel RMDV	
		Bekleding	Hoogte	Stabiliteit			1.1 Effectiviteit waterafleiding	1.1 Efficiënte ontwerp/ uitvoeringsproces	1.2 Haalbaarheid/ onderzoek nodig	1.3 Uitbreidbaarheid		2.1 Beheerbaarheid	3.1 Circulariteit	3.2 Biodiversiteit	3.3 Milieu-impact en breukwaarde	4.1 Investeringskosten	4.2 Levensduurkosten	5.1 Bijdrage ecologische verbetering									5.2 Inpassing en ruimtelijke kwaliteit
Relevante innovaties onderzoek																											
A.1a	Kennisbehoefte gras op dijken: sterke bloemrijk gras	4	3	3	WZZL	Grasbekleding i.c.m. kleibekleding (boventalud)	4	5	3	5	4	5	5	5	5	5	5	5	4.3	4.0	5.0	5.0	5.0	4.7	3	Relatief eenvoudige innovatie, met grote winst voor biodiversiteit	
A.1b	Kennisbehoefte gras op dijken: toepassingsbereik op talud	4	3	3	WZZL	Grasbekleding i.c.m. kleibekleding (boventalud)	4	5	3	5	4	5	5	5	5	5	5	5	4.3	4.0	5.0	5.0	5.0	4.7	3	Innovatie met grote positieve potentiële (kosten)impact voor LMD	
A.2a	Teenconstructie methode en model	5	3	3	RHDHV	Nieuwe bekleding zetsteen	5	5	4	5	3	3	3	4	4	5	5	3	4.8	3.0	3.3	4.5	3.0	3.7	3	Innovatie van groot belang voor LMD (sterke teen -> basis voor steenbekleding)	
A.2b	Nieuwe type teenbekleding	5	4	3	RHDHV	Nieuwe bekleding zetsteen	4	3	2	3	3	3	5	4	5	5	3	3	3.0	3.0	4.0	5.0	4.0	3.8	2	Interessante innovatie, niet haalbaar in verkenningfase	
A.3	Verbeterde hydraulische randvoorwaarden	5	5	3	WZZL	geen	5	5	4	3	3	5	3	3	5	3	3	3	4.3	3.0	3.7	4.0	3.0	3.6	3	Innovatie met grote positieve potentiële (kosten)impact voor LMD	
A.4a	Getroerde zand	5	3	3	RHDHV	Nieuwe bekleding zetsteen	4	5	2	2	5	3	4	5	3	3	3	4.0	5.0	3.3	4.0	3.0	3.9	2	Keuze type zetsteen maken in PU-fase		
A.4b	Zakken van gebelsteigen baggerspacie	5	4	3	WZZL	Nieuwe bekleding zetsteen	2	2	5	2	3	5	3	4	4	3	3	3	2.8	3.0	4.0	3.5	3.0	3.3	1	Innovatie lijkt niet geschikt (hoge goven) voor LMD	
A.4c	Koetsje	5	4	3	WZZL	Nieuwe bekleding zetsteen	4	4	5	4	4	3	5	4	4	5	4	4	4.3	4.0	4.0	4.5	4.5	4.3	2	Keuze voor ecofoon lijkt haalbaar en koste, maar definitieve keuze kan in PU-fase	
A.4d	C-Fix	3	3	3	WZZL	Nieuwe bekleding zetsteen	3	3	4	3	3	3	3	5	3	3	3	3	3.3	3.0	3.7	3.0	3.0	3.2	2	Innovatie voor PU-fase (materialisering)	
A.6	Anome-GC	4	3	4	WZZL	Nieuwe bekleding	4	4	4	4	3	2	3	5	4	4	2	3	3.8	2.0	4.0	3.0	4.0	3.4	2	Vooraf meenemen om andere innovaties te onderzoeken	
A.6	Live dijk	4	4	4	WZZL	geen	3	4	4	4	4	4	4	3	3	2	2	4	3.8	4.0	3.3	2.0	3.5	3.3	1	Meerwaarde voor deze dijk lijkt gering	
A.7	Koude Asfaltbekleding	5	3	3	WZZL	Nieuwe gladde bekleding asfalt	3	4	3	4	4	5	4	1	2	2	2	2	3.5	5.0	2.3	3.5	2.0	3.3	1	Aafaf past niet bij duurzaamheidsambities	
A.8	Elastocoast	5	4	3	WZZL	Nieuwe bekleding Elastocoast	4	4	3	4	4	4	5	1	1	3	1	5	3.8	2.0	3.3	2.0	4.0	3.0	1	Elastocoast past niet bij duurzaamheidsambities	
A.8	Meegroei dijk/ aib dijk	2	4	3	RHDHV	Nieuwe bekleding	3	3	2	5	2	5	5	5	5	2	2	3	3.3	2.0	5.0	2.0	4.0	3.3	1	Innovatie lijkt niet haalbaar voor LMD vanwege grote hoogte-opgave	
A.10	Ringen bekleding	5	5	3	RHDHV	Nieuwe ruwe bekleding zetsteen	5	4	4	4	3	4	3	5	3	2	5	3	4.0	4.0	3.7	3.5	4.5	3.9	2	Innovatie voor PU-fase (materialisering)	
A.11	Optimalisatie met numerieke golfvoet CoastalFOAM	5	5	3	RHDHV	geen	5	5	4	4	4	3	3	3	3	5	3	3	4.3	3.0	3.0	4.0	3.0	3.5	3	Vooraf meenemen om andere innovaties te onderzoeken	
A.12	Sterk gebogen talud op het buitenonderstalud	4	4	3	RHDHV	Dilogeometrie, bekleding	5	5	4	3	4	3	3	3	3	4	3	3	4.3	4.0	3.0	3.5	3.5	3.7	3	Innovatie kan eenvoudig worden meegenomen in ontwerpproces	
A.13	Gekromd talud voor de binnen teen	3	4	3	RHDHV	Dilogeometrie, bekleding	4	5	3	5	3	4	3	3	3	4	3	3	4.3	3.0	3.3	3.5	4.0	3.6	3	Innovatie kan eenvoudig worden meegenomen in ontwerpproces	
Relevante innovaties in kader ontwerpproces																											
B.1a	Uitwerken concept brede dijk	4	5	2	WZZL	Dijkverbreding	5	1	3	5	3	2	5	1	1	3	5	4	3.5	3.0	2.7	2.0	4.5	3.1	1	Te duur en te grote milieu-impact	
B.1b	Rijke dijk	4	3	3	RHDHV	Nieuwe teen en zetsteen bekleding	4	3	5	3	2	3	5	2	2	4	4	4	3.8	2.0	3.3	3.0	4.5	3.3	3	Vanwege wens verhogen biodiversiteit, interessante innovatie. Vanwege diepte (samen) wel moeilijk te realiseren	
B.1c	Klimaatdijk / Multi dijk	3	5	2	WZZL	Dijkverbreding	5	1	5	5	2	2	3	1	1	3	3	3	4.0	2.0	2.0	2.0	3.0	2.6	1	Te duur en te grote milieu-impact	
B.1d	Delta dijk	5	5	5	RHDHV	Dijkverbreding	5	1	5	5	2	2	3	1	1	3	3	3	4.0	2.0	2.0	2.0	3.0	2.6	1	Te duur en te grote milieu-impact	
B.2a	Uitwerken golfdepende vooroevers	4	4	3	WZZL	Verhogen voorland/ aanbrengen vooroever	4	5	3	5	2	3	5	1	1	3	5	5	4.3	2.0	3.0	2.0	5.0	3.3	3	Meenemen in ontwerpproces, vooral vanwege grote potentiële natuurwinst, aanvullende financiering lijkt vereist	
B.2b	Bloboevers	4	4	3	WZZL	Verhogen voorland/ aanbrengen vooroever	3	4	3	5	2	3	5	3	1	2	5	5	3.8	2.0	3.7	1.5	5.0	3.2	3	Meenemen in ontwerpproces, vooral vanwege grote potentiële natuurwinst, aanvullende financiering lijkt vereist	
B.2c	Vooroever, zandvoetplaat, zandmotor	4	4	3	WZZL	Verhogen voorland/ aanbrengen vooroever	4	2	3	5	2	2	5	2	1	2	2	5	3.5	2.0	3.3	1.5	5.0	3.1	2	Zandmotor/zandvoetplaat is uitwerking van innovatie B3a	
B.3	Overslagbestendige dijg	5	5	3	WZZL	Overslagbestendige dijk (inclusief versterkt gras binnentalud)	5	4	4	2	2	3	2	3	3	2	3	3	3.8	2.0	2.7	2.5	3.0	2.8	1	Niet innovatief genoeg en alleen kansrijk voor deze dijk voor maatwerklocatie	
B.4	Drijvende walgemat en rietmoeras	4	4	3	WZZL	geen	3	3	4	4	2	4	4	4	4	4	3	3	3.5	2.0	4.0	4.0	3.5	3.4	2	Interessant om als meekoppigkams mee te nemen bij aanvullende financiering	
B.6	Tijdelijke waterkeringen	3	5	3	WZZL	Demontabele kering op kran	4	3	3	3	2	3	3	2	2	2	2	3	3.3	2.0	2.7	2.0	3.0	2.6	1	Niet geschikt voor deze dijk	
B.6	Vaste keermuur	3	5	3	WZZL	Vaste golfmuur in dijktalud	5	3	4	3	4	3	2	2	2	3	3	3	3.8	4.0	2.3	3.0	2.0	3.0	1	Niet innovatief genoeg	
B.7	Grondstabilisatie	3	3	5	WZZL	Verhogen macrostabiliteit	4	2	3	5	3	3	3	4	4	4	3	3	3.5	3.0	3.3	4.0	3.0	3.4	2	Uitwerking bij stabiliteitsprobleem, keuze voor PU-fase	
B.8	JLD-Dijstabilisator	3	3	5	WZZL	Verhogen macrostabiliteit	4	2	5	4	4	3	3	2	2	4	3	3	3.8	3.0	2.7	3.0	3.0	3.1	2	Uitwerking bij stabiliteitsprobleem, keuze voor PU-fase	
B.9	Dijkvermagering	3	3	5	WZZL	Verhogen macrostabiliteit	4	2	5	4	3	3	3	2	2	4	3	3	3.8	3.0	2.7	3.0	3.0	3.1	2	Uitwerking bij stabiliteitsprobleem, keuze voor PU-fase	
B.10	Granulaire kolommen	3	3	5	WZZL	Verhogen macrostabiliteit	4	2	5	4	3	3	3	2	2	4	3	3	3.8	3.0	2.7	3.0	3.0	3.1	2	Uitwerking bij stabiliteitsprobleem, keuze voor PU-fase	
B.11	Solmix	3	3	5	WZZL	Verhogen macrostabiliteit	4	2	5	2	3	3	3	3	2	4	3	3	3.3	3.0	3.0	3.0	3.0	3.1	2	Uitwerking bij stabiliteitsprobleem, keuze voor PU-fase	
B.12	Gewapende grond	3	3	5	WZZL	Verhogen macrostabiliteit	4	2	5	2	3	3	3	3	2	4	3	3	3.3	3.0	3.0	3.0	3.0	3.1	2	Uitwerking bij stabiliteitsprobleem, keuze voor PU-fase	
B.13	Volledig probabilistisch ontwerp	4	4	3	WZZL	geen	4	4	4	3	4	3	3	4	4	3	3	3	3.8	3.0	3.3	3.5	3.0	3.3	3	Ontwikkelingen gaan hard, rekenmethodes lijken voor deze dijk (zware HR) geschikt	
B.14	Zettingvervalten, verticale drainage, vacuumdrainage	3	3	5	WZZL	Verhogen macrostabiliteit	4	3	5	2	3	3	3	3	2	4	3	3	3.5	3.0	3.0	3.0	3.0	3.1	2	Keuze voor PU-fase	
Relevante innovaties in kader duurzaamheidsproces																											
C.1	Circulaire Peiler toepassen	3	3	3	WZZL	geen	3	4	4	4	3	5	3	3	3	3	3	3	3.8	3.0	3.7	3.0	3.0	3.3	3	Innovatie past bij duurzaamheidsambitie	
C.2	Toepassen materialen paspoort	3	3	3	WZZL	geen	3	4	4	4	3	5	3	3	3	3	3	3	3.8	3.0	3.7	3.0	3.0	3.3	3	Innovatie past bij duurzaamheidsambitie	
C.3	Duurzame energie opwekking oplichter de dijk	3	3	3	WZZL	geen	3	2	4	3	2	3	3	5	2	2	3	3	3.0	2.0	3.7	2.0	3.0	2.7	3	Innovatie past bij duurzaamheidsambitie, partner/aanvullende financierer nodig	
C.4	Pilot drijvende zonnepanelen/Waterschommel	4	4	3	WZZL	Bouwsteen voor de dijk	4	2	3	4	2	2	2	5	2	2	3	3	3.3	2.0	3.0	2.0	3.0	2.7	3	Innovatie past bij duurzaamheidsambitie, partner/aanvullende financierer nodig	
C.6	Solar road	3	3	3	WZZL	geen	3	2	4	4	2	2	3	5	2	2	3	4	3.3	2.0	3.3	2.0	3.5	2.8	2	Innovatie kan worden ingepast in PU-fase	
C.8	Binnenbermbos	3	3	4	WZZL	geen	3	2	2	3	2	3	4	3	1	4	4	4	2.5	2.0	3.3	2.5	4.0	2.9	1	Innovatie lijkt niet haalbaar/wenselijk op deze locatie	
C.7	Zero emissie bouwplaats	3	3	3	WZZL	geen	3	2	3	3	3	3	3	5	2	3	3	3	2.8	3.0	3.7	2.5	3.0	3.0	2	Innovatie kan worden ingepast in PU-fase	

Bijlage 2: Factsheet Innovaties



(Stowa, 2019)

Omschrijving

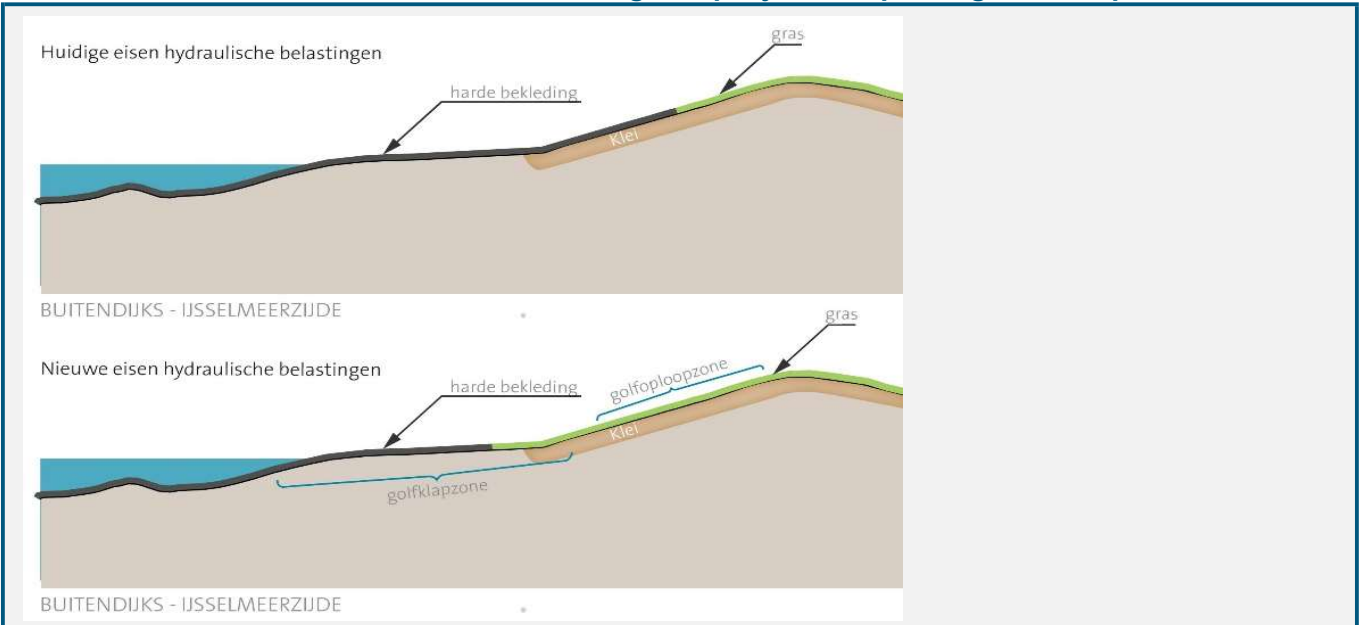
Een grasbekleding op een dijk bestaat uit vegetatie die geworteld is in de deklaag. De deklaag rust op de kern van het dijklichaam. De begroeiing bestaat bovengronds uit stoppels en het gewas, en ondergronds in de deklaag uit wortels. De vegetatie bestaat bijna altijd uit verschillende grassoorten in combinatie met kruiden en soms mossen. Hoewel ook grassen bloemplanten zijn, behoren de typische 'bloemen', die we vanwege hun grootte en kleur direct herkennen, tot de kruiden. Een bloemrijke dijk is dus een dijk die rijk is aan gras- en kruidensoorten. Mossen dragen niet bij aan de sterkte van dijken omdat ze niet over wortels beschikken. Door grootschalige golfklap-, golfoverslag- en golfplooppoeven op diverse primaire waterkeringen in Nederland en Vlaanderen is de afgelopen jaren duidelijk geworden dat soortenrijke (bloemrijke) dijkvegetaties zeer erosiebestendig kunnen zijn. Wel is uit de serie golfoverslagpoeven geconcludeerd dat minder soortenrijke dijkgraslanden die het resultaat zijn van goed en zorgvuldig uitgevoerd beheer (bijvoorbeeld beweiding met schapen) ook voldoende sterkte bieden

Conclusie

Relevantie Verkenningfase IJsselmeerdijken	3	Relatief eenvoudige innovatie, met grote winst voor biodiversiteit
---	---	--

Invloed op faalmechanismen	Score	Opmerking
Bekleding	4	Versterkt de gras bekleding op het boven talud
Hoogte	3	n.v.t.
Stabiliteit	3	n.v.t.

Afwegingscriteria	Score	Opmerkingen
1.1 Effectiviteit waterveiligheid	4	De vegetatie vormt, samen met de klei van de deklaag, een erosie-revend geheel. Wat betreft de vegetatie is proefondervindelijk aangetoond dat een begroeiing met weinig grotere open plekken en met een hoge worteldichtheid in de toplaag (tot minstens 20 cm diep) sterk bijdraagt aan een erosiebestendige dijk (Rijkswaterstaat, 2012).
1.1 Efficiëntie ontwerp/uitvoeringsproces	5	Eenvoudig te verwezenlijken ten opzichte van andere bekledingen
1.2 Haalbaarheid/ onderzoek nodig	3	Onderzoek is nog bezig (afroeiende fase) over de extra sterkte
1.3 Uitbreidbaarheid	5	Eenvoudig uitbreiden door de kleilaag door te trekken en een toplaag op te leggen. Vaak is hier al een kleilaag aanwezig, daarvoor is dus alleen een top gras laag nodig
2.1 Beheerbaarheid	4	Met goed weide en hooibeheer kan worden gestuurd op een erosiebestendige dijk, waarbij de gras in principe een oneindige levensduur heeft.
3.1 Circulariteit	5	Het grootste deel van de IJsselmeer dijk is al bekleed met gras. Waarbij een deel van de klei kan worden hergebruikt waar de grasmatten kunnen worden op geïnstalleerd.
3.2 Biodiversiteit	5	Vegetatie bestaat uit veel verschillende gras- en kruidensoorten, die op een bepaald moment in het jaar een rijkdom aan bloeiende planten biedt. Draagt bij aan de biodiversiteit voor flora en fauna
3.3 Milieu-impact en broeikas-effect	5	Groene oplossing zorgt voor een lager milieu impact
4.1 Investeringskosten	5	Lage kosten, omdat bloemrijk gras niet veel hoger in kosten is dan gebruikelijk gras
4.2 Levensduurkosten	5	Geen hogere onderhoudskosten dan normaal gras
5.1 Bijdrage ecologische verbetering	5	Vegetatie bestaat uit veel verschillende gras- en kruidensoorten, die op een bepaald moment in het jaar een rijkdom aan bloeiende planten biedt. Draagt bij aan de biodiversiteit voor flora en fauna
5.2 Inpasbaarheid en ruimtelijke kwaliteit	5	Efficiënt ruimtegebruik, Esthetisch, ecologisch en economisch verantwoord



(Handreiking grasbekleding, 2017)

Omschrijving

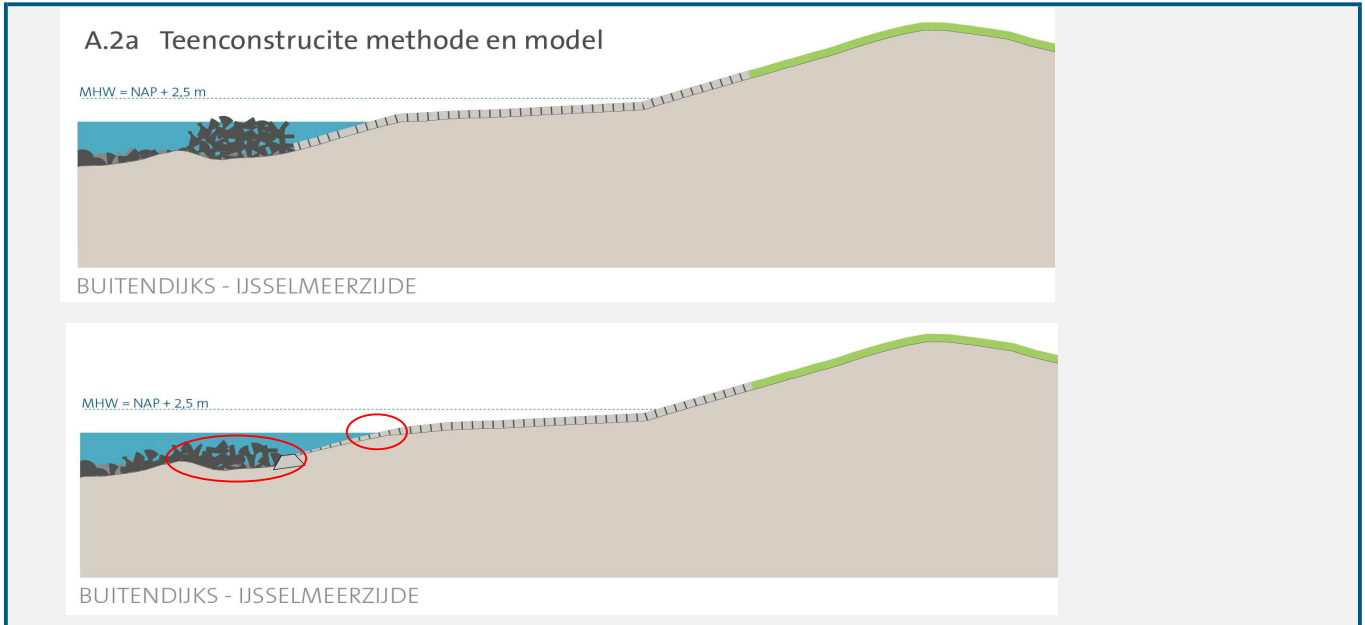
Het grootste deel van de IJsselmeerdijk is bekleed met gras. Voor delen voldoet de grasbekleding niet aan de benodigde sterkte, veelal door de te grote belastingen die gras niet kan weerstaan. In het ontwerp liggen mogelijkheden om door middel van innovaties op grasbekledingen hier oplossingen voor te vinden. Deels zal de sterkte waarschijnlijk uit steenbekledingen komen, maar mogelijk zijn er sterkere graszoden te ontwikkelen. Daarnaast kan een hogere biodiversiteit worden nagestreefd. In de nieuwe methodiek met verschillende eisen voor de hydraulische belastingen, maakt dat de overgang van steen naar gras een grijs gebied betreft waar kennis ontwikkeling mogelijk is. Een van de andere kennis behoeftes is het beter in kaart brengen van gras en klei sterkte in de golf oploop en golfklap zone. Op dit moment worden er goot proeven uitgevoerd op dit faalmechanisme, waarbij inzichten kunnen worden meegenomen.

Conclusie

Relevantie Verkenningfase IJsselmeerdijken	3	Innovatie met grote positieve potentiële (kosten)impact voor IJMD
---	---	---

Invloed op faalmechanismen	Score	Opmerking
Bekleding	4	Draagt bij aan goedkopere bekleding op het boven talud
Hoogte	3	n.v.t.
Stabiliteit	3	n.v.t.

Afwegingscriteria	Score	Opmerkingen
1.1 Effectiviteit waterveiligheid	3	Proeven lopen nog, echter gras blijft minder sterk dan een harde bekleding
1.1 Efficiëntie ontwerp/uitvoeringsproces	5	Eenvoudig te verwezenlijken ten opzichte van andere bekledingen
1.2 Haalbaarheid/ onderzoek nodig	3	Onderzoek is nog bezig (afroeiende fase) over de extra sterkte
1.3 Uitbreidbaarheid	5	Eenvoudig uitbreiden door de kleilaag door te trekken en een toplaag op te leggen. Vaak is hier al een kleilaag aanwezig, daarvoor is dus alleen een top gras laag nodig
2.1 Beheerbaarheid	4	Met goed weide en hooibeheer kan worden gestuurd op een erosiebestendige dijk, waarbij de gras in principe een oneindige levensduur heeft.
3.1 Circulariteit	5	Het grootste deel van de IJsselmeerdijk is al bekleed met gras. Waarbij een deel van de klei kan worden hergebruikt waar de grasmatten kunnen worden op geïnstalleerd.
3.2 Biodiversiteit	5	Gras heeft hogere natuurwaarde dan harde bekleding
3.3 Milieu-impact en broeikaseffect	5	Groene oplossing zorgt voor een lager milieu impact
4.1 Investeringskosten	5	Gras is veel goedkoper dan harde bekledingen
4.2 Levensduurkosten	5	Enige onderhoudskosten zijn het hooi en maaibeheer van het gras
5.1 Bijdrage ecologische verbetering	5	Vegetatie bestaat uit veel verschillende gras- en kruidensoorten, die op een bepaald moment in het jaar een rijkdom aan bloeiende planten biedt. Draagt bij aan de biodiversiteit voor flora en fauna
5.2 Inpasbaarheid en ruimtelijke kwaliteit	5	Efficient ruimtegebruik, Esthetisch, ecologisch en economisch verantwoord



Omschrijving

Methode en model voor het ontwerpen en beoordelen van de teenconstructie zo ver door ontwikkelen dat deze kan worden toegepast binnen het project IJMD. Eerste versie Teentool is al operationeel.

Conclusie

Relevantie Verkenningfase IJsselmeerdijken	3	Innovatie van groot belang voor IJMD (sterke teen -> basis voor (steen)bekleding)
---	---	---

Invloed op faalmechanismen	Score	Opmerking
Bekleding	5	doel is een stabiele teen- en zetsteenbekleding
Hoogte	3	n.v.t.
Stabiliteit	3	n.v.t.

Afwegingscriteria	Score	Opmerkingen
1.1 Effectiviteit waterveiligheid	5	De teen geeft de bekleding een goede ondersteuning. Daarbij kan breuksteen golfloop reduceren. Groot effect op waterveiligheid
1.1 Efficiëntie ontwerp/uitvoeringsproces	5	Optimalisatie van de teen zal leiden tot een efficiënter ontwerp- en uitvoeringsproces
1.2 Haalbaarheid/ onderzoek nodig	4	De methode/tool voor de teen constructie is al ontwikkeld en moet worden goedgekeurd in het BOI. In dit proces van goedkeuren moeten er nog aannames nagegaan worden en geoptimaliseerd.
1.3 Uitbreidbaarheid	5	Het bijstorten/bijplaatsen van stortsteen is relatief eenvoudig
2.1 Beheerbaarheid	3	Levensduur van een teen constructie is 50 jaar, af en toe bijstorten nodig
3.1 Circulariteit	3	Weinig tot geen hergebruik mogelijk
3.2 Biodiversiteit	3	Breuksteen geeft een onnatuurlijke harde oeverrand, slecht toegankelijk voor kuikens van wadvogels
3.3 Milieu-impact en broeikaseffect	4	Optimalisatie in het ontwerp verbeterd de milieu impact van teen constructie oplossingen
4.1 Investeringskosten	4	Breuksteen met de sortering 300-1000kg is relatief duur (circa 65euro per m2), maar door goed ontwerp kunnen kosten worden gedrukt
4.2 Levensduurkosten	5	Breuksteen is goedkoop in onderhoud en heeft een lange levensduur
5.1 Bijdrage ecologische verbetering	3	Breuksteen geeft een onnatuurlijke harde oeverrand, slecht toegankelijk voor kuikens van wadvogels
5.2 Inpasbaarheid en ruimtelijke kwaliteit	3	n.v.t.

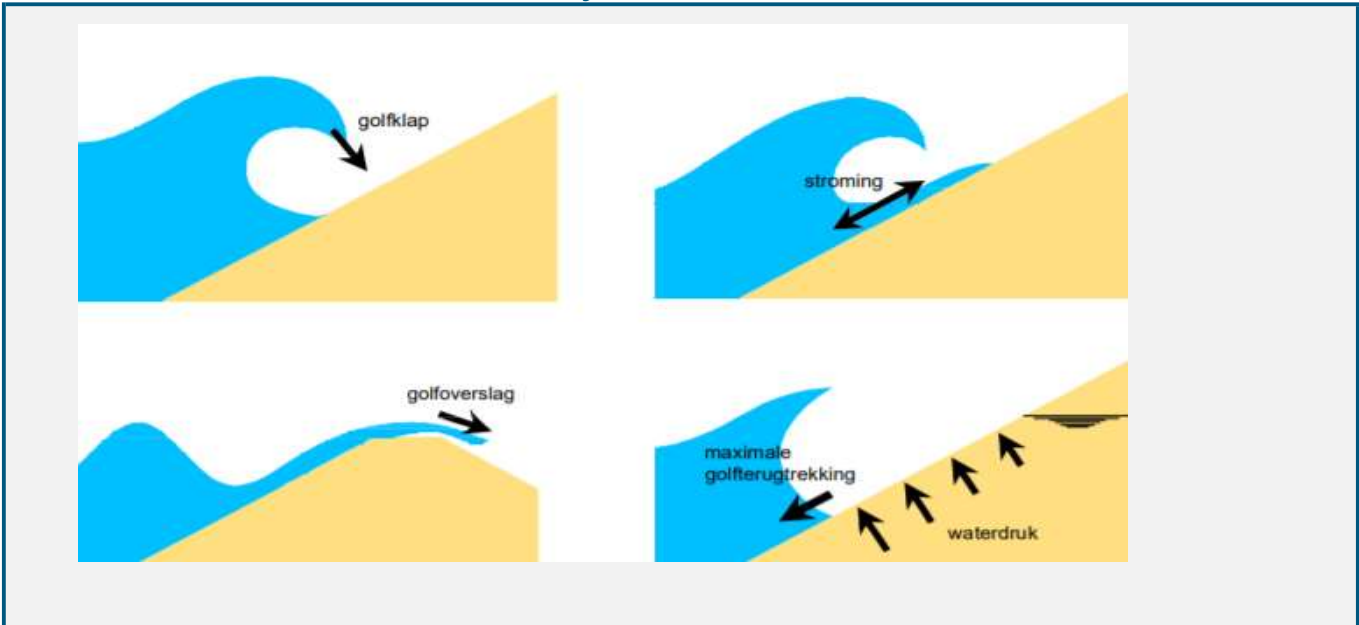


Omschrijving
 Zoeken naar een materiaal waarbij de biodiversiteit de teen versterkt en daarbij criculaire is en de levensduur vergroot. Een voorbeeld hiervan zijn schanskorven - een schanskorf is een balk- of plaatvormige doos, gemaakt van een net gevuld met natuursteen of ander steenachtig materiaal.

Conclusie		
Relevantie Verkenningfase IJsselmeerdijken	2	Interessante innovatie, niet haalbaar in verkenningfase

Invloed op faalmechanismen	Score	Opmerking
Bekleding	5	De teen draagt bij aan golfdemping, minder belasting op bekleding
Hoogte	4	Golfploop wordt geremd
Stabiliteit	3	n.v.t.

Afwegingscriteria	Score	Opmerkingen
1.1 Effectiviteit waterveiligheid	4	Deze constructie geeft de bekleding een goede ondersteuning. Daarbij kan breuksteen golfploop reduceren.
1.1 Efficiëntie ontwerp/uitvoeringsproces	3	breuksteen kan niet meer zomaar gestort worden en moet eerst met ander materiaal verweven worden
1.2 Haalbaarheid/ onderzoek nodig	2	Hier is nog geen uitvoerig onderzoek in gedaan, meer onderzoek nodig
1.3 Uitbreidbaarheid	3	Door extra materiaal toevoegen aan de teen zal deze slecht uit te breiden zijn
2.1 Beheerbaarheid	3	Functionaliteit waarborgen vergt inspectie voor dit nieuwe concept
3.1 Circulariteit	3	Geen hergebruik mogelijk
3.2 Biodiversiteit	5	Kan hoge ecologische waarde hebben, waarbij planten en organismen zich makkelijk aan de teen kunnen hechten. De vegetatie biedt een geschikt leefgebied aan diverse diersoorten.
3.3 Milieu-impact en broeikaseffect	4	Levensduur van een teen constructie is 50 jaar
4.1 Investeringskosten	5	Breuksteen met de sortering 300-1000kg is relatief duur (circa 65euro per m2), dit is goedkoper alternatief
4.2 Levensduurkosten	5	Waarschijnlijk lange levensduur
5.1 Bijdrage ecologische verbetering	5	Kan hoge ecologische waarde hebben, waarbij planten en organismen zich makkelijk aan de teen kunnen hechten. De vegetatie biedt een geschikt leefgebied aan diverse diersoorten.
5.2 Inpasbaarheid en ruimtelijke kwaliteit	3	neutraal



Omschrijving

De hydraulische belastingen (HR) zijn voor deze dijk heel zwaar zijn en grenzen aan de fysische limieten. Een kleine aanpassing kan grote gevolgen hebben op het ontwerp en daarmee ook de kosten,

Conclusie

Relevantie Verkenningfase IJsselmeerdijken	3	Innovatie met grote positieve potentiële (kosten)impact voor IJMD
--	---	---

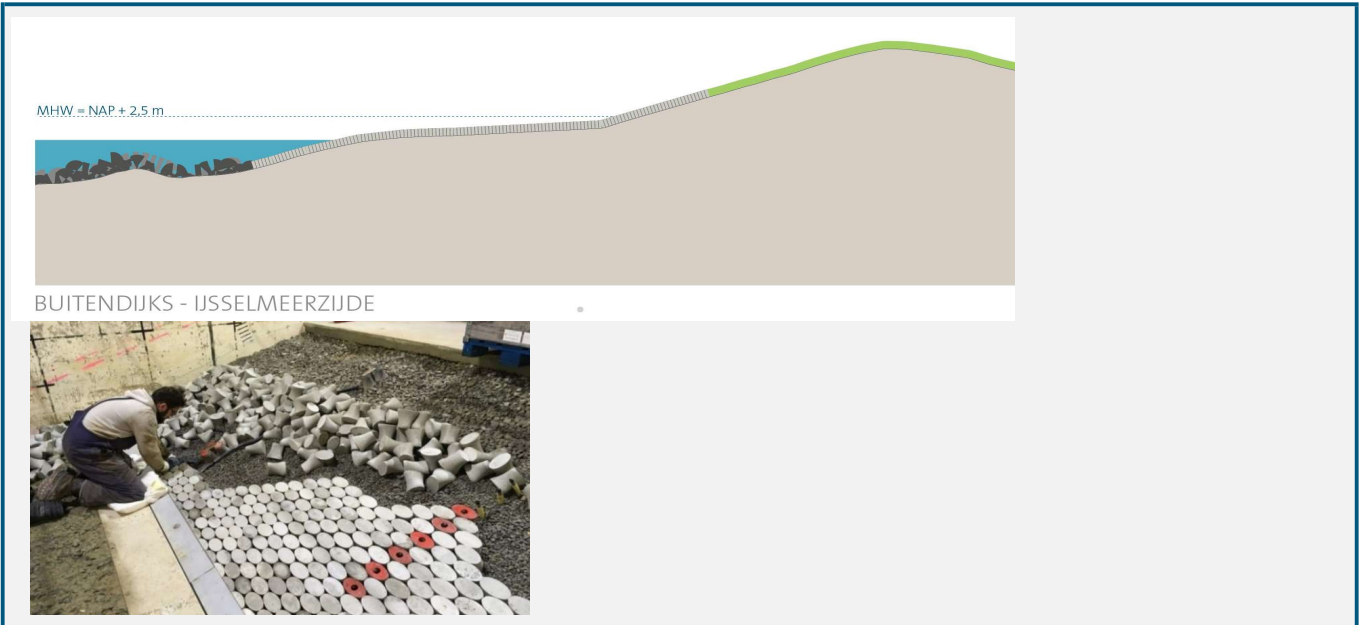
Invloed op faalmechanismen	Score	Opmerking
Bekleding	5	Optimaliseren van belasting, verlaagt bekledingsopgave
Hoogte	5	Optimaliseren van belasting, verlaagt hoogteopgave
Stabiliteit	3	n.v.t.

Afwegingscriteria	Score	Opmerkingen
1.1 Effectiviteit waterveiligheid	5	De hydraulische belastingen worden in het begin van de verkenningfase gedetailleerd onderzocht. Daardoor wordt de onzekerheid in de hydraulische belastingen verkleind. Waardoor er beter ontworpen kan worden op waterveiligheid.
1.1 Efficiëntie ontwerp/uitvoeringsproces	5	Verbeterde hydraulische belastingen zorgt voor een optimaler ontwerp proces. Met de aanname dat er daardoor verder op in het project geen plotselinge veranderingen in de ontwerpbelastingen plaats vinden.
1.2 Haalbaarheid/ onderzoek nodig	4	Al opgestart in startfase verkenning, beperkt nieuw onderzoek nodig
1.3 Uitbreidbaarheid	3	n.v.t.
2.1 Beheerbaarheid	3	n.v.t.
3.1 Circulariteit	5	Optimalisatie van de hydraulische randvoorwaarden zorgt ervoor dat minder materiaal nodig is.
3.2 Biodiversiteit	3	n.v.t.
3.3 Milieu-impact en broeikaseffect	3	n.v.t.
4.1 Investeringskosten	5	Hele gunstige kosten/baten. Optimalisatie HR heeft groot effect op ontwerp/kosten
4.2 Levensduurkosten	3	n.v.t.
5.1 Bijdrage ecologische verbetering	3	n.v.t.
5.2 Inpasbaarheid en ruimtelijke kwaliteit	3	n.v.t.

Familie
Onderzoek

Nummer
A.4a

Naam
Getordeerde zuil



Omschrijving
Voor de tender Afsluitdijk is er een speciaal interlocking type gezette bekleding ontwikkeld. Deze steenzetting heeft vergelijkbare gunstige permeabele eigenschappen zoals moderne steenzettingen (Basalton, Ronaton). De mechanische eigenschappen zijn beter doordat het niet mogelijk is om een individuele zuil te verwijderen uit een pakket. (interlocking)

Conclusie		
Relevantie Verkenningfase IJsselmeerdijken	2	Keuze type zetsteen maken in PU-fase

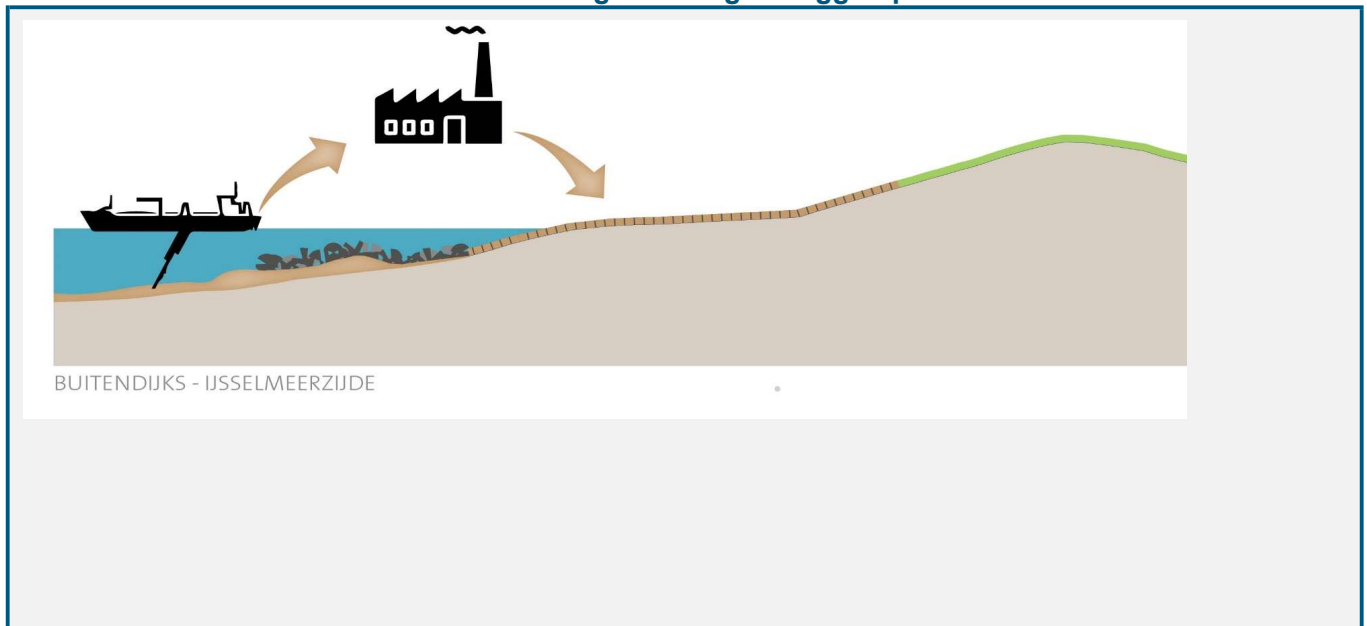
Invloed op faalmechanismen	Score	Opmerking
Bekleding	5	Geoptimaliseerde bekleding voor zetsteen
Hoogte	3	Geen golf remmende werking
Stabiliteit	3	n.v.t.

Afwegingscriteria	Score	Opmerkingen
1.1 Effectiviteit waterveiligheid	4	Sterke bekleding tegen golfklap maar geen golfremmende werking
1.1 Efficiëntie ontwerp/uitvoeringsproces	5	Zetsteen is relatief eenvoudig te plaatsen, bewezen techniek. De laagdikte circa 35cm is goed inpasbaar.
1.2 Haalbaarheid/ onderzoek nodig	5	De getordeerde zuil is al toegepast in verschillende goot proeven
1.3 Uitbreidbaarheid	2	Zetsteen is relatief moeilijk uitbreidbaar in sterkte en het optrekken van een zetsteenbekleding is wel eenvoudig
2.1 Beheerbaarheid	5	Getordeerde zuilen, basalton, ronaton en hillblocks zijn bekledingen die onderhoudsarm zijn.
3.1 Circulariteit	3	Beperkt, Huidig asfalt kan mogelijk als filterlaag worden gebruikt
3.2 Biodiversiteit	3	Geen verbetering, ook geen negatieve werking, neutrale score
3.3 Milieu-impact en broeikaseffect	4	Door goed interlocking ontwerp, minder laagdikte nodig (minder beton nodig)
4.1 Investeringskosten	3	Dit type zetsteen is duurder te leggen t.o.v. andere zetsteen maar is wel minder dik
4.2 Levensduurkosten	5	Zetsteen is goedkoop in onderhoud en heeft een lange levensduur
5.1 Bijdrage ecologische verbetering	3	Geen verbetering, ook geen negatieve werking, neutrale score
5.2 Inpasbaarheid en ruimtelijke kwaliteit	3	n.v.t.

Familie
Onderzoek

Nummer
A.4b

Naam
Zetsteen van gebiedseigen baggerspecie



Omschrijving
Er bestaan mogelijkheden om baggerspecie op een dergelijke wijze te verwerken dat hier ook zetsteen van gemaakt kan worden. Momenteel bereidt het waterschap Scheldestromen een dijkverzwaring voor bij het dorp Hansweert. Binnen dit project onderzoekt Scheldestromen, samen met innovatiepartner NETICS, een manier om de benodigde nieuwe steenbekleding van de dijken te verduurzamen door deze van baggerspecie te maken.

Conclusie		
Relevantie Verkenningfase IJsselmeerdijken	1	Innovatie lijkt niet geschikt (hoge golven) voor IJMD

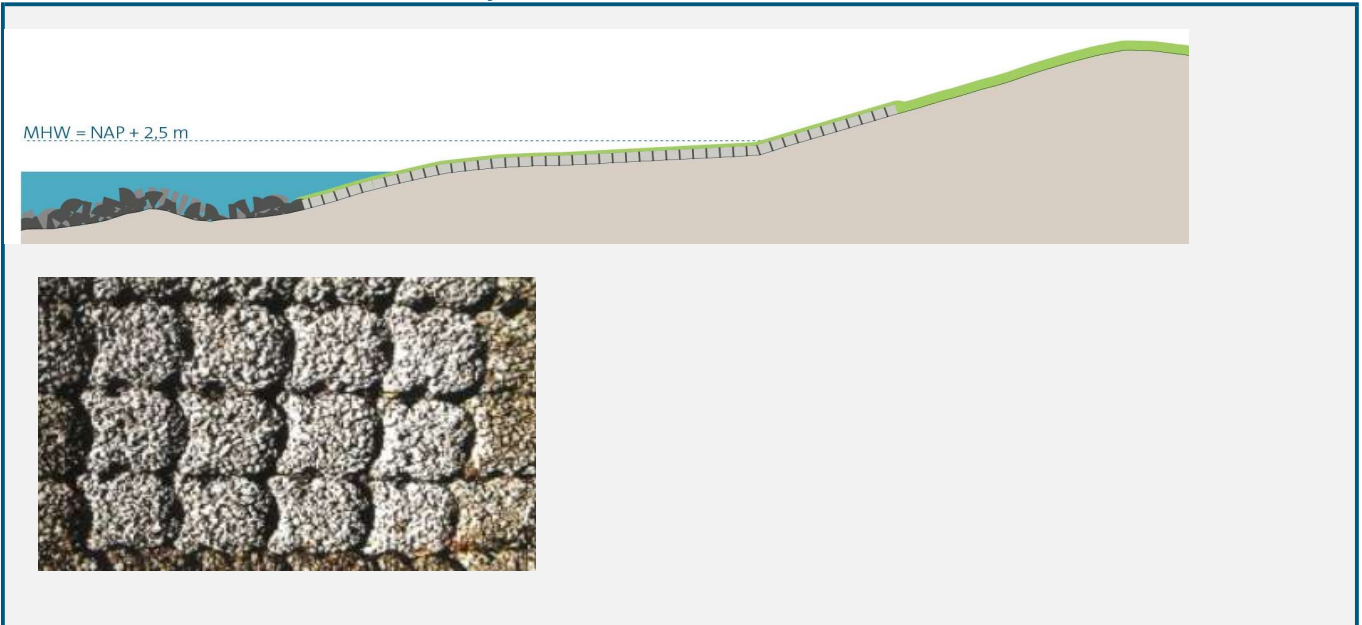
Invloed op faalmechanismen	Score	Opmerking
Bekleding	5	meer gericht op duurzaamheidswinst
Hoogte	3	n.v.t.
Stabiliteit	3	n.v.t.

Afwegingscriteria	Score	Opmerkingen
1.1 Effectiviteit waterveiligheid	2	geen effect op waterveiligheid
1.1 Efficiëntie ontwerp/uitvoeringsproces	2	Waarschijnlijk niet toepasbaar bij zwaar golfklimaat
1.2 Haalbaarheid/ onderzoek nodig	5	Waterschap Schelde stromen is een onderzoek gestart naar bouwen met bagger
1.3 Uitbreidbaarheid	2	Zetsteen is relatief moeilijk uitbreidbaar in sterkte en het optrekken van een zetsteenbekleding is wel eenvoudig
2.1 Beheerbaarheid	3	Getordeerde zuilen, basalt, ronaton en hillblocks zijn bekledingen die onderhoudsarm zijn. Echter is er voor deze nieuwe innovatie veel monitoring nodig voor de erosiebestendigheid en zetting die optreedt.
3.1 Circulariteit	5	Lokale baggerspecies kan gebruikt worden. Wat bespaard in grondstofgebruik, maar ook veel transport voor afvoer van bagger en aanvoer van steenproducten.
3.2 Biodiversiteit	3	Geen verbetering, ook geen negatieve werking, neutrale score
3.3 Milieu-impact en broeikaseffect	4	Door gebruik van baggerspecies wordt de CO2 uitstoot en omgevingshinder verminderd
4.1 Investeringskosten	4	Reductie in kosten door vermindering in grondstofgebruik en transport kosten.
4.2 Levensduurkosten	3	Levensduur is nog twijfelachtig, wat betekent dat de bekleding vaker vervangen moet worden.
5.1 Bijdrage ecologische verbetering	3	Geen verbetering, ook geen negatieve werking, neutrale score
5.2 Inpasbaarheid en ruimtelijke kwaliteit	3	n.v.t.

Familie
Onderzoek

Nummer
A.4c

Naam
Ecotops



Omschrijving
Ecotops zijn blokken/zuilen in steenzettingen die door een speciale bovenkant gekenmerkt worden. De open structuur geeft extra ruwheid en een oppervlakstructuur voor aangroei van organismen. Extra holten dienen als toevlucht voor kleine zeedieren.

Conclusie		
Relevantie Verkenningfase IJsselmeerdijken	2	Keuze voor ecotops lijkt haalbaar en logisch, maar definitieve keuze kan in PU-fase

Invoed op faalmechanismen	Score	Opmerking
Bekleding	5	Steenbekleding is een sterke bekleding en de ruwe top laag dempt ophoop
Hoogte	4	Demping van golfoploop door ruwe top laag
Stabiliteit	3	n.v.t.

Afwegingscriteria	Score	Opmerkingen
1.1 Effectiviteit waterveiligheid	4	Toplaag heeft een kleine invloed op de golf ophoop door het ruwe oppervlak
1.1 Efficiëntie ontwerp/uitvoeringsproces	4	Goed mee te nemen in ontwerpproces
1.2 Haalbaarheid/ onderzoek nodig	5	Een ruwe top laag is al meermaals toegepast op zetsteen
1.3 Uitbreidbaarheid	4	Zetsteen is relatief moeilijk uitbreidbaar in sterkte en het optrekken van een zetsteenbekleding is wel eenvoudig
2.1 Beheerbaarheid	4	Zetsteen heeft weinig onderhoud nodig. Met ecotops is er geen extra onderhoud bij gekomen.
3.1 Circulariteit	3	Voor een steenzetting hoeft alleen de bovenkant ruw gemaakt te worden, hier is geen extra materiaal voor nodig
3.2 Biodiversiteit	5	Positieve invloed op flora en fauna
3.3 Milieu-impact en broeikas-effect	4	De levensduur van zetsteen 50 jaar
4.1 Investeringskosten	4	Een ruwe toplaag heeft geen grote investeringskosten
4.2 Levensduurkosten	5	Zetsteen is goedkoop in onderhoud en heeft een lange levensduur
5.1 Bijdrage ecologische verbetering	5	Positieve invloed op flora en fauna
5.2 Inpasbaarheid en ruimtelijke kwaliteit	4	Een groene oplossing draagt bij aan de natuurlijke uitstraling van de dijk

Familie
Onderzoek

Nummer
A.4d

Naam
C-Fix



Omschrijving

Er zijn meerdere toepassingen om het effect van CO2-uitstoot bij de productie van cement te verminderen. C-fix, Cemroc en zwavelbeton zijn voorbeelden van deze innovaties.

Conclusie

Relevantie Verkenningfase Ijsselmeerdijken	2	Innovatie voor PU-fase (materialisering)
---	---	--

Invloed op faalmechanismen	Score	Opmerking
Bekleding	3	Dit is een materiaalkeuze voor steen bekleding.
Hoogte	3	Geen effect
Stabiliteit	3	n.v.t.

Afwegingscriteria	Score	Opmerkingen
1.1 Effectiviteit waterveiligheid	3	n.v.t.
1.1 Efficiëntie ontwerp/uitvoeringsproces	3	n.v.t.
1.2 Haalbaarheid/ onderzoek nodig	4	CO2 arm beton is voor het eerst toegepast in 2020, niet helemaal nieuw dus
1.3 Uitbreidbaarheid	3	n.v.t.
2.1 Beheerbaarheid	3	Geen extra beheer nodig ten opzicht van gebruikelijke toepassing van zetsteen.
3.1 Circulariteit	3	Ten opzichten van gebruikelijke toepassing van zetsteen geen hergebruik aan de orde.
3.2 Biodiversiteit	3	Geen verbetering, ook geen negatieve werking, neutrale score
3.3 Milieu-impact en broeikas-effect	5	Minder CO2 uitstoot
4.1 Investeringskosten	3	Investeringskosten zullen vergelijkbaar zijn met gebruikelijke zetsteen toepassing
4.2 Levensduurkosten	3	n.v.t.
5.1 Bijdrage ecologische verbetering	3	Geen verbetering, ook geen negatieve werking, neutrale score
5.2 Inpasbaarheid en ruimtelijke kwaliteit	3	n.v.t.

Familie
Onderzoek

Nummer
A.5

Naam
Anome-GC



Omschrijving

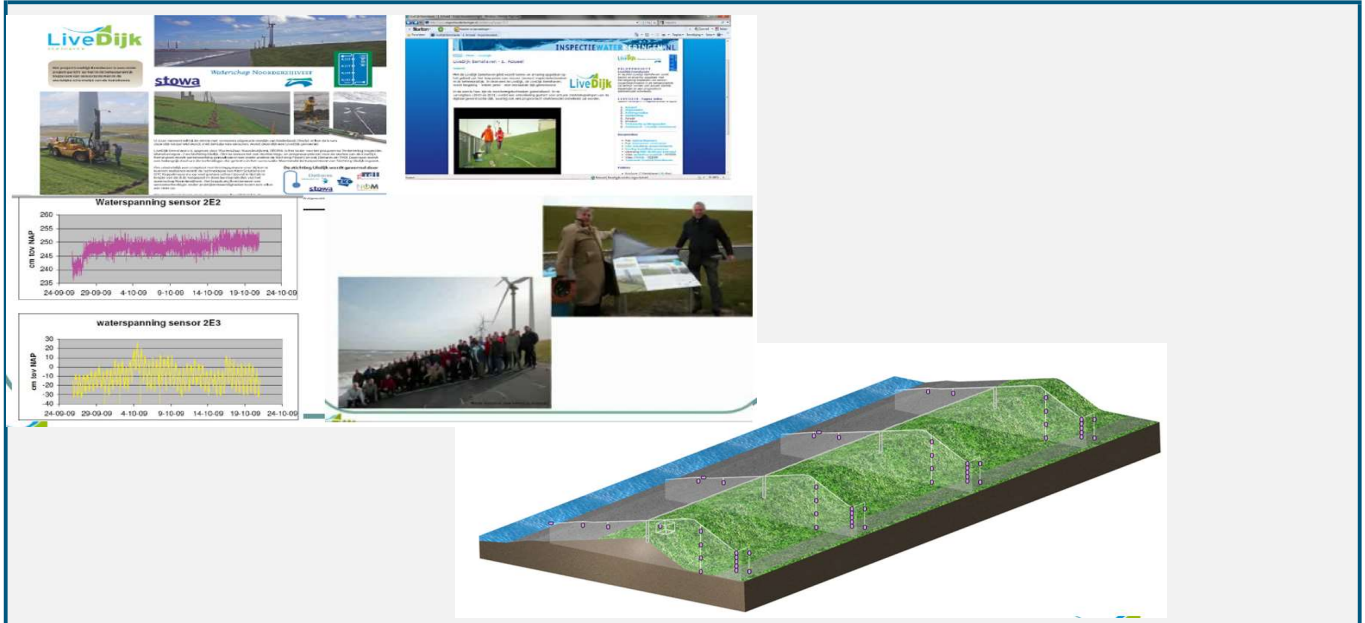
Een Ground Consolidator of GC is een draadvorm die zeven zijdes van een kubus volgt. GC's zijn stortelementen die zich kenmerken door de eigenschap dat ze op elkaar gestort sterk in elkaar haken. Door GC's in volumes of matten uit te strooien ontstaan open constructies met treksterkte. GC's kunnen gemaakt worden van vele materialen, bijvoorbeeld van innovatieve biocomposieten, en bijvoorbeeld ook oplosbaar worden gemaakt.

Conclusie

Relevantie Verkenningfase Ijsselmeerdijken	2	Innovatie voor PU-fase (materialisering)
---	---	--

Invloed op faalmechanismen	Score	Opmerking
Bekleding	4	Draagt bij aan de sterkte van de bekleding
Hoogte	3	Dempt de golven
Stabiliteit	4	Versterkt macrostabiliteit door treksterkte

Afwegingscriteria	Score	Opmerkingen
1.1 Effectiviteit waterveiligheid	4	Oeverbescherming ter bescherming van een oeverwalud tegen golfaanval (rond de waterlijn)
1.1 Efficiëntie ontwerp/uitvoeringsproces	4	Kan eenvoudig op de dijk worden geplaatst
1.2 Haalbaarheid/ onderzoek nodig	4	Is al toegepast in andere projecten
1.3 Uitbreidbaarheid	3	Anome-GC is moeilijk uit te breiden. Door de complexe structuur.
2.1 Beheerbaarheid	2	Biomaterialen kunnen vergaan en moeten worden gecontroleerd op functie
3.1 Circulariteit	3	Gemaakt van biocomposiet wat geen herbruik is van materialen
3.2 Biodiversiteit	5	Draagt bij aan een gezond ecologisch systeem
3.3 Milieu-impact en broeikaseffect	4	Indien juist geplaatst is de levensduur 50 jaar
4.1 Investeringskosten	4	GC-elementen met een riblengte van minimaal 10 cm zijn alleen financieel aantrekkelijk als zij worden aangebracht in plaats van een zware conventionele bescherming
4.2 Levensduurkosten	2	Doorgeroest na enkele jaren, levensduur kleiner dan 20 jaar
5.1 Bijdrage ecologische verbetering	5	Draagt bij aan een gezond ecologisch systeem
5.2 Inpasbaarheid en ruimtelijke kwaliteit	3	Dit moet verder onderzocht in de verkenningfase



Omschrijving

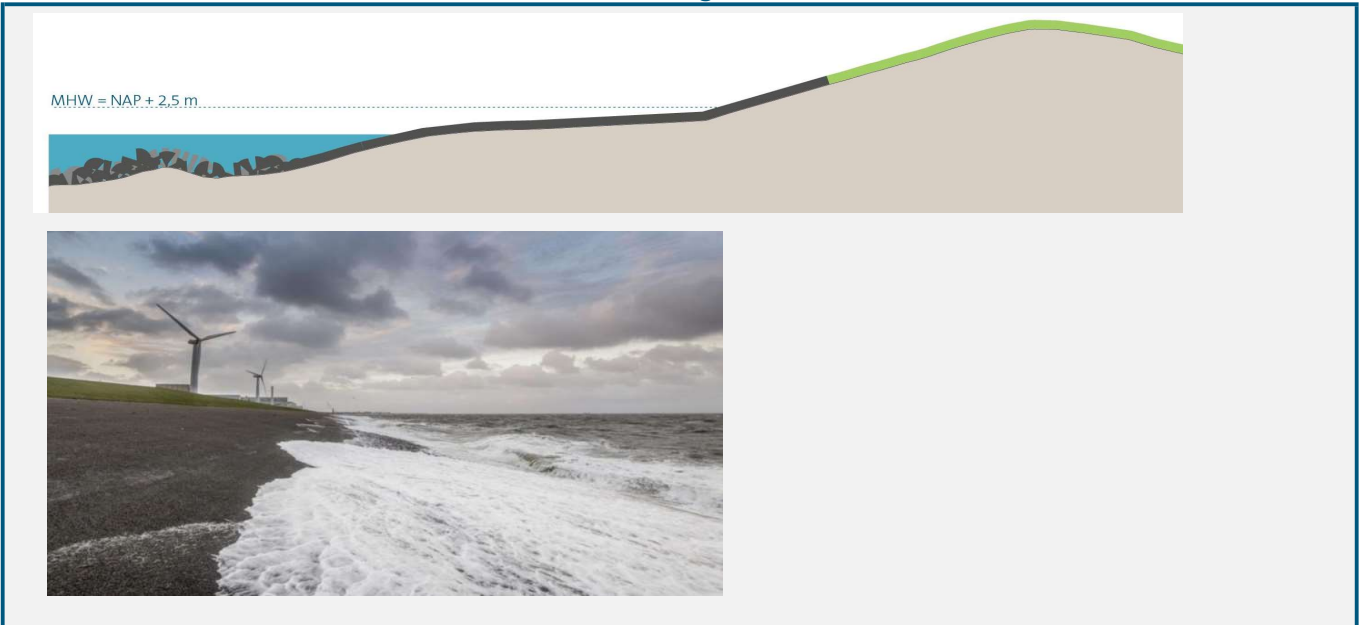
LiveDijk, sensoren inbouwen voor beheer evenals het ontwerpen op een kleiner zichtjaar van bijvoorbeeld 25 jaar. LiveDijken zijn bestaande dijken, uitgerust met sensorsystemen. De sensortechnologie wordt bij LiveDijken dus in de bestaande beheerpraktijk gebruikt. Deze sensorsystemen meten de werkelijke sterkte van deze dijken en voorspellen de toekomstige sterkte van de dijk. Zo draagt het sensorsysteem bij aan betere inspectie en beheer van de dijk. Deze kennis zorgt ervoor dat dijken bijvoorbeeld niet onnodig verzwakt worden: immers, dankzij de sensoren weet de beheerder precies wat de werkelijke sterkte van de dijk is. Met deze systemen kunnen miljoenen euro's bespaard worden. LiveDijken, zijn er op verschillende plaatsen in Nederland.

Conclusie

Relevantie Verkenningfase Ijsselmeerdijken	1	Meerwaarde voor deze dijk lijkt gering
---	---	--

Invloed op faalmechanismen	Score	Opmerking
Bekleding	4	Draagt bij aan adaptief versterken tijdens stormen
Hoogte	4	Draagt bij aan adaptief versterken tijdens stormen
Stabiliteit	4	Monitoring van de stabiliteit van de dijk

Afwegingscriteria	Score	Opmerkingen
1.1 Effectiviteit waterveiligheid	3	Monitoren van de dijk op afschuiven en ontwikkelingen in waterspanning, meerwaarde op hoogte en bekleding onduidelijk tijdens megastormen onduidelijk
1.1 Efficiëntie ontwerp/uitvoeringsproces	4	Mogelijk aan te leggen bij een dijkversterking, maar wat is winst bij megastormen?
1.2 Haalbaarheid/ onderzoek nodig	4	De liveDijk is reeds in dijkversterkingsprojecten toegepast, vooral geotechnische versterkingen
1.3 Uitbreidbaarheid	4	Door monitoring van de dijk kan er adaptief uitgebreid worden
2.1 Beheerbaarheid	4	Onderhoud aan de dijk wordt bevorderd door de monitoring
3.1 Circulariteit	3	n.v.t.
3.2 Biodiversiteit	4	Grondwaterspanning kan worden gemonitord, waardoor bijvoorbeeld ingespeeld kan worden op droogte van gras
3.3 Milieu-impact en broeikaseffect	3	Weinig effect verwacht
4.1 Investeringskosten	2	Duur systeem met verwacht weinig effect op versterkingsmaatregel
4.2 Levensduurkosten	2	Kosten voor monitoring en onderhoud van de sensoren
5.1 Bijdrage ecologische verbetering	4	Grondwaterspanning kan worden gemonitord, waardoor bijvoorbeeld ingespeeld kan worden op droogte van gras
5.2 Inpasbaarheid en ruimtelijke kwaliteit	3	n.v.t.



Omschrijving
Op de IJsselmeerdijk ligt een onderhoudspad van asfalt. Voor beheer is het van belang dat de buitenzijde van de dijk geïnspecteerd kan worden. Het huidige onderhoudspad wordt ook als fietspad gebruikt, toegestaan onder recreatief medegebruik. Deze twee zaken maken het aannemelijk dat na de versterking er weer een onderhoudspad zal zijn, waarbij de kans groot is dat deze uit asfalt bestaat. Om deze reden is nagedacht over welke innovaties er binnen asfaltbekledingen zijn. In de wegenbouw wordt veel asfalt toegepast, als waterbouwers kunnen we waarschijnlijk veel leren van de wegenbouwers als het gaat over duurzaam asfalt. Bij de POV Waddenzeedijken zijn ze aan het experimenteren met asfalt toplagen uit de wegenbouw. Dit betreffen levensduur verlengende oplossingen. In de situatie van de IJMD is de wens een volledig nieuwe bekleding aan te brengen. Mogelijk kan er kennis vanuit de wegenbouw worden gebruikt om te innoveren met waterbouwasfaltbeton (of mengsels met vergelijkbare eigenschappen), zodat de versterking minder impact heeft op het milieu

Conclusie		
Relevantie Verkenningfase IJsselmeerdijken	1	Asfalt past niet bij duurzaamheidsambities

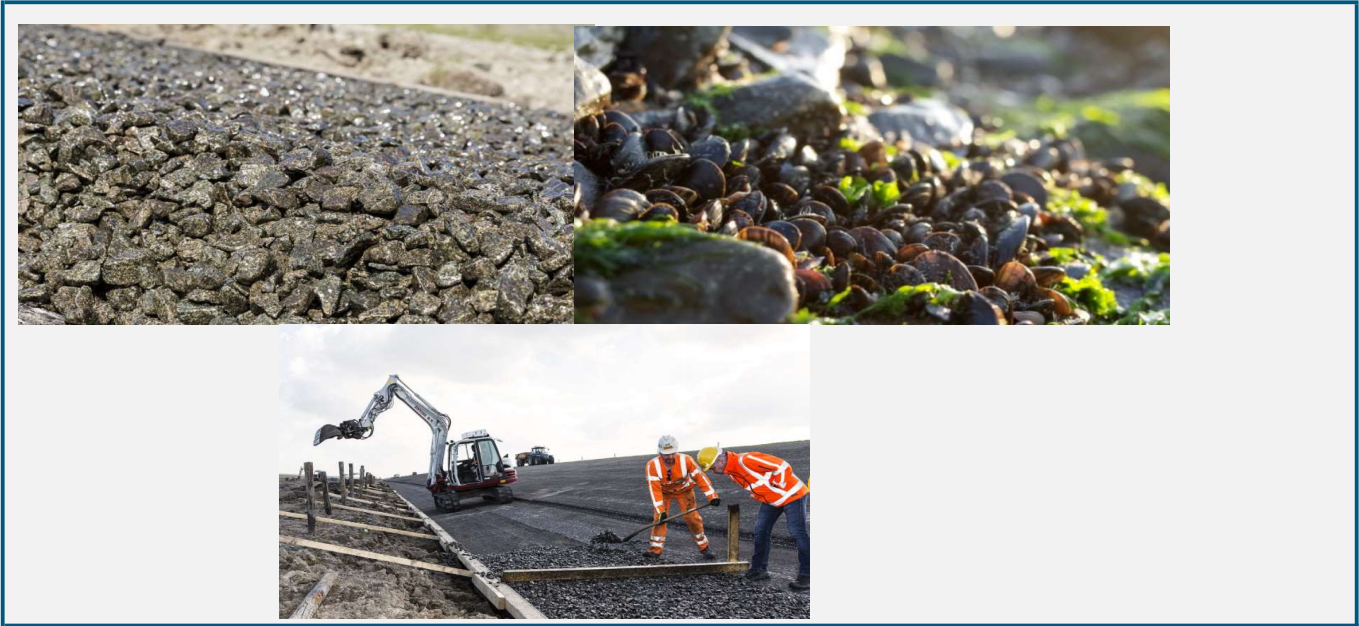
Invloed op faalmechanismen	Score	Opmerking
Bekleding	5	Asfalt is een sterke bekleding
Hoogte	3	gladde bekleding
Stabiliteit	3	n.v.t.

Afwegingscriteria	Score	Opmerkingen
1.1 Effectiviteit waterveiligheid	3	Innovatie heeft weinig effect op waterveiligheid ten opzichten van gebruikelijke asfalt bekleding
1.1 Efficiëntie ontwerp/uitvoeringsproces	4	Innovatie kan eenvoudig worden meegenomen in proces, doordat er geen extra zaken nodig zijn ten opzichte van waterbouwasfalt.
1.2 Haalbaarheid/ onderzoek nodig	3	Proeven met asfaltbekleding POV Waddenzeedijken (Wetterskip);
1.3 Uitbreidbaarheid	4	Asfaltbekleding is relatief eenvoudig te vervangen en door te zetten hoger op het talud
2.1 Beheerbaarheid	5	Robuuste bekleding makkelijk te beheren
3.1 Circulariteit	4	Het bestaande asfalt kan hergebruikt worden voor circa 50-80%
3.2 Biodiversiteit	1	Asfalt heeft een negatief effect op de bestaande natuur
3.3 Milieu-impact en broeikaseffect	2	De levensduur van asfalt is beperkt, minder dan 50jaar
4.1 Investeringskosten	4	Asfalt is in vergelijking met andere bekledingstypes goedkoop (circa 35euro per m2)
4.2 Levensduurkosten	3	Relatief veel, maar goedkoop onderhoud nodig
5.1 Bijdrage ecologische verbetering	2	Asfalt heeft een negatief effect op de bestaande natuur
5.2 Inpasbaarheid en ruimtelijke kwaliteit	2	De begaanbaarheid van asfalt is goed maar het compleet harde uiterlijk van het buitentalud heeft een negatief effect

Familie
Onderzoek

Nummer
A.8

Naam
Elastocoast



Omschrijving

Elastocoast is een dijkbekleding die bestaat uit een laag breuksteen gebonden met tweecomponenten-polyurethaanhars. Elastocoast biedt meerdere voordelen ten opzichte van traditionele bekledingstypen. Zo is het materiaal poreus; het absorbeert de energie van inslaande golven, zodat de golfploop over het talud wordt geremd. De open structuur biedt voldoende houvast voor de aangroei en ontwikkeling van algen, zeewier en schelpdieren.

Conclusie

Relevantie Verkenningfase IJsselmeerdijken	1	Elastocoast past niet bij duurzaamheidsambities
---	---	---

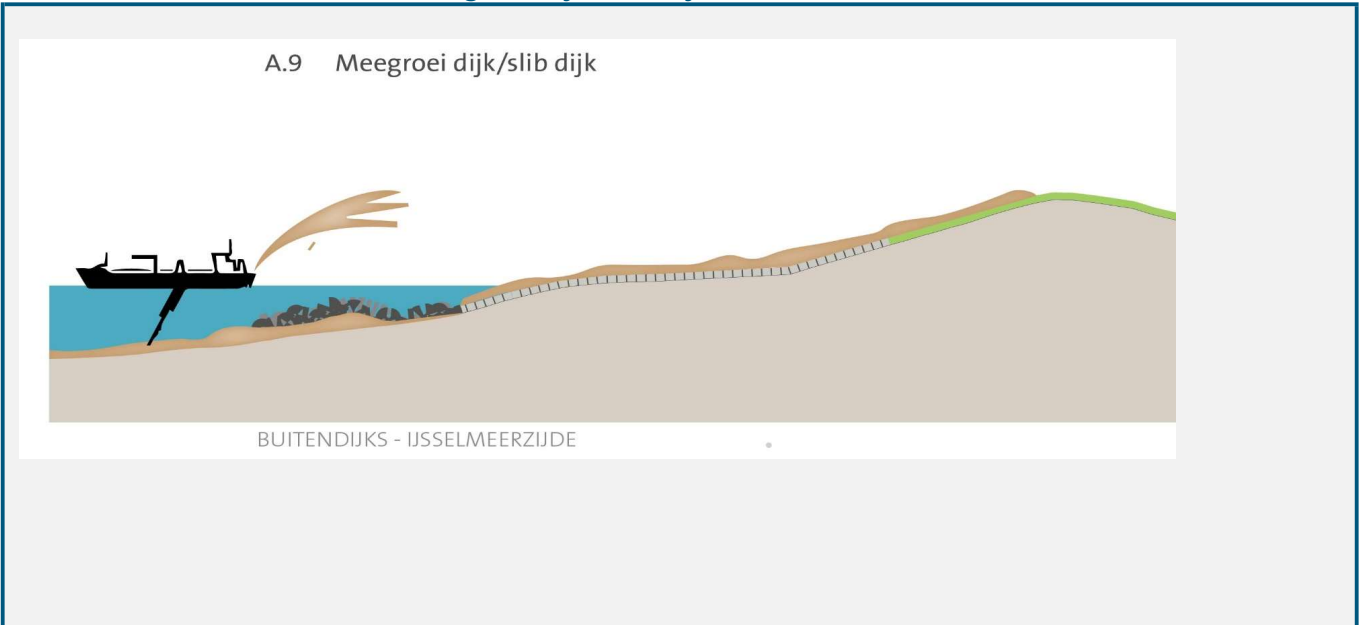
Involed op faalmechanismen	Score	Opmerking
Bekleding	5	Dempen van brekende golven
Hoogte	4	Dempt golfploop
Stabiliteit	3	n.v.t.

Afwegingscriteria	Score	Opmerkingen
1.1 Effectiviteit waterveiligheid	4	Absorbeert van inslaande golven zodat golfploop over het talud wordt geremd
1.1 Efficiëntie ontwerp/uitvoeringsproces	4	Elastocoast kan nog worden gezien als een innovatieve bekleding voor een primaire kering. Op een aantal plekken is de toepassing niet goed verlopen.
1.2 Haalbaarheid/ onderzoek nodig	3	Al toegepast op een aantal plekken
1.3 Uitbreidbaarheid	4	Elastocoast kan relatief makkelijk worden uitgebreid door een overlaging
2.1 Beheerbaarheid	2	Tot nu toe heeft deze bekleding geen lange levensduur en moet veelvuldig op functionaliteit worden gecontroleerd
3.1 Circulariteit	4	Mogelijk kunnen bestaande materialen worden gebruikt
3.2 Biodiversiteit	5	Door de 'horizontale' toepassing in combinatie met de open structuur, blijkt deze overlaging een goede ondergrond te zijn voor de aangroei en ontwikkeling van diverse organismen zoals algen, zeewier, zeepokken en mosselen.
3.3 Milieu-impact en broeikaseffect	1	De levensduur van elastocoast is bij andere projecten zeer beperkt gebleken, daarnaast laat de lijm tussen de stenen los en komt in deze als micro-plastic in Natura2000 gebied
4.1 Investeringskosten	3	De aanlegkosten zijn gemiddeld
4.2 Levensduurkosten	1	De levensduurkosten zijn hoog gezien de zeer beperkte levensduur
5.1 Bijdrage ecologische verbetering	5	Door de 'horizontale' toepassing in combinatie met de open structuur, blijkt deze overlaging een goede ondergrond te zijn voor de aangroei en ontwikkeling van diverse organismen zoals algen, zeewier, zeepokken en mosselen.
5.2 Inpasbaarheid en ruimtelijke kwaliteit	3	De begaanbaarheid van Elastocoast is redelijk en het compleet harde uiterlijk van het buitentalud heeft een beperkt negatief effect

Familie
Onderzoek

Nummer
A.9

Naam
Meegroei dijk/ slib dijk



Omschrijving
Bagger/slib dat vrij komt uit baggerwerkzaamheden van sloten of IJsselmeer/markmeer in dunne lagen op de dijk plaatsen. Hierdoor kan het gras door de dunne slib laag heen groeien. Zit in de onderzoeksfase, waarbij er een paar veldproeven zijn opgezet.

Conclusie		
Relevantie Verkenningfase IJsselmeerdijken	1	Innovatie lijkt niet haalbaar voor IJMD vanwege grote hoogte-opgave

Invloed op faalmechanismen	Score	Opmerking
Bekleding	2	Grasmat moet zich steeds opnieuw ontwikkelen
Hoogte	4	Slibdijk heeft een meegroeiende werking en is goed uitbreidbaar
Stabiliteit	3	Natuurlijke zetting wanneer de dijk groter wordt

Afwegingscriteria	Score	Opmerkingen
1.1 Effectiviteit waterveiligheid	3	Is te vergelijken met een grasbekleding oplossing. Dit is niet de sterkste bekleding verder is er ook geen zeespiegel stijging in het IJsselmeer, wat de innovatie ook minder doet bijdragen aan waterveiligheid.
1.1 Efficiëntie ontwerp/uitvoeringsproces	3	Moelijk op te ontwerpen en mee te nemen te uitvoeringsproces, omdat dit een nieuw proces is wat niet eerder is toegepast.
1.2 Haalbaarheid/ onderzoek nodig	2	Het meegroeien van de dijk door lagen slib aan te brengen wordt momenteel nog onderzocht in een pilot
1.3 Uitbreidbaarheid	5	Makkelijk uit te breiden door de mogelijkheid van opspuiten van slib
2.1 Beheerbaarheid	2	Herhaaldelijk opspuiten van slib is vereist, sterkte grasmat wordt minder
3.1 Circulariteit	5	Gebruik van lokale slib en bagger uit markermeer of uit sloten
3.2 Biodiversiteit	5	Omdat dit een groene dijk oplossing is. Draagt dit bij aan de biodiversiteit
3.3 Milieu-impact en broeikaseffect	5	hergebruik van bestaand "afvalproduct"
4.1 Investeringskosten	2	Baggeren is een dure oplossing, wat hoge investeringskosten geeft
4.2 Levensduurkosten	2	Hoge kosten door steeds dun laag op spuiten.
5.1 Bijdrage ecologische verbetering	5	Groene oplossing, interessant voor vogels
5.2 Inpasbaarheid en ruimtelijke kwaliteit	3	Slib op dijk- neutrale score



Omschrijving

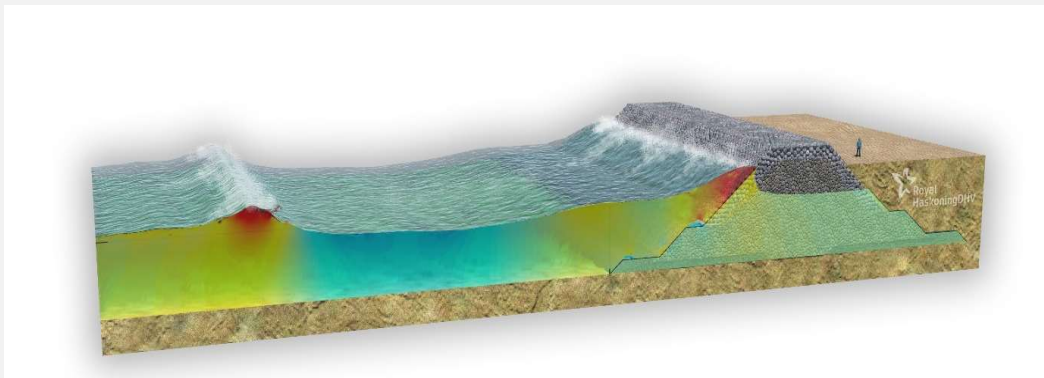
Voor de tender Afsluitdijk is er een speciaal type ruwe steenzetting ontwikkeld. Deze steenzetting bestaat uit schuin afgezaagde ringen van ca. 1 meter diameter die uit een pakket van betonnen zuilen steekt. De uitstekende ringen hinderen golfploop en de ringvorm zorgt voor meer weerstand tegen de optredende krachten dan bijvoorbeeld een ribben-patroon.

Conclusie

Relevantie Verkenningfase IJsselmeerdijken	2	innovatie voor PU-fase (materialisering)
---	---	--

Invloed op faalmechanismen	Score	Opmerking
Bekleding	5	Sterke bekleding voor boven talud
Hoogte	5	Dempt golfploop
Stabiliteit	3	n.v.t.

Afwegingscriteria	Score	Opmerkingen
1.1 Effectiviteit waterveiligheid	5	Remt de golfploop, reduceert hoogte opgave aanzienlijk
1.1 Efficiëntie ontwerp/uitvoeringsproces	4	Innovatie is makkelijk mee te nemen in ontwerp/uitvoeringsproces, met alle andere bekledings types
1.2 Haalbaarheid/ onderzoek nodig	4	Dit concept is al uitgewerkt voor de afsluitdijk tender, maar niet eerder toegepast
1.3 Uitbreidbaarheid	3	Geen verbetering, ook geen negatieve werking, neutrale score
2.1 Beheerbaarheid	4	Weinig onderhoud nodig, mogelijk wel zwerfvuil tussen ringen
3.1 Circulariteit	3	Beton nodig, geen natuurlijk materiaal
3.2 Biodiversiteit	5	Door de open structuur kan vegetatie goed groeien
3.3 Milieu-impact en broeikaseffect	3	Beton (negatief) maar wel grote reductie hoogte-opgave (positief)
4.1 Investeringskosten	2	Hoge investeringskosten, door unieke vorm
4.2 Levensduurkosten	5	Weinig onderhoud nodig
5.1 Bijdrage ecologische verbetering	5	Door de open structuur kan vegetatie goed groeien
5.2 Inpasbaarheid en ruimtelijke kwaliteit	4	Groene esthetische uitstraling



Omschrijving

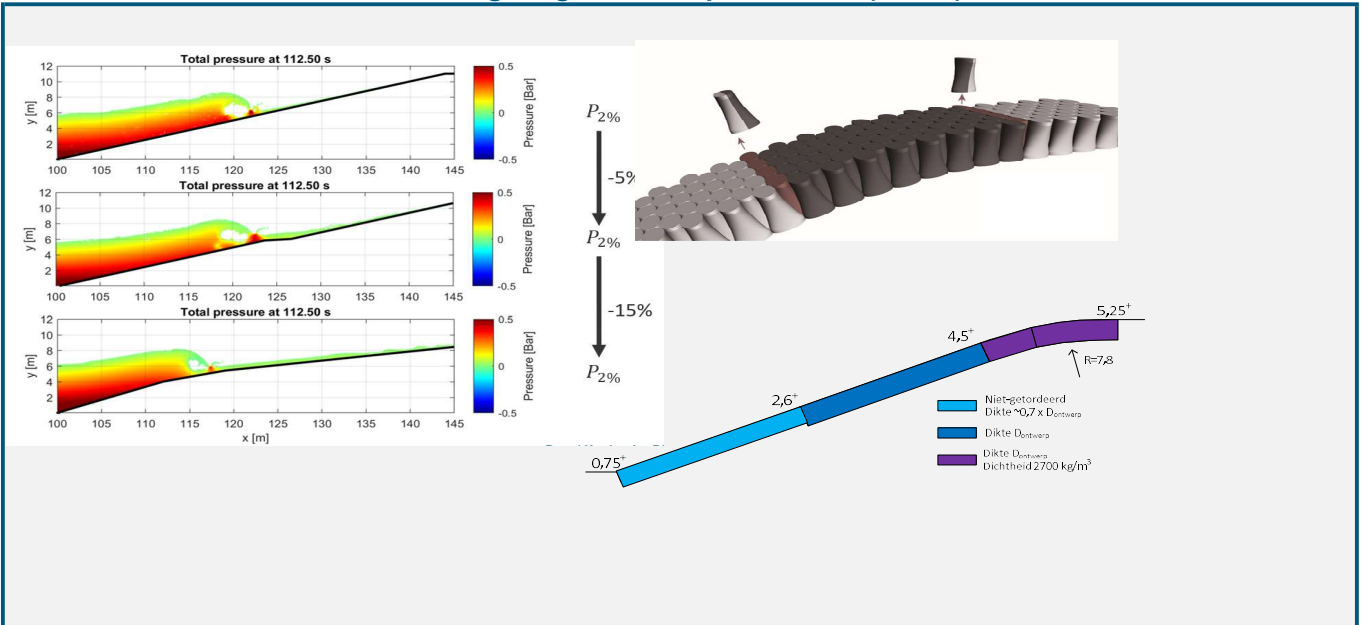
Fysieke golfgoot proeven zijn duur en hebben maar een beperkt toepassingsbereik. Door gebruik te maken van geavanceerde computer modellering (koppelen van CFD pakketten OpenFOAM en Waves2Foam) is er een numerieke golfgoot ontwikkeld. Dit maakt het mogelijk om verschillende dijkgeometrieën en bekledingen te testen op de hydraulische belastingen. Momenteel is de numerieke golfgoot al veelvuldig ingezet op het gebied van golfbrekers.

Conclusie

Relevantie Verkenningfase IJsselmeerdijken	3	Vooraf meenemen om andere innovaties te onderzoeken
---	---	---

Invloed op faalmechanismen	Score	Opmerking
Bekleding	5	Accuraat bepalen van maximale belastingen op ontwerpen
Hoogte	5	Accuraat bepalen van overslag debieten op ontwerpen
Stabiliteit	3	n.v.t.

Afwegingscriteria	Score	Opmerkingen
1.1 Effectiviteit waterveiligheid	5	Optimalisatie van de dijk, onderzoeken van nieuwe innovaties op geometrie
1.1 Efficiëntie ontwerp/uitvoeringsproces	4	Eenvoudig toe te passen in vergelijking met een gootproef, maar relatief veel tijd nodig
1.2 Haalbaarheid/ onderzoek nodig	4	Kalibratie misschien nog nodig in PU fase, maar al wel herhaaldelijk toegepast in projecten. OpenFOAM wordt ook gebruikt voor de huidige Deltagoot proeven op grasbekleding.
1.3 Uitbreidbaarheid	4	Eenvoudig toe te passen voor verschillende geometrieën
2.1 Beheerbaarheid	3	n.v.t.
3.1 Circulariteit	3	n.v.t.
3.2 Biodiversiteit	3	n.v.t.
3.3 Milieu-impact en broeikas-effect	3	n.v.t.
4.1 Investeringskosten	5	Relatief lage kosten ten opzichte van een goot proef
4.2 Levensduurkosten	3	n.v.t.
5.1 Bijdrage ecologische verbetering	3	n.v.t.
5.2 Inpasbaarheid en ruimtelijke kwaliteit	3	n.v.t.



Omschrijving

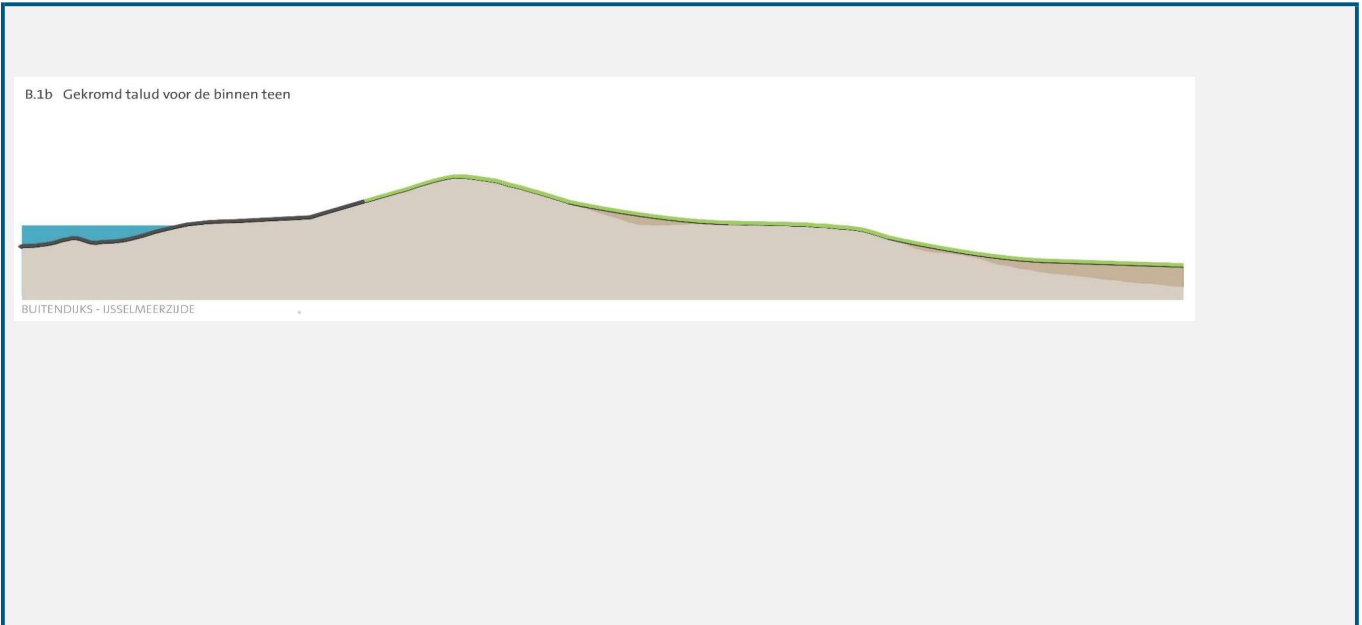
Het buiten talud van de dijk buigt sterk af van een relatieve stijle helling bij de teen naar een helling vergelijkbaar met een berm. Dit heeft de potentie in het reduceren van de piek belasting tot bijna 20%. Deze innovatie zou goed te combineren zijn met een steenbekleding.

Conclusie

Relevantie Verkenningfase IJsselmeerdijken	3	Innovatie kan eenvoudig worden meegenomen in ontwerpproces
--	---	--

Involed op faalmechanismen	Score	Opmerking
Bekleding	4	Reduceert golfklap ten opzichte van vlak talud
Hoogte	4	Reduceert golfoploop, door flauw boven talud
Stabiliteit	3	n.v.t.

Afwegingscriteria	Score	Opmerkingen
1.1 Effectiviteit waterveiligheid	5	Uit numerieke en golfgoot proeven komt dat een gebogen talud een dempende werking heeft op de golfklap belasting
1.1 Efficiëntie ontwerp/uitvoeringsproces	5	Innovatie is makkelijk mee te nemen in ontwerpproces
1.2 Haalbaarheid/ onderzoek nodig	4	Het effect van een gebogen talud moet nog verder uitgekristalliseerd worden, echter is dit al wel toegepast in Hannover proeven en numerieke CoastalFOAM analyses.
1.3 Uitbreidbaarheid	3	Niet anders dan de traditionele vorm van de dijk
2.1 Beheerbaarheid	4	Niet anders dan de traditionele vorm van de dijk
3.1 Circulariteit	3	Dit is een neutrale oplossing voor circulariteit, afhankelijk van welke bekledingen worden gekozen. Voor zetsteen wordt echter uit gegaan van reductie in materiaal.
3.2 Biodiversiteit	3	n.v.t.
3.3 Milieu-impact en broeikaseffect	3	Niet anders dan de traditionele vorm van de dijk
4.1 Investeringskosten	4	Door golfdemping is er een minder flauw talud nodig, besparing in grond.
4.2 Levensduurkosten	3	n.v.t.
5.1 Bijdrage ecologische verbetering	3	n.v.t.
5.2 Inpasbaarheid en ruimtelijke kwaliteit	4	Organische vormgeving, geen extra ruimte gebruik



Omschrijving
Door een geleidelijke overgang van het binnendijs talud naar het maaiveld, wordt de overslag belasting op de binnenteen (zwakke plek) gereduceerd.

Conclusie		
Relevantie Verkenningfase IJsselmeerdijken	3	Innovatie kan eenvoudig worden meegenomen in ontwerpproces

Invoel op faalmechanismen	Score	Opmerking
Bekleding	3	n.v.t.
Hoogte	4	Maakt hoger overslagdebiet toepasbaar
Stabiliteit	3	n.v.t.

Afwegingscriteria	Score	Opmerkingen
1.1 Effectiviteit waterveiligheid	4	Maakt hoger overslagdebiet toepasbaar, door een geleidelijke overgang en reductie in de watersprong belasting bij de teen.
1.1 Efficiëntie ontwerp/uitvoeringsproces	5	Eenvoudig te realiseren, ten opzichten van huidige vormgeving.
1.2 Haalbaarheid/ onderzoek nodig	3	Meer onderzoek in PU-fase nodig (overslagproef?)
1.3 Uitbreidbaarheid	5	Eenvoudig uit te breiden naar andere vormgevingen van de dijk.
2.1 Beheerbaarheid	3	Niet anders dan de traditionele vorm van de dijk
3.1 Circulariteit	4	Gebruik van natuurlijke materialen
3.2 Biodiversiteit	3	n.v.t.
3.3 Milieu-impact en broeikaseffect	3	n.v.t.
4.1 Investeringskosten	4	Kostenbesparende innovatie door reductie in kruinhoogte
4.2 Levensduurkosten	3	n.v.t.
5.1 Bijdrage ecologische verbetering	3	n.v.t.
5.2 Inpasbaarheid en ruimtelijke kwaliteit	5	Organische vormgeving, geen extra ruimte gebruik

Familie
Ontwerpproces

Nummer
B.1a

Naam
Uitwerken concept 'brede dijk'



Omschrijving
De 'Brede Groene Dijk' is een brede dijk met een flauw talud en grasbekleding. Omdat er voor zo'n dijk heel veel klei nodig is, kijkt waterschap Hunze en Aa's of die klei lokaal gewonnen kan worden. Zo wordt er in het demonstratieproject klei gebruikt die wordt gewonnen op de kwelder en klei gemaakt van Eems-Dollard slib uit polder Breebaart en uit de haven van delfzijl. De verwachting is dat gebruik van lokaal gewonnen klei leidt tot kostenbesparingen ten opzichte van traditionele dijkversterkingen met asfaltbekleding (Alterra, 2013).

Conclusie		
Relevantie Verkenningfase IJsselmeerdijken	1	Te duur en te grote milieu-impact

Involed op faalmechanismen	Score	Opmerking
Bekleding	4	Een flauw talud reduceert de golfimpact
Hoogte	5	Golfploop wordt geremd
Stabiliteit	2	Buiten het zandcunnet, waardoor stabiliteitsprobleem optreed

Afwegingscriteria	Score	Opmerkingen
1.1 Effectiviteit waterveiligheid	5	Versterking in grond is robuust .
1.1 Efficiëntie ontwerp/uitvoeringsproces	1	Enorm veel ruimtegebruik dus ook veel ontwerp/uitvoeringsrisico's
1.2 Haalbaarheid/ onderzoek nodig	3	Brede groene dijk wordt nu als pilot uitgevoerd
1.3 Uitbreidbaarheid	5	Veel ruimte op dijkkruijn om maatregelen te nemen
2.1 Beheerbaarheid	3	Extra maai/hooi beheer van de dijk nodig
3.1 Circulariteit	2	Extra grond is nodig, hierdoor kan er geen materiaal worden hergebruikt
3.2 Biodiversiteit	5	Hoge ecologische waarde door het gebruik van gras en kleibekleding
3.3 Milieu-impact en broeikas-effect	1	Veel materiaalgebruik, dus veel impact
4.1 Investeringskosten	1	Veel materiaalgebruik, dus hoge kosten
4.2 Levensduurkosten	3	Neutrale beheer- en onderhoudskosten
5.1 Bijdrage ecologische verbetering	5	Hoge ecologische waarde door het gebruik van gras en kleibekleding
5.2 Inpasbaarheid en ruimtelijke kwaliteit	4	Veel ruimte voor eventuele weg op de kruijn, ruimte voor meekoppelkansen

Familie
Ontwerpproces

Nummer
B.1b

Naam
Rijke dijk



Omschrijving

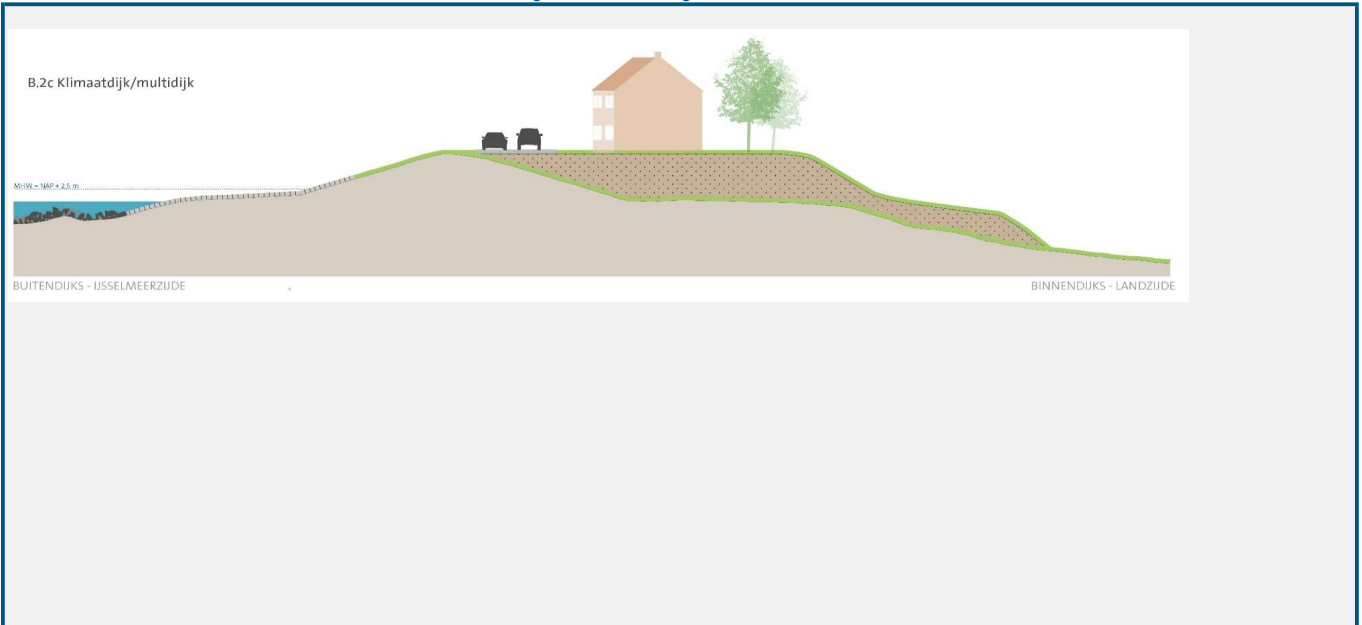
Het basisprincipe van de Rijke Dijk is het creëren van een natuurlijker overgang tussen de dijk en het water. De verwachting is dat de Rijke Dijk kan leiden tot een vermindering van de golfploop en op die manier bijdraagt aan de veiligheidsopgave van de primaire kering. Gezette steenbekledingen, waarbij de dijk rijker wordt in ecologische zin. Door aangroei van vegetatie

Conclusie

Relevantie Verkenningfase IJsselmeerdijken 3 Vanwege wens verhogen biodiversiteit, interessante innovatie. Vanwege diepte IJsselmeer wel moeilijk te realiseren

Invoel op faalmechanismen	Score	Opmerking
Bekleding	4	Stevige teen, gunstig voor bekleding
Hoogte	3	Hele kleine reductie golfploop
Stabiliteit	3	n.v.t.

Afwegingscriteria	Score	Opmerkingen
1.1 Effectiviteit waterveiligheid	4	Versterking aan buitenteen is robuust
1.1 Efficiëntie ontwerp/uitvoeringsproces	3	Door gebrek aan getij is rijke dijk moeilijk hier
1.2 Haalbaarheid/ onderzoek nodig	5	Veel onderzoek beschikbaar
1.3 Uitbreidbaarheid	3	Ruimte richting IJsselmeer beperkt (diep+grondcunet)
2.1 Beheerbaarheid	2	Extra beheerinspanning door onderhouden begroeiing.
3.1 Circulariteit	3	Weinig kansen voor hergebruik
3.2 Biodiversiteit	5	Hoge ecologische waarde mogelijk
3.3 Milieu-impact en broeikas-effect	2	Extra maatregel aan dijk, dus extra milieu-impact. Door gebruik van meer stortsteen.
4.1 Investeringskosten	2	Brede teen is een relatief duurdere oplossing bij diep water
4.2 Levensduurkosten	4	Weinig onderhoud nodig
5.1 Bijdrage ecologische verbetering	5	Hoge ecologische waarde toevoeging mogelijk
5.2 Inpasbaarheid en ruimtelijke kwaliteit	4	Toevoeging van ruimtelijke kwaliteit



Omschrijving

De klimaat/Multidijk is een verzamelterm van inrichtingsvermogen waarbij de waterkering zo robuust is dat deze niet doorbreekt. Ook als de dijk zou overstromen. Een Klimaat-/Multidijk bestaat uit een multifunctionele, robuuste beschermingszone die past in haar omgeving. De klimaat-/multidijk kan verschillende verschijningsvormen aannemen. Zoals brede dijken, terpen, overslagbestendige dijken en tal van innovatieve oplossingen. Ook combinaties daarvan met een meer gangbare waterkering behoren daartoe

Conclusie

Relevantie Verkenningfase IJsselmeerdijken	1	Te duur en te grote milieu-impact
---	---	-----------------------------------

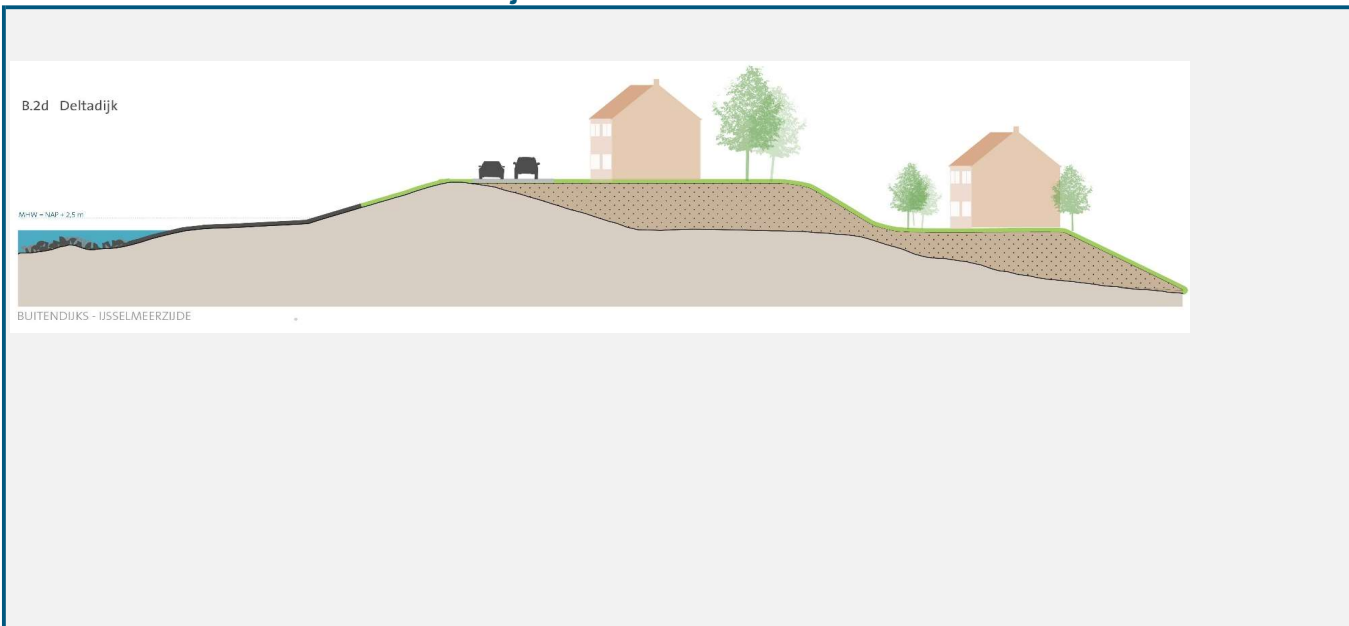
Invloed op faalmechanismen	Score	Opmerking
Bekleding	3	Bekledingsopgave blijft hetzelfde
Hoogte	5	Robuuste dijk, waarbij hoogte geen rol meer speelt
Stabiliteit	2	Buiten zandcunet, stabiliteitsprobleem

Afwegingscriteria	Score	Opmerkingen
1.1 Effectiviteit waterveiligheid	5	Versterking in grond is robuust .
1.1 Efficiëntie ontwerp/uitvoeringsproces	1	Enorm veel ruimtegebruik dus ook veel ontwerp/uitvoeringsrisico's
1.2 Haalbaarheid/ onderzoek nodig	5	De klimaat dijk is al in verschillende projecten toegepast
1.3 Uitbreidbaarheid	5	Veel ruimte op dijkkruijn om maatregelen te nemen
2.1 Beheerbaarheid	2	Groter areaal te beheren
3.1 Circulariteit	2	Weinig kansen voor hergebruik, meer grond nodig.
3.2 Biodiversiteit	3	Neutraal
3.3 Milieu-impact en broeikas-effect	1	Veel materiaalgebruik, dus veel impact
4.1 Investeringskosten	1	Veel materiaalgebruik, dus hoge kosten
4.2 Levensduurkosten	3	Neutrale beheer- en onderhoudskosten
5.1 Bijdrage ecologische verbetering	3	Neutraal
5.2 Inpasbaarheid en ruimtelijke kwaliteit	3	Veel ruimte voor meekoppelkansen

Familie Ontwerpproces

Nummer
B.1d

Naam
Delta dijk



Omschrijving

Een robuuste dijk die zo hoog, breed of sterk is dat de kans op een oncontroleerbare overstroming vrijwel nihil is.

Conclusie

Relevantie Verkenningfase IJsselmeerdijken	1	Te duur en te grote milieu-impact
--	---	-----------------------------------

Invloed op faalmechanismen	Score	Opmerking
Bekleding	5	Robuuste bekleding tegen alle belasting bestand
Hoogte	5	Robuustheid zorgt voor een hoge dijk
Stabiliteit	5	In dit ontwerp is er ook al rekening gehouden met stabiliteit problemen

Afwegingscriteria	Score	Opmerkingen
1.1 Effectiviteit waterveiligheid	5	Versterking in grond is robuust. Waarbij falen van de dijk wordt uitgesloten
1.1 Efficiëntie ontwerp/uitvoeringsproces	1	Enorm veel ruimtegebruik dus ook veel ontwerp/uitvoeringsrisico's
1.2 Haalbaarheid/ onderzoek nodig	5	De klimaat dijk is al in verschillende projecten toegepast
1.3 Uitbreidbaarheid	5	Veel ruimte op dijkruin om maatregelen te nemen
2.1 Beheerbaarheid	2	Hele grote dijk, dus ook veel beheer
3.1 Circulariteit	2	Extra grond is nodig, hierdoor kan er geen materiaal worden hergebruikt
3.2 Biodiversiteit	3	Neutraal
3.3 Milieu-impact en broeikaseffect	1	Veel materiaalgebruik, dus veel impact
4.1 Investeringskosten	1	Veel materiaalgebruik, dus hoge kosten
4.2 Levensduurkosten	3	Neutrale beheer- en onderhoudskosten
5.1 Bijdrage ecologische verbetering	3	Neutraal
5.2 Inpasbaarheid en ruimtelijke kwaliteit	3	Veel ruimte voor meekoppelkansen

Familie
Ontwerpproces

Nummer
B.2a

Naam
Uitwerken golfdempende vooroevers



Omschrijving

Vooroevers en/of voorland heeft vaak een positief effect op de waterkerende functie. Het reduceert belastingen op de dijk, aangezien de golven niet meer op de dijk breken maar op de vooroever. Ook vergroot een vooroever de sterkte van de dijk en verkleint de overstromingskans. Hierdoor is het niet nodig de dijk zelf te versterken. Storten van zand is mogelijk goedkoper en duurzamer dan een dijk versterken. De studie van Tauw uit 2010 geeft echter aan dat vooroevers 4 a 5 keer zo duur zijn dan een reguliere dijkversterking. Iets om uit te zoeken in de verkenningsfase. Een ander aandachtspunt is de landschappelijke inpassing en beheerbaarheid van vooroevers. Naast vooroevers die al van nature aanwezig zijn wordt bij de dijkversterking Markermeerdijken en Texel vooroevers toegepast.

Conclusie

Relevantie Verkenningfase IJsselmeerdijken	3	Meenemen in ontwerpproces, vooral vanwege grote potentiële natuurwinst, aanvullende financiering lijkt vereist
---	---	--

Invloed op faalmechanismen	Score	Opmerking
Bekleding	4	Golfdemping reduceert golfimpact
Hoogte	4	Golfdemping reduceert golfploop
Stabiliteit	3	n.v.t.

Afwegingscriteria	Score	Opmerkingen
1.1 Effectiviteit waterveiligheid	4	Het verhogen van het voorland vermindert de golfbelasting beperkt.
1.1 Efficiëntie ontwerp/uitvoeringsproces	5	Het realiseren/ontwerpen (=verhogen) van een oever is relatief eenvoudig
1.2 Haalbaarheid/ onderzoek nodig	3	Hele grote aanvulling in IJsselmeer nodig, effect op morfologie dient te worden onderzocht.
1.3 Uitbreidbaarheid	5	Het uitbreiden (=verhogen) van een oever is relatief eenvoudig
2.1 Beheerbaarheid	2	Beheer in voor oever komt boven op huidig beheer
3.1 Circulariteit	3	n.v.t.
3.2 Biodiversiteit	5	Zeer hoge bijdrage aan natuurontwikkeling
3.3 Milieu-impact en broeikaseffect	1	Veel materiaalgebruik, dus veel impact
4.1 Investeringskosten	1	Veel materiaalgebruik, dus hoge kosten
4.2 Levensduurkosten	3	In stand houden van oevers komt bovenop normaal dijkonderhoud.
5.1 Bijdrage ecologische verbetering	5	Zeer hoge bijdrage aan natuurontwikkeling
5.2 Inpasbaarheid en ruimtelijke kwaliteit	5	Mooi te combineren als wandel en fietsgebied

Familie
Ontwerpproces

Nummer
B.2b

Naam
Biobouwers

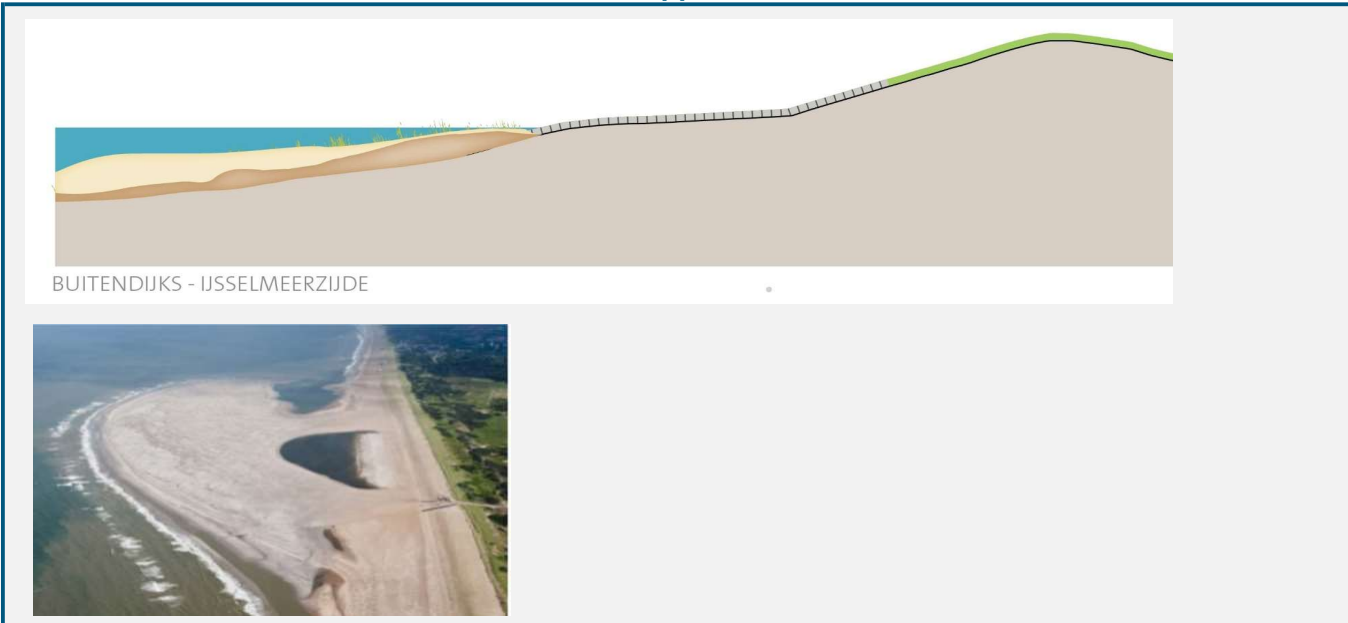


Omschrijving
Levende organismen, zoals riet, zeegras of schelpdieren, worden ingezet om de bodem te stabiliseren en sediment in te vangen en daarmee waterkingen te versterken. Biobouwers voor de dijk kunnen een voorland vormen: een brede golfreducerende zone. Dit kan een gunstig effect hebben op onderhoud en beheer en eventuele dijkversterking.

Conclusie		
Relevantie Verkenningfase IJsselmeerdijken	3	Meenemen in ontwerpproces, vooral vanwege grote potentiële natuurwinst, aanvullende financiering lijkt vereist

Invloed op faalmechanismen	Score	Opmerking
Bekleding	4	Demping van golven
Hoogte	4	Reduceert oploop
Stabiliteit	3	n.v.t.

Afwegingscriteria	Score	Opmerkingen
1.1 Effectiviteit waterveiligheid	3	Vegetatie op het voorland vermindert de golfbelasting
1.1 Efficiëntie ontwerp/uitvoeringsproces	4	Het realiseren/ontwerpen (=verhogen) van een oever is relatief eenvoudig
1.2 Haalbaarheid/ onderzoek nodig	3	Hele grote aanvulling in IJsselmeer nodig, effect op morfologie dient te worden onderzocht.
1.3 Uitbreidbaarheid	5	Het uitbreiden (=verhogen) van een oever is relatief eenvoudig
2.1 Beheerbaarheid	2	Functionaliteit moet regelmatig gecontroleerd en onderhouden worden
3.1 Circulariteit	3	n.v.t.
3.2 Biodiversiteit	5	Zeer hoge bijdrage aan natuurontwikkeling
3.3 Milieu-impact en broeikaseffect	3	Versterking in grond is robuust (lange levensduur)
4.1 Investeringskosten	1	Omvangrijke bouwsteen wat resulteert in aanzienlijke kosten
4.2 Levensduurkosten	2	In stand houden van oevers komt bovenop normaal dijkonderhoud.
5.1 Bijdrage ecologische verbetering	5	Zeer hoge bijdrage aan natuurontwikkeling
5.2 Inpasbaarheid en ruimtelijke kwaliteit	5	Mooi te combineren als wandel en fietsgebied



Omschrijving

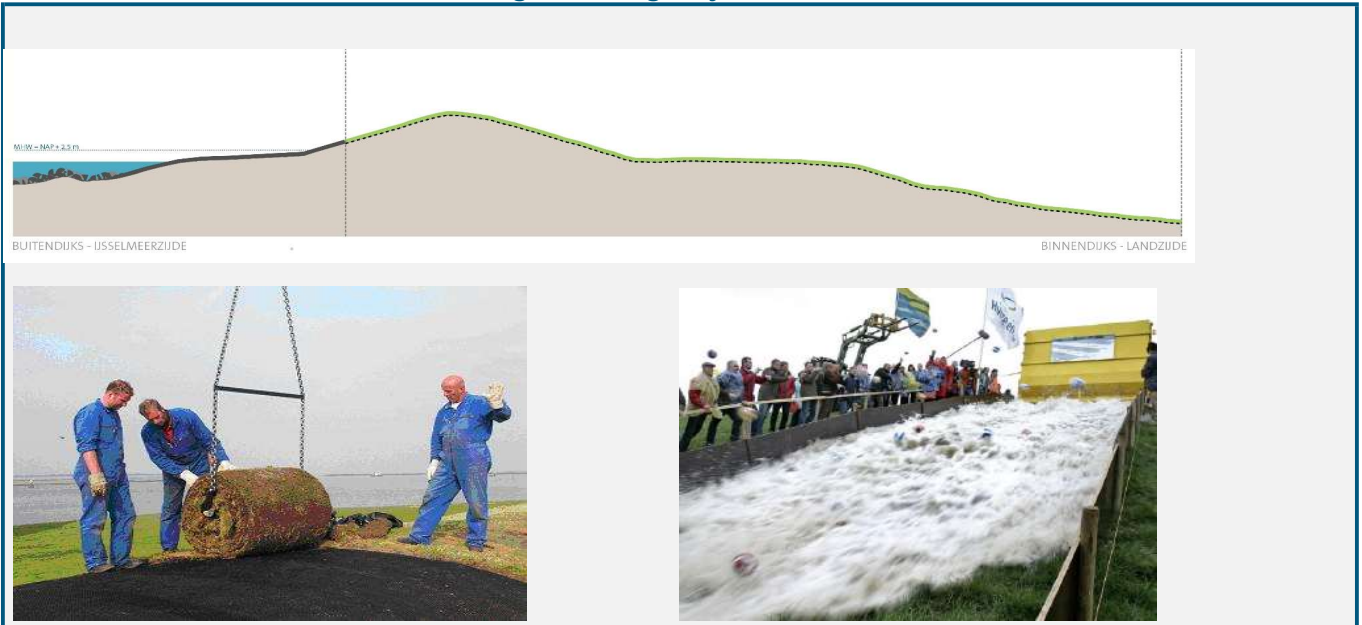
Een vooroever van zand zorgt ervoor dat een dijk minder zwaar wordt belast. Doordat golven stukslaan op de vooroever, neemt de kracht van de golven af. De dijk zelf hoeven we daardoor niet te versterken. Langs de kust wordt dit principe al vaker toegepast. Om te onderzoeken of deze aanpak ook bij meren werkt, hebben we bij de Houtribdijk als proef een 400 m lange en 150 m brede -vooroevers aangelegd. Blijft het zand wel liggen? Houdt de dijk het ook onder zware omstandigheden? En met welke beplanting kunnen we de vooroever het beste versterken? Om deze vragen te beantwoorden, monitoren we de proeflocatie 4 jaar lang. In 2018 zijn de definitieve resultaten bekend. Met de kennis die we dan hebben opgedaan, gaan we de modellen en ontwerpregels voor vooroevers verbeteren. Zo kunnen we dit concept ook bij andere meren toepassen. Zandsuppleties bestaan uit een kunstmatig aangebrachte zandaanvullingen op de vooroever en/of het bestaande duin. Suppletie van een grote hoeveelheid zand op

Conclusie

Relevantie Verkenningfase IJsselmeerdijken	2	Zandmotor/zandsuppleties is uitwerking van innovatie B3a
---	---	--

Invloed op faalmechanismen	Score	Opmerking
Bekleding	4	Dempt golfimpact door diepte breking van golven
Hoogte	4	Dempt oploop door diepte breking van golven
Stabiliteit	3	n.v.t.

Afwegingscriteria	Score	Opmerkingen
1.1 Effectiviteit waterveiligheid	4	Het verhogen van het voorland vermindert de golfbelasting beperkt.
1.1 Efficiëntie ontwerp/uitvoeringsproces	2	Zeer omvangrijke maatregel in een relatief diep meer
1.2 Haalbaarheid/ onderzoek nodig	3	Hele grote aanvulling in IJsselmeer nodig, effect op morfologie dient te worden onderzocht.
1.3 Uitbreidbaarheid	5	Het uitbreiden (=verhogen) van een oevers is relatief eenvoudig
2.1 Beheerbaarheid	2	Het idee van een zandmotor is dat het zichzelf onderhoud voor een aantal jaar, maar wel aanvullend beheer nodig t.o.v. huidige dijk
3.1 Circulariteit	3	n.v.t.
3.2 Biodiversiteit	5	Zeer hoge bijdrage aan natuurontwikkeling
3.3 Milieu-impact en broeikaseffect	2	Veel grond, veel impact
4.1 Investeringskosten	1	Omvangrijke bouwsteen wat resulteert in aanzienlijke kosten
4.2 Levensduurkosten	2	In stand houden van oevers komt bovenop normaal dijkonderhoud.
5.1 Bijdrage ecologische verbetering	5	Zeer hoge bijdrage aan natuurontwikkeling
5.2 Inpasbaarheid en ruimtelijke kwaliteit	5	Mooi te combineren als wandel en fietsgebied



Omschrijving

Dijkbekleding op buitentalud, kruin en binnentalud van een dijk die bestand is tegen zeer hoge golfoverslaggebieden (>50 l/s/m). Vaak gaat het dan om harde bekledingen, maar versterkt gras (met geogrids) zijn ook een mogelijkheid.

Conclusie

Relevantie Verkenningfase IJsselmeerdijken	1	Niet innovatief genoeg en alleen kansrijk voor deze dijk voor maatwerklocatie
---	---	---

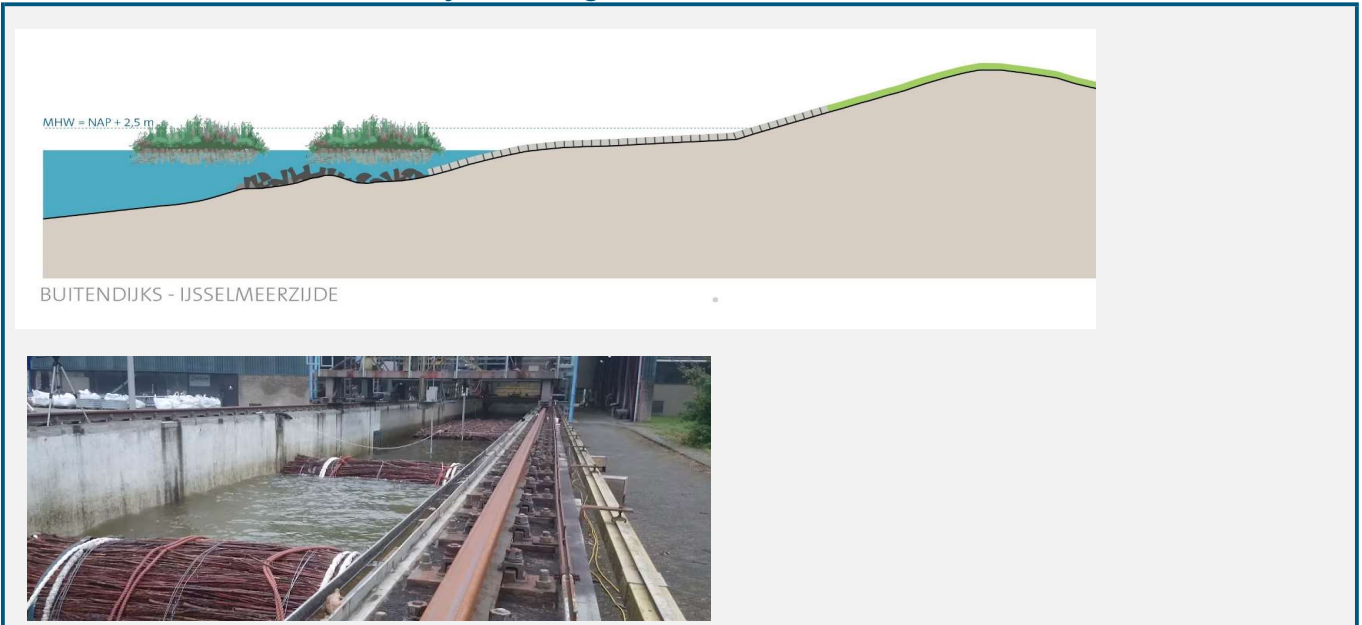
Involed op faalmechanismen	Score	Opmerking
Bekleding	5	Versterking van bekleding met hillblocks dempt de golf impact
Hoogte	5	Geen golf overslag meer
Stabiliteit	3	n.v.t.

Afwegingscriteria	Score	Opmerkingen
1.1 Effectiviteit waterveiligheid	5	Grote bijdrage aan hoogteopgave
1.1 Efficiëntie ontwerp/uitvoeringsproces	4	Veel overslag toestaan, maakt ontwerpproces omvangrijker
1.2 Haalbaarheid/ onderzoek nodig	4	Beproefd concept, maar moeilijker dan normaal
1.3 Uitbreidbaarheid	2	Moeilijk uitbreidbaar door harde materialen
2.1 Beheerbaarheid	2	Veel gebruik van harde materialen onder de grasbekleding zorgen voor veel onderhoud.
3.1 Circulariteit	3	Weinig of geen hergebruik van materialen
3.2 Biodiversiteit	2	Veel gebruik van harde materialen, slechte score op biodiversiteit
3.3 Milieu-impact en broeikas-effect	3	Besparing in grondverbruik, wel veel harde materialen (neutrale score)
4.1 Investeringskosten	3	Besparing in grondverbruik, wel veel harde materialen (neutrale score)
4.2 Levensduurkosten	2	Door hogere overslag, strengere eisen aan beheerinspanning
5.1 Bijdrage ecologische verbetering	3	Neutraal
5.2 Inpasbaarheid en ruimtelijke kwaliteit	3	Neutraal

Familie
Ontwerpproces

Nummer
B.4

Naam
Drijvende wilgenmat en rietmoeras

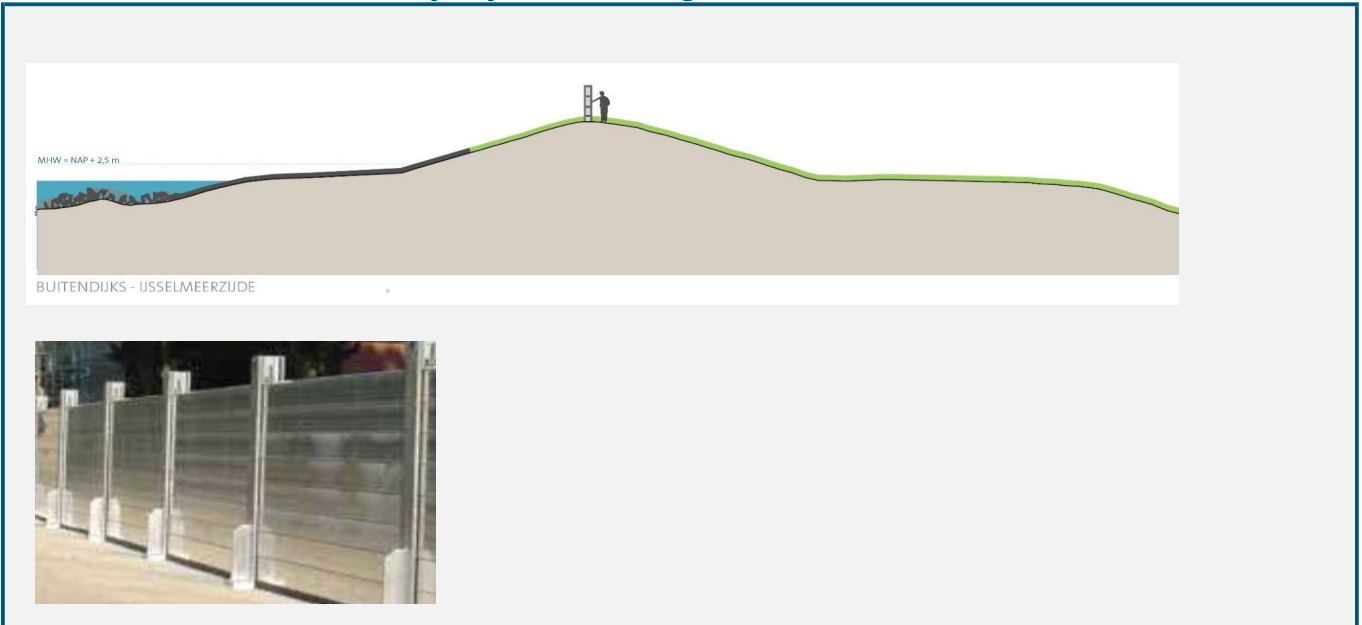


Omschrijving
Dit zijn matten gemaakt van gevlochten wilgentenen waar riet (of andere soorten) op worden geplant. Hierdoor ontstaat een drijvend moeras. Om te zorgen dat de matten blijven drijven worden drijfelementen tussen de wilgentenen verwerkt. Dit blijft langer drijven dan de huidige 'zinkende' rietmoerassen. Het nieuwe type levert een betere golfdemping dan de eerdere constructie.

Conclusie		
Relevantie Verkenningfase IJsselmeerdijken	2	Interessant om als meekoppelkans mee te nemen bij aanvullende financiering

Invoel op faalmechanismen	Score	Opmerking
Bekleding	4	Lichte Golfdemping
Hoogte	4	Lichte Golfdemping
Stabiliteit	3	n.v.t.

Afwegingscriteria	Score	Opmerkingen
1.1 Effectiviteit waterveiligheid	3	Goldempende werking van rietmoeras vermindert de golfbelasting, maar is zeer beperkt
1.1 Efficiëntie ontwerp/uitvoeringsproces	3	Weinig effectieve maatregel en geeft extra opgave aan uitvoeringsproces boven op huidige ontwerpproces
1.2 Haalbaarheid/ onderzoek nodig	4	Onderzoek naar deze systemen lopen
1.3 Uitbreidbaarheid	4	Het uitbreiden (toevoegen) van een mat is relatief eenvoudig
2.1 Beheerbaarheid	2	Natuurlijke materialen vergaan snel, monitoring nodig
3.1 Circulariteit	4	n.v.t.
3.2 Biodiversiteit	4	Zeer hoge bijdrage aan natuurontwikkeling
3.3 Milieu-impact en broeikaseffect	4	Gebruik van natuurlijke materialen (gebiedseigen?)
4.1 Investeringskosten	4	Relatief lage kosten door gebruik natuurlijk materiaal
4.2 Levensduurkosten	4	Levensduur is kort, maar vervangingskosten zijn laag
5.1 Bijdrage ecologische verbetering	4	Hoge bijdrage aan natuurontwikkeling
5.2 Inpasbaarheid en ruimtelijke kwaliteit	3	Neutraal



Omschrijving
Tijdelijke waterkeringen, zoals een in de dijk verzonken wand of een wegneembare systeemwand. Een zelfsluitende of omhoog te draaien wand is in de dijk verzonken in een betonnen goot. Het voordeel van een verzonken wand is dat geen extra dijkbreedte nodig is, want de keerwand is in verzonken toestand overrijdbaar en vrijwel onzichtbaar. Met deze maatregel kan een hoogtetekort volledig worden opgelost. Bij coupures en stadsfronten is het een aantrekkelijke maatregel. Aandachtspunt is dat de werking van een verzonken wand kwetsbaar is voor vervuiling. Ook de (kwetsbare) techniek en relatief hoge prijs zijn onaantrekkelijk voor grootschalige toepassingen.

Een systeemwand is een wand die alleen bij hoogwater wordt opgebouwd. Deze bestaat uit, bij grote hoogte meestal geschoorde, staanders

Conclusie		
Relevantie Verkenningfase IJsselmeerdijken	1	Niet geschikt voor deze dijk

Involed op faalmechanismen	Score	Opmerking
Bekleding	3	Geen effect
Hoogte	5	Houdt golf overslag tegen
Stabiliteit	3	n.v.t.

Afwegingscriteria	Score	Opmerkingen
1.1 Effectiviteit waterveiligheid	4	Een verticaal element is uiterst effectief in het beperken van golfoploop
1.1 Efficiëntie ontwerp/uitvoeringsproces	3	Ontwerp is mogelijk, maar niet eenvoudig
1.2 Haalbaarheid/ onderzoek nodig	3	Het is heel moeilijk om een demontabele kering voldoende betrouwbaar te maken.
1.3 Uitbreidbaarheid	3	Uitbreiding is mogelijk, maar niet eenvoudig
2.1 Beheerbaarheid	2	Functionaliteit moet regelmatig worden getest
3.1 Circulariteit	3	n.v.t.
3.2 Biodiversiteit	3	Neutrale bijdrage
3.3 Milieu-impact en broeikas-effect	2	De levensduur wordt geschat op circa 50jaar (neutraal)
4.1 Investeringskosten	2	Relatief dure aanleg
4.2 Levensduurkosten	2	Veel onderhoud nodig, dus dure levensduurkosten
5.1 Bijdrage ecologische verbetering	3	Neutrale bijdrage
5.2 Inpasbaarheid en ruimtelijke kwaliteit	3	Kering vormt barrière voor fauna



Omschrijving

Een keermuur kan op de buitenrand van de kruin worden geplaatst. Meestal wordt, in verband met de sterkte, een damwand geslagen, die wordt afgewerkt met een betonnen deksloof en eventueel metselwerk. Met een holle buitenzijde of 'neus' wordt overslag effectief voorkomen. Tussen een muur en de rijweg moet een meter ruimte worden gehouden, waardoor vaak een verbreding van de dijk nodig is. Met een keermuur kan het hoogtetekort volledig worden opgevangen, maar voor de vele op- en afritten in het rivierengebied zijn coupures nodig en boven een bepaalde hoogte wordt ook het uitzicht sterk belemmerd. Het karakter van een keermuur maakt de maatregel weinig geschikt voor landelijk gebied met groene dijken. Op een harde zeevering misstaat een niet te hoge damwand met betonnen deksloof echter niet.

Conclusie

Relevantie Verkenningfase IJsselmeerdijken	1	Niet innovatief genoeg
---	---	------------------------

Invoel op faalmechanismen	Score	Opmerking
Bekleding	3	Geen effect
Hoogte	5	Houdt golf overslag tegen
Stabiliteit	3	n.v.t.

Afwegingscriteria	Score	Opmerkingen
1.1 Effectiviteit waterveiligheid	5	Een verticaal element is uiterst effectief in het beperken van golfoploop
1.1 Efficiëntie ontwerp/uitvoeringsproces	3	Een vaste kering is relatief eenvoudig te realiseren
1.2 Haalbaarheid/ onderzoek nodig	4	Is een betrouwbaar toegepaste bouwsteen
1.3 Uitbreidbaarheid	3	Een vaste kering kan zo worden gemaakt dat deze makkelijk is uit te breiden
2.1 Beheerbaarheid	4	Is robuust in functionaliteit, alleen inspectie nodig
3.1 Circulariteit	3	n.v.t.
3.2 Biodiversiteit	2	Kering vormt barrière voor fauna
3.3 Milieu-impact en broeikas-effect	2	De levensduur wordt geschat op circa 50jaar (neutraal)
4.1 Investeringskosten	3	Gemiddelde investeringskosten
4.2 Levensduurkosten	3	Constructie vraagt specifiek extra onderhoud
5.1 Bijdrage ecologische verbetering	2	Kering vormt barrière voor fauna
5.2 Inpasbaarheid en ruimtelijke kwaliteit	2	Kering vormt barrière



Omschrijving

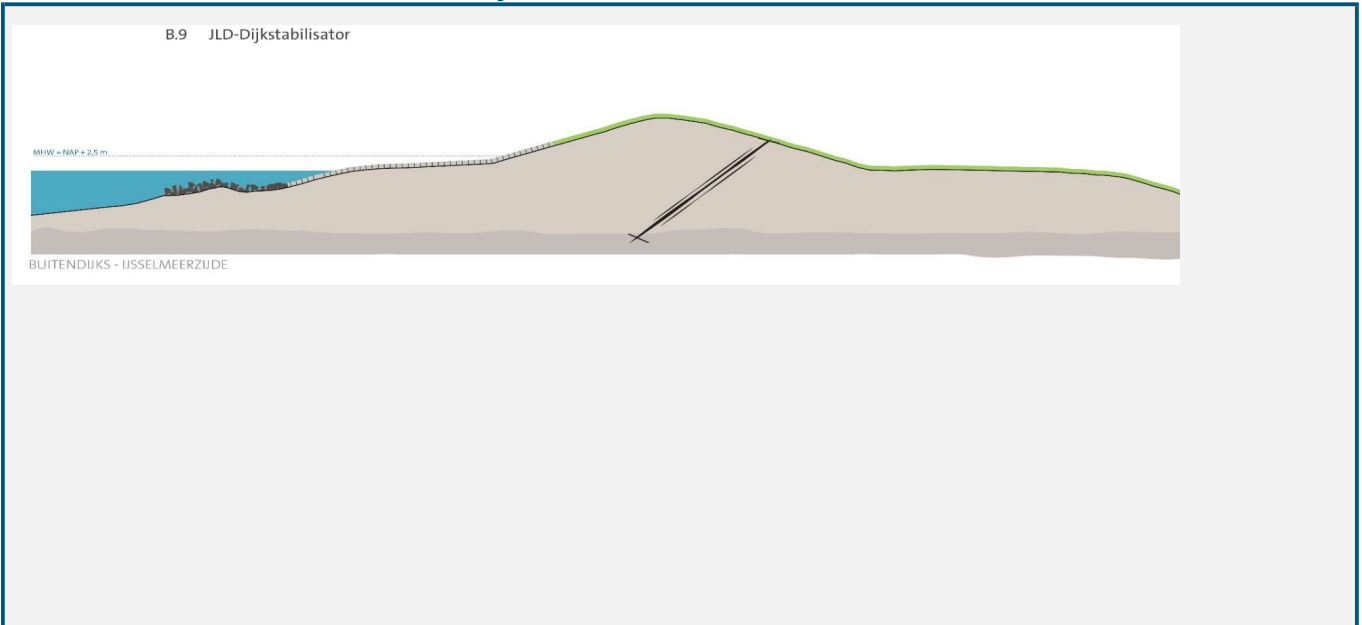
Grondstabilisatie is een methode van grondverbetering waarbij slappe lagen tot circa 7 m diep worden versterkt door het toevoegen van bindmiddelen. Hiermee wordt de macrostabiliteit vergroot en worden zettingen beperkt. Het voordeel is dat er weinig materiaal wordt verzet, waardoor het gepaard gaat met een relatief lage CO₂-uitstoot. De grondstabilisatie kan ondiep of diep worden toegepast. De verschillen met soilmixwanden zijn dat er grotere volumes worden bewerkt en dat er per volume-eenheid minder bindmiddel wordt toegepast. Het bindmiddel kan in droge vorm of als slurry met de grond worden gemengd en diep of ondiep worden aangebracht. Dit is afhankelijk van de toepassing. De keuze van techniek en bindmiddel is project- en locatie afhankelijk, alsmede van de technieken en materieel die voorhanden zijn. Deze wordt naast het doel van de toepassing sterk bepaald door de te stabiliseren grondlagen (klei, veen of slib) en de fysische en chemische samenstelling van deze lagen en het

Conclusie

Relevantie Verkenningfase IJsselmeerdijken	2	Uitwerking bij stabiliteitsprobleem, keuze voor PU-fase
---	---	---

Invloed op faalmechanismen	Score	Opmerking
Bekleding	3	n.v.t.
Hoogte	3	n.v.t.
Stabiliteit	5	Met deze toepassing kan een stabiliteitsprobleem worden verholpen

Afwegingscriteria	Score	Opmerkingen
1.1 Effectiviteit waterveiligheid	4	Voeg toe aan de macrostabiliteit
1.1 Efficiëntie ontwerp/uitvoeringsproces	2	Alleen toe te passen bij stabiliteitsprobleem (buiten grondverbeteringscunet). Het is efficiënter om deze maatregelen niet nodig te hebben
1.2 Haalbaarheid/ onderzoek nodig	3	Samen met TU Delft ontwikkelt Terrastab alternatieve bindmiddelen en andere innovaties. Met unieke toevoegingen kunnen we nagenoeg alle (bodem-)materialen hergebruiken als basis voor een grondverbetering of constructieve stabilisatie.
1.3 Uitbreidbaarheid	5	Dijk is door de grondstabilisatie goed uit te breiden
2.1 Beheerbaarheid	3	Geen extra onderhoud nodig of inspectie nodig
3.1 Circulariteit	3	100% hergebruik
3.2 Biodiversiteit	3	n.v.t.
3.3 Milieu-impact en broeikaseffect	4	Lage CO ₂ uitstoot
4.1 Investeringskosten	4	Ten opzichte van andere macrostabiliteit opgaven goedkoop
4.2 Levensduurkosten	4	Geen onderhoud
5.1 Bijdrage ecologische verbetering	3	n.v.t.
5.2 Inpasbaarheid en ruimtelijke kwaliteit	3	n.v.t.



Omschrijving

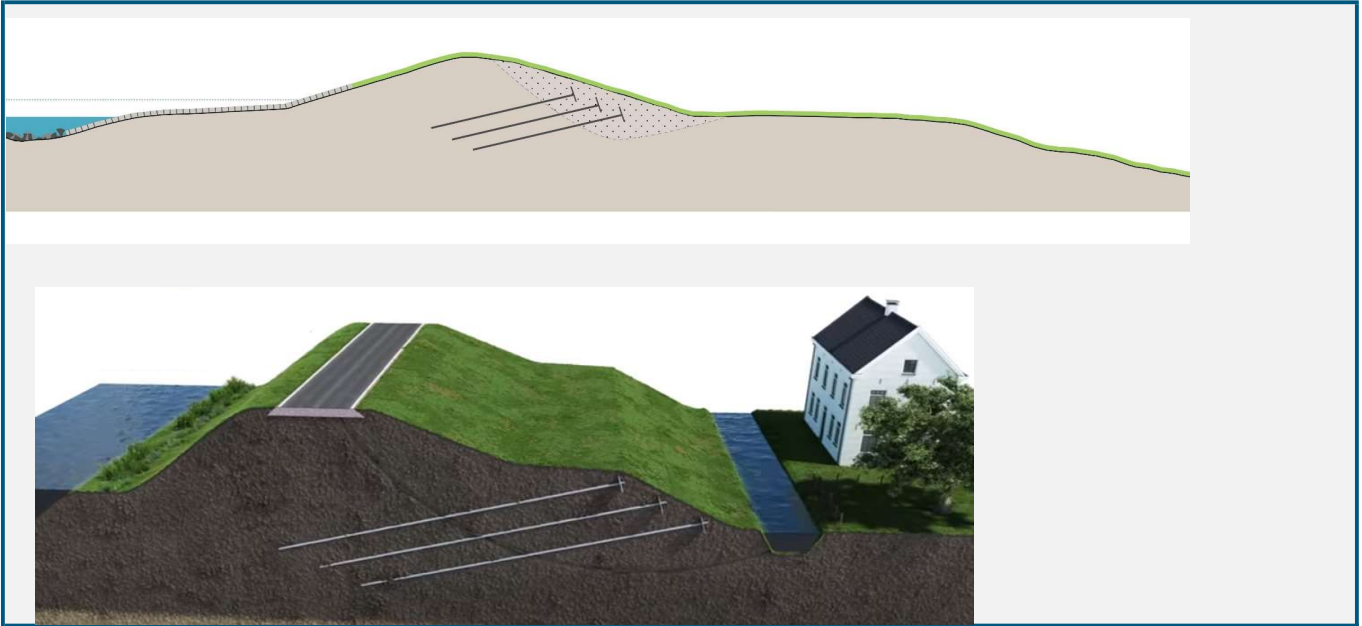
JLD-Dijkstabilisator is een verankerings- en vernagelingsstelsel dat de sterkte van de ondergrond kan vergroten en weerstand biedt tegen afschuiven, waardoor de dijk een grotere stabiliteit krijgt. Een klapanker wordt in het binnentalud onder een hoek in de bodem gebracht, en met een drijfstaaf op diepte. Het anker wordt uitgeklaapt en zo verankerd in een diepere (zand)laag. Op deze wijze kan een trekkracht naar de ondergrond worden overgebracht. Een schroefverbinding verbindt het klapanker aan de trekstaaf. De drijfstaaf trekt de trekstaaf tijdens het aanbrengen van het klapanker mee op diepte. Over de trekstaaf heen wordt vervolgens het LDE (een vin-element) de grond in gedrukt. De uitvoeringswijze is dus grondverdringend. Het LDE-element zal onder laterale belasting gaan aanliggen op de ankerstaaf. Aan het maaiveld is de trekstaaf bevestigd aan de kopplaat door middel van een spanbout en een moer. De stalen spanbout wordt over de trekstaaf geschroefd en steekt door de kopplaat. De

Conclusie

Relevantie Verkenningfase IJsselmeerdijken	2	Uitwerking bij stabiliteitsprobleem, keuze voor PU-fase
---	---	---

Invoel op faalmechanismen	Score	Opmerking
Bekleding	3	n.v.t.
Hoogte	3	n.v.t.
Stabiliteit	5	Met deze toepassing kan een stabiliteitsprobleem worden verholpen

Afwegingscriteria	Score	Opmerkingen
1.1 Effectiviteit waterveiligheid	4	Draagt bij aan de macrostabiliteit
1.1 Efficiëntie ontwerp/uitvoeringsproces	2	Alleen toe te passen bij stabiliteitsprobleem (buiten grondverbeteringscunet). Het is efficiënter om deze maatregelen niet nodig te hebben
1.2 Haalbaarheid/ onderzoek nodig	5	Innovatie is al toegepast
1.3 Uitbreidbaarheid	4	Dijk is eenvoudiger uit te breiden door granulaire kolommen
2.1 Beheerbaarheid	3	Geen extra onderhoud nodig of inspectie nodig
3.1 Circulariteit	3	Extra gebruik van materiaal
3.2 Biodiversiteit	3	n.v.t.
3.3 Milieu-impact en broeikaseffect	2	Belastende materialen
4.1 Investeringskosten	2	Hoge investeringskosten door het opnieuw aanleggen van de dijk
4.2 Levensduurkosten	4	Als de dijk er eenmaal ligt weinig onderhoudskosten
5.1 Bijdrage ecologische verbetering	3	n.v.t.
5.2 Inpasbaarheid en ruimtelijke kwaliteit	3	n.v.t.



Omschrijving

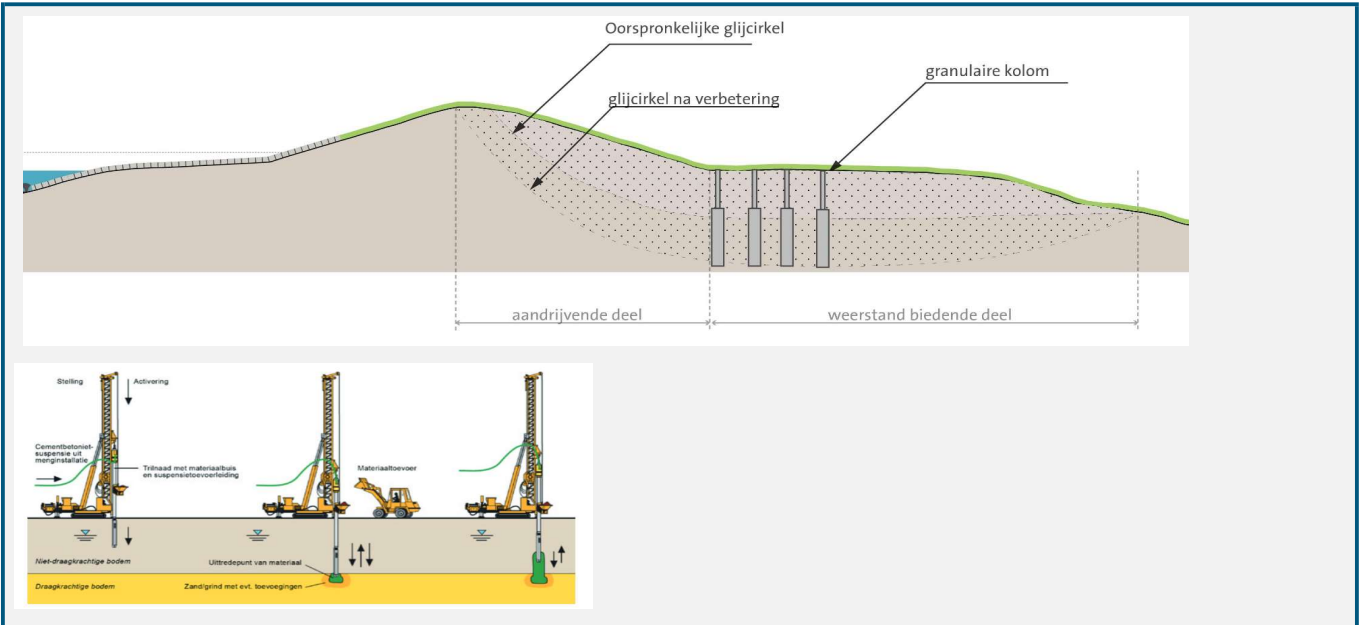
Dijkvernageling heeft tot doel de macrostabiliteit van het binnentalud van de dijk te verbeteren binnen het bestaande dijkprofiel. De nagels in de vorm van groutstaven worden volgens een bepaald stramien en onder een geschikte hoek op het binnendijkse talud ingebracht, en hebben een lengte tussen 10 en 30 m, en een diameter van circa 15 tot 20 cm. De techniek draagt op verschillende manieren bij aan het verhogen van de weerstand tegen afschuiven. De voornaamste bijdrage wordt geleverd door het verankeren van het afschuivende deel van de dijk. Daarnaast werken de nagels als deuvels in het afschuifvlak. Bij toename van de belasting, door bijvoorbeeld hoogwater, zal de dijk willen vervormen. De dijkvernageling zal deze vervorming willen verhinderen door het ontwikkelen van wrijving langs de nagel, van weerstand door de facing en van weerstand in het afschuifvlak door de deuvelfwerking van de nagels. Hiermee neem de weerstand tegen binnendijks afschuiven toe. In het ontwerp van de versterking met nagels

Conclusie

Relevantie Verkenningfase IJsselmeerdijken	2	Uitwerking bij stabiliteitsprobleem, keuze voor PU-fase
---	---	---

Invloed op faalmechanismen	Score	Opmerking
Bekleding	3	Draagt niet bij aan bekleding opgave
Hoogte	3	Draagt niet bij aan de hoogte opgave
Stabiliteit	5	Wanneer de dijk wordt uitgebreid en er verder weinig ruimte is

Afwegingscriteria	Score	Opmerkingen
1.1 Effectiviteit waterveiligheid	4	Draagt bij aan de macrostabiliteit
1.1 Efficiëntie ontwerp/uitvoeringsproces	2	alleen toe te passen bij stabiliteitsprobleem (buiten grondverbeteringscunet). Het is efficiënter om deze maatregelen niet nodig te hebben
1.2 Haalbaarheid/ onderzoek nodig	5	Innovatie is al toegepast
1.3 Uitbreidbaarheid	4	Dijk is eenvoudiger uit te breiden door granulaire kolommen
2.1 Beheerbaarheid	3	Geen extra onderhoud nodig of inspectie nodig
3.1 Circulariteit	3	Extra gebruik van materiaal
3.2 Biodiversiteit	3	n.v.t.
3.3 Milieu-impact en broeikaseffect	2	Materiaal en materieelgebruik met veel impact
4.1 Investeringskosten	2	Relatief dure techniek
4.2 Levensduurkosten	4	Als de dijk er eenmaal ligt weinig onderhoudskosten
5.1 Bijdrage ecologische verbetering	3	n.v.t.
5.2 Inpasbaarheid en ruimtelijke kwaliteit	3	n.v.t.



Omschrijving
Een gebrek aan binnenwaartse macrostabiliteit wordt veelal veroorzaakt door de aanwezigheid van een slappe klei- en/of veenlaag, al dan niet in combinatie met een kwelsloot achter de dijk. Granulaire kolommen zijn eigenlijk een speciale grondverbeteringstechniek om de binnenwaartse macrostabiliteit te vergroten. Voor een granulaire kolom wordt in de binnentoe of onder de kwelsloot een kolom in de grond geboord of getrild al dan niet omhuld met een geotextiel die vervolgens wordt opgevuld met zand, grind of een aggregaat. Met een granulaire kolom wordt de binnenwaartse macrostabiliteit vergroot door het weerstandbiedend moment ten opzichte van het draaipunt van de glijcirkel te vergroten. Het weerstandbiedend deel is in feite het uiteinde van de glijcirkel dat aan de landwaarts zijde van het draaipunt ligt. De verzwaring van de binnenberm en de versterking van de hierin voorkomende grondlagen hebben een bijkomend effect: de wrijvingskracht langs de glijcirkel wordt eveneens vergroot. Hierdoor neemt de

Conclusie

Relevantie Verkenningfase IJsselmeerdijken	2	Uitwerking bij stabiliteitsprobleem, keuze voor PU-fase
---	---	---

Involed op faalmechanismen	Score	Opmerking
Bekleding	3	Draagt niet bij aan bekleding opgave
Hoogte	3	Draagt niet bij aan de hoogte opgave
Stabiliteit	5	Verbeterd de stabiliteit van de dijk

Afwegingscriteria	Score	Opmerkingen
1.1 Effectiviteit waterveiligheid	4	Draagt bij aan de macrostabiliteit
1.1 Efficiëntie ontwerp/uitvoeringsproces	2	Alleen toe te passen bij stabiliteitsprobleem (buiten grondverbeteringscunet). Het is efficiënter om deze maatregelen niet nodig te hebben
1.2 Haalbaarheid/ onderzoek nodig	5	Innovatie is al toegepast
1.3 Uitbreidbaarheid	4	Dijk is eenvoudiger uit te breiden door granulaire kolommen
2.1 Beheerbaarheid	3	Geen extra onderhoud nodig of inspectie nodig
3.1 Circulariteit	3	Extra gebruik van materiaal
3.2 Biodiversiteit	3	n.v.t.
3.3 Milieu-impact en broeikaseffect	2	Materiaal en materieelgebruik met veel impact
4.1 Investeringskosten	2	Hoge kosten
4.2 Levensduurkosten	4	Als de dijk er eenmaal ligt weinig onderhoudskosten
5.1 Bijdrage ecologische verbetering	3	n.v.t.
5.2 Inpasbaarheid en ruimtelijke kwaliteit	3	n.v.t.

Familie
Ontwerpproces

Nummer
B.11

Naam
Soilmix



Omschrijving

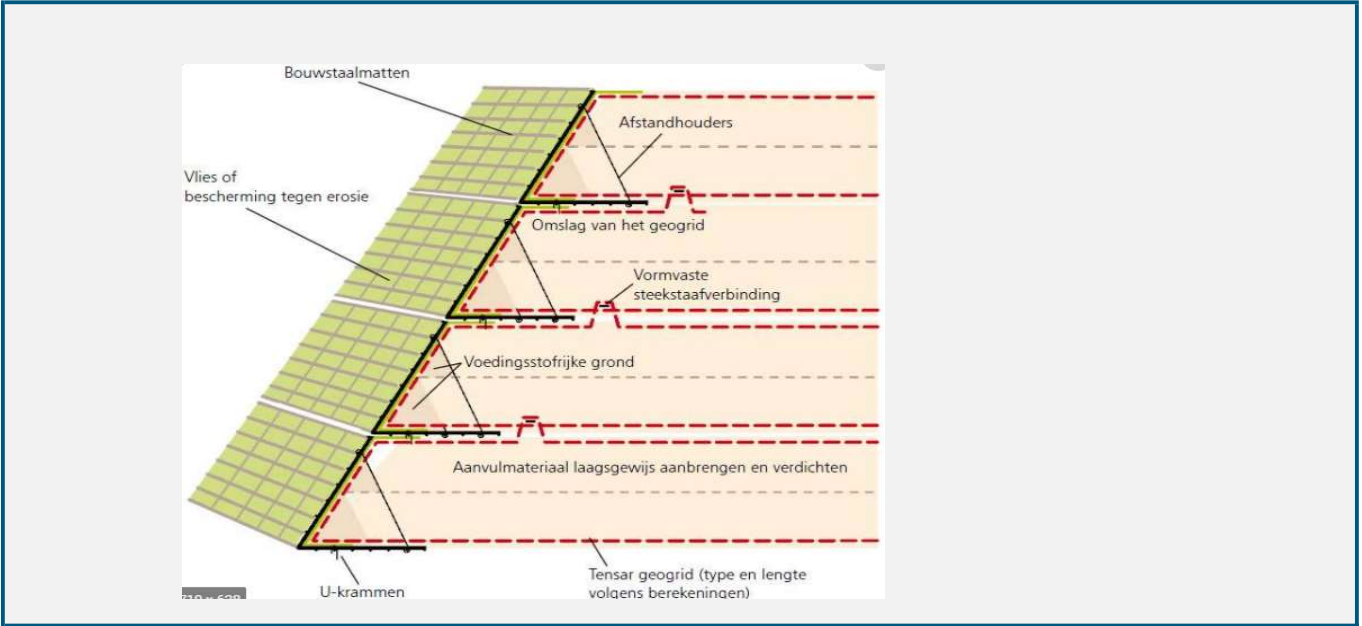
Door middel van mixers wordt een bindmiddel met de grond vermengd. De grond verkrijgt hierdoor een hogere sterkte en/of een lagere doorlatendheid. Hiermee kan de macrostabiliteit en/of de weerstand tegen piping worden vergroot. Er zijn meerdere types mixer in omloop. Het bindmiddel wordt gevormd door cement en bentoniet. Afhankelijk van het doel en de ondergrond wordt een andere mengselsamenstelling gekozen. Het bindmiddel kan met lucht worden toegevoegd (droge methode) of met water (natte methode). Mechanische menging kan worden aangevuld met hydraulische menging (jetgrouten). Een aandachtspunt van soilmix is dat er grondvervormingen kunnen ontstaan door wateroverspanningen als gevolg van te grote lucht- of watertoevoeging. Met Soilmix is ervaring opgedaan bij dijkversterking van de Hollandse IJsseldijk in Gouda, Dijkversterking Meerbad in Abcoude en Hondsbroekse Plei.

Conclusie

Relevantie Verkenningfase IJsselmeerdijken	2	Uitwerking bij stabiliteitsprobleem, keuze voor PU-fase
---	---	---

Invloed op faalmechanismen	Score	Opmerking
Bekleding	3	Draagt niet bij aan bekleding opgave
Hoogte	3	Draagt niet bij aan de hoogte opgave
Stabiliteit	5	Verbeterd de stabiliteit van de dijk

Afwegingscriteria	Score	Opmerkingen
1.1 Effectiviteit waterveiligheid	4	Draagt bij aan de macrostabiliteit
1.1 Efficiëntie ontwerp/uitvoeringsproces	2	Alleen toe te passen bij stabiliteitsprobleem (buiten grondverbeteringscunet). Het is efficiënter om deze maatregelen niet nodig te hebben
1.2 Haalbaarheid/ onderzoek nodig	5	Innovatie is al getest
1.3 Uitbreidbaarheid	2	Moeilijk uit te breiden door de gelaagdheid van de dijk
2.1 Beheerbaarheid	3	Geen extra onderhoud nodig of inspectie nodig
3.1 Circulariteit	3	Dijkgrond kan worden hergebruikt.
3.2 Biodiversiteit	3	n.v.t.
3.3 Milieu-impact en broeikaseffect	2	Veel impact door bindmiddel in de grond te spuiten.
4.1 Investeringskosten	2	Hoge kosten
4.2 Levensduurkosten	4	Als de dijk er eenmaal ligt weinig onderhoudskosten
5.1 Bijdrage ecologische verbetering	3	n.v.t.
5.2 Inpasbaarheid en ruimtelijke kwaliteit	3	n.v.t.



Omschrijving

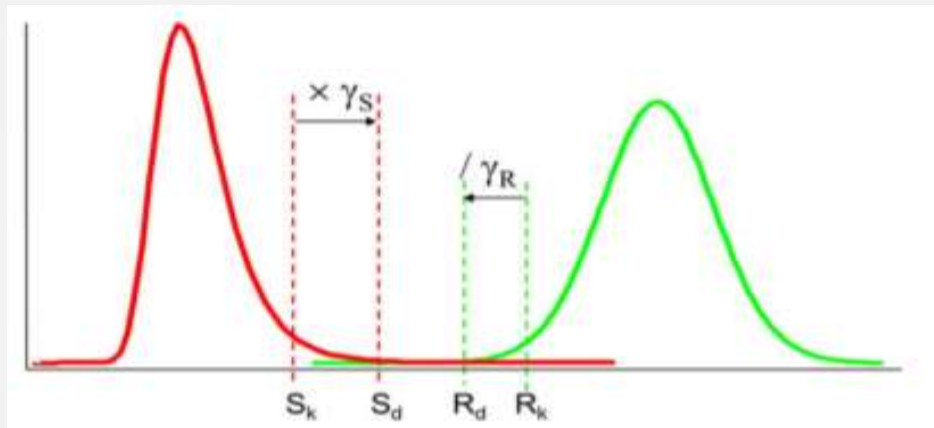
De sterkte van grond kan kunstmatig worden verhoogd door het toepassen van geogrids en/of geotextielen in combinatie met aanvulmateriaal. Gewapende grond kenmerkt zich over het algemeen door flexibiliteit: de constructies kunnen mee vervormen met de ondergrond. Dergelijke constructies hebben een gering ruimtebeslag als voordeel. Waar ruimtegebrek is kan een gewapende grondconstructie worden ingezet, zodat met een steiler talud het dijklichaam doorgezet kan worden. Dit is een goed alternatief voor harde keerconstructies zoals damwanden, soilmix-wanden en betonnen L-wanden. Aandachtspunt is dat gewapende grond laagsgewijs wordt opgebouwd van onder naar boven. Dat betekent dat, wanneer dit moet worden toegepast in een bestaande dijk, de dijk eerst (grotendeels) moet worden afgegraven. Op dat moment is de waterkering op die locatie dus niet gegarandeerd. Er moet dan eventueel een tijdelijke waterkering gemaakt worden rondom de afgegraven bouwlocatie. Gewapende grond is

Conclusie

Relevantie Verkenningfase IJsselmeerdijken	2	Uitwerking bij stabiliteitsprobleem, keuze voor PU-fase
---	---	---

Invoel op faalmechanismen	Score	Opmerking
Bekleding	3	Draagt niet bij aan bekleding opgave
Hoogte	3	Draagt niet bij aan de hoogte opgave
Stabiliteit	5	Verbeterd de stabiliteit van de dijk

Afwegingscriteria	Score	Opmerkingen
1.1 Effectiviteit waterveiligheid	4	Draagt bij aan de macrostabiliteit
1.1 Efficiëntie ontwerp/uitvoeringsproces	2	Alleen toe te passen bij stabiliteitsprobleem (buiten grondverbeteringscunet). Het is efficiënter om deze maatregelen niet nodig te hebben
1.2 Haalbaarheid/ onderzoek nodig	5	Innovatie is al getest
1.3 Uitbreidbaarheid	2	Moeilijk uit te breiden door de gelaagdheid van de dijk
2.1 Beheerbaarheid	3	Geen extra onderhoud nodig of inspectie nodig
3.1 Circulariteit	3	Dijkgrond kan worden hergebruikt.
3.2 Biodiversiteit	3	n.v.t.
3.3 Milieu-impact en broeikaseffect	2	Materiaal en materieelgebruik met hoge impact
4.1 Investeringskosten	2	Relatief hoge kosten
4.2 Levensduurkosten	4	Als de dijk er eenmaal ligt weinig onderhoudskosten
5.1 Bijdrage ecologische verbetering	3	n.v.t.
5.2 Inpasbaarheid en ruimtelijke kwaliteit	3	n.v.t.



Omschrijving

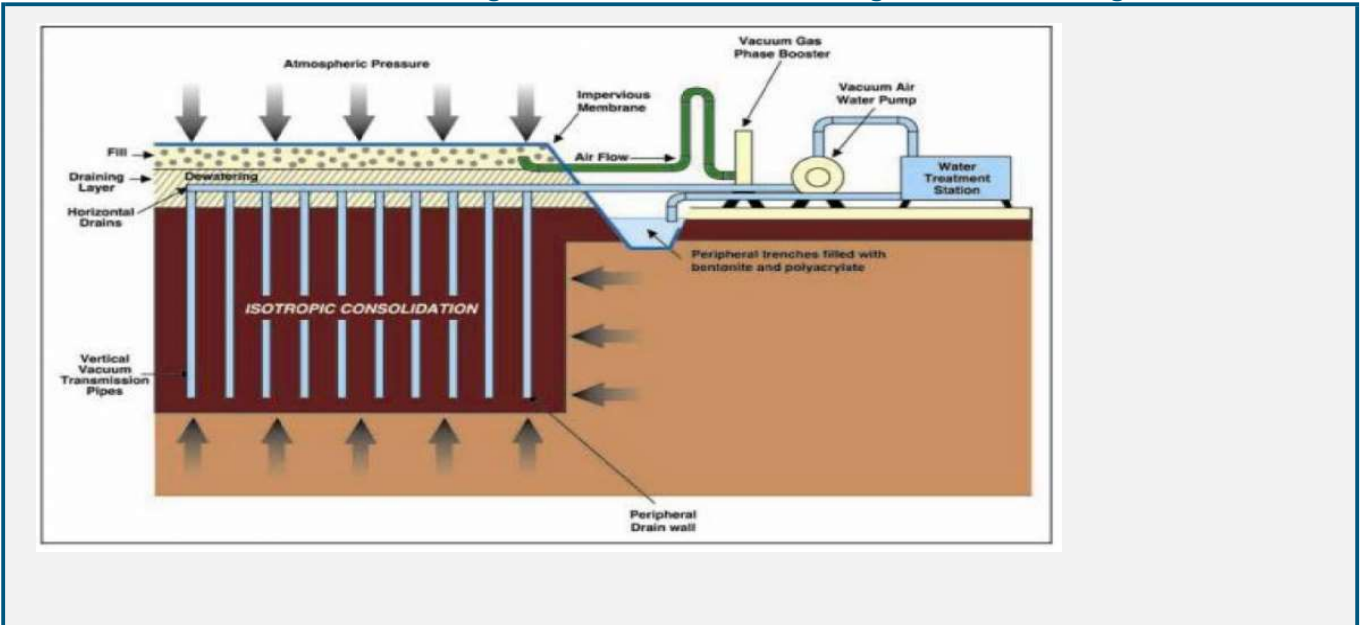
Probabilistisch ontwerpen is een benadering van het technisch ontwerpen waarbij expliciet rekening wordt gehouden met risico's en onzekerheden.. De technische innovaties zijn opgesplitst in dijkbekleding, hoogte en stabiliteit. Het is ook mogelijk deze drie onderwerpen te verenigen en een volledig probabilistisch ontwerp te maken van de dijk. Bij de start van het Wettelijk Beoordeling Instrumentarium en Ontwerp Instrumentarium had men voorogen om instrumentaria te ontwikkelen die de dijk volledig probabilistisch zou kunnen beoordelen en ontwerpen. Hiervoor is Hydra-Ring ontwikkeld door Deltares in opdracht van Rijkswaterstaat.

Conclusie

Relevantie Verkenningfase IJsselmeerdijken	3	Ontwikkelingen gaan hard, rekenmethodes lijken voor deze dijk (zware HR) geschikt
---	---	---

Invoel op faalmechanismen	Score	Opmerking
Bekleding	4	Reducering onzekerheid voor een robuuster ontwerp
Hoogte	4	Reducering onzekerheid voor een robuuster ontwerp
Stabiliteit	3	n.v.t.

Afwegingscriteria	Score	Opmerkingen
1.1 Effectiviteit waterveiligheid	4	Probabilistisch ontwerpen is een benadering van het technisch ontwerpen waarbij expliciet rekening wordt gehouden met risico's en onzekerheden.
1.1 Efficiëntie ontwerp/uitvoeringsproces	4	Men krijgt een gefundeerd inzicht in de risico's waardoor onzekerheden in het ontwerp worden verkleind
1.2 Haalbaarheid/ onderzoek nodig	4	Methode nog niet helemaal uitontwikkeld, wel in een eindstadium
1.3 Uitbreidbaarheid	3	n.v.t.
2.1 Beheerbaarheid	3	n.v.t.
3.1 Circulariteit	3	n.v.t.
3.2 Biodiversiteit	3	n.v.t.
3.3 Milieu-impact en broeikas-effect	4	Scherp ontwerpen, reduceert omvang dijkversterking en daarmee CO2
4.1 Investeringskosten	4	Scherp ontwerpen, reduceert kosten
4.2 Levensduurkosten	3	n.v.t.
5.1 Bijdrage ecologische verbetering	3	n.v.t.
5.2 Inpasbaarheid en ruimtelijke kwaliteit	3	n.v.t.



(POV macrostabiliteit,2017)

Omschrijving

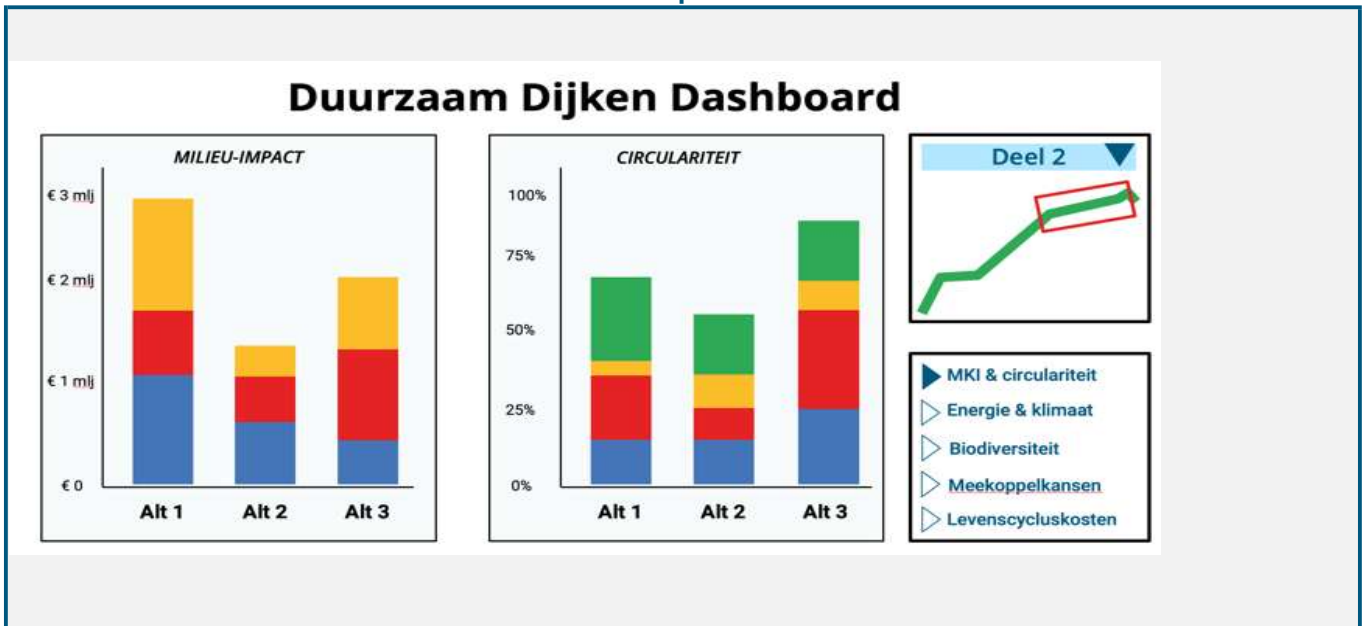
Vacuümconsolidatie is een techniek om de stabiliteit van de dijk te verbeteren. Water wordt uit de grond weggepompt waardoor zetting versnelt en laterale deformatie beperkt.

Conclusie

Relevantie Verkenningfase IJsselmeerdijken	2	Keuze voor PU-fase
--	---	--------------------

Invoel op faalmechanismen	Score	Opmerking
Bekleding	3	n.v.t.
Hoogte	3	n.v.t.
Stabiliteit	5	Verbeteren van stabiliteit van de dijk

Afwegingscriteria	Score	Opmerkingen
1.1 Effectiviteit waterveiligheid	4	Draagt bij aan de macrostabiliteit
1.1 Efficiëntie ontwerp/uitvoeringsproces	2	Vereist nieuwe ontwerp methodes en uitvoerings processen.
1.2 Haalbaarheid/ onderzoek nodig	5	Innovatie is al eens uitgevoerd.
1.3 Uitbreidbaarheid	2	Moeilijk uitbreidbaar door het drain systeem.
2.1 Beheerbaarheid	3	n.v.t.
3.1 Circulariteit	3	Dijkgrond kan worden hergebruikt.
3.2 Biodiversiteit	3	n.v.t.
3.3 Milieu-impact en broeikas effect	3	n.v.t.
4.1 Investeringskosten	2	Hoge investeringskosten
4.2 Levensduurkosten	4	Als de dijk er eenmaal ligt weinig onderhoudskosten
5.1 Bijdrage ecologische verbetering	3	n.v.t.
5.2 Inpasbaarheid en ruimtelijke kwaliteit	3	n.v.t.



Omschrijving

LivenseCSO heeft de Circulaire Peiler ontwikkeld. De Circulaire Peiler is een tool om inzicht te krijgen, waar in het project de kansen liggen om het project circulair te maken. De tool is gebaseerd op de circulaire ontwerpprincipes van Rijkswaterstaat, zie Figuur 2. De tool stimuleert om aan de start van de verkenningfase een ambitie te stellen gebaseerd op de 8 principes. In de verkenningfase kan periodiek getoetst worden aan de hand van een soort van waterstandsmeter, de "peiler" hoe het project ervoor staat en of er kansen blijven liggen. De "peiler" geeft een scoringswaarde weer aan de hand van een 20 tal vragen. De score is een makkelijk communicatie middel en thermometer voor het projectteam naar buiten toe. De tool is zo gemaakt dat in een korte tijd inzicht wordt gekregen in waar de kansen liggen. Zodat op basis hiervan de strategie voor het vervolg kan worden bepaald. De Circulaire Peiler is nog enkel in de verkenningfase van de Grebbedijk gebruikt en zoekt andere proefprojecten om de tool verder te

Conclusie

Relevantie Verkenningfase IJsselmeerdijken	3	Innovatie past bij duurzaamheidsambitie
--	---	---


Involed op faalmechanismen	Score	Opmerking
Bekleding	3	n.v.t.
Hoogte	3	n.v.t.
Stabiliteit	3	n.v.t.

Afwegingscriteria	Score	Opmerkingen
1.1 Effectiviteit waterveiligheid	3	n.v.t.
1.1 Efficiëntie ontwerp/uitvoeringsproces	4	Vergemakkelijkt het hergebruik van materialen
1.2 Haalbaarheid/ onderzoek nodig	4	Geen onderzoek nodig, principe al vergenoeg uitgewerkt
1.3 Uitbreidbaarheid	4	Draagt bij wanneer de dijk moet worden uitgebreid, en er nieuwe duurzame oplossingen gezocht moeten worden
2.1 Beheerbaarheid	3	n.v.t.
3.1 Circulariteit	5	Inzichtelijk maken van hergebruik materialen
3.2 Biodiversiteit	3	n.v.t.
3.3 Milieu-impact en broeikaseffect	3	n.v.t.
4.1 Investeringskosten	3	Weinig extra kosten
4.2 Levensduurkosten	3	n.v.t.
5.1 Bijdrage ecologische verbetering	3	n.v.t.
5.2 Inpasbaarheid en ruimtelijke kwaliteit	3	n.v.t.

Familie
Duurzaamheid

Nummer
C.2

Naam
Toepassen materialen paspoort

Circulaire categorie	Beschrijving	Bouwelement	Voorbeeld	Restwaarde indicatie	
 Herbruikbaar (reuse)	Modulaire bouwelementen	Producten	Staalkolom	€€€€	
 Herstelbaar (refurbish)	Losmaakbaar Opknappen	Producten	Kozijn	€€€	
 Hernieuwbaar (recycle)	Energie toevoegen	Materialen	Betonvloer	€€	
 Hernieuwbaar (recycle)	Energie toevoegen Materiaal toevoegen	Grondstoffen	Kunststof Leiding	€	
Einde levensduur	 Energieherstel; verbranden	Afval	Restmateriaal	Teer restanten	€€
	 Storten	Afval	Restmateriaal	Asbest	€€€€

Omschrijving

Voor de realisatie van de dijkversterking zijn nieuwe materialen benodigd. Om hergebruik zo makkelijk mogelijk te maken kan een materiaalpaspoort uitkomst bieden.

Het Materialenpaspoort haalt materialen uit de anonimiteit. Hiermee worden de bouwmaterialen gedurende de levensduur van een gebouw geregistreerd op basis van onder andere financiële waarde, levensduur en kwaliteit. Het Materialenpaspoort wordt opgesteld met zoveel mogelijk grondstoffen die 100% recyclebaar zijn en dus opnieuw als grondstof gebruikt kunnen worden.

Als je grondstoffen wilt herinzetten in de kringloop, dan lukt dat alleen als deze grondstoffen herkenbaar zijn in de producten waarin ze verwerkt zijn.

Conclusie

Relevantie Verkenningfase IJsselmeerdijken	3	Innovatie past bij duurzaamheidsambitie
---	---	---

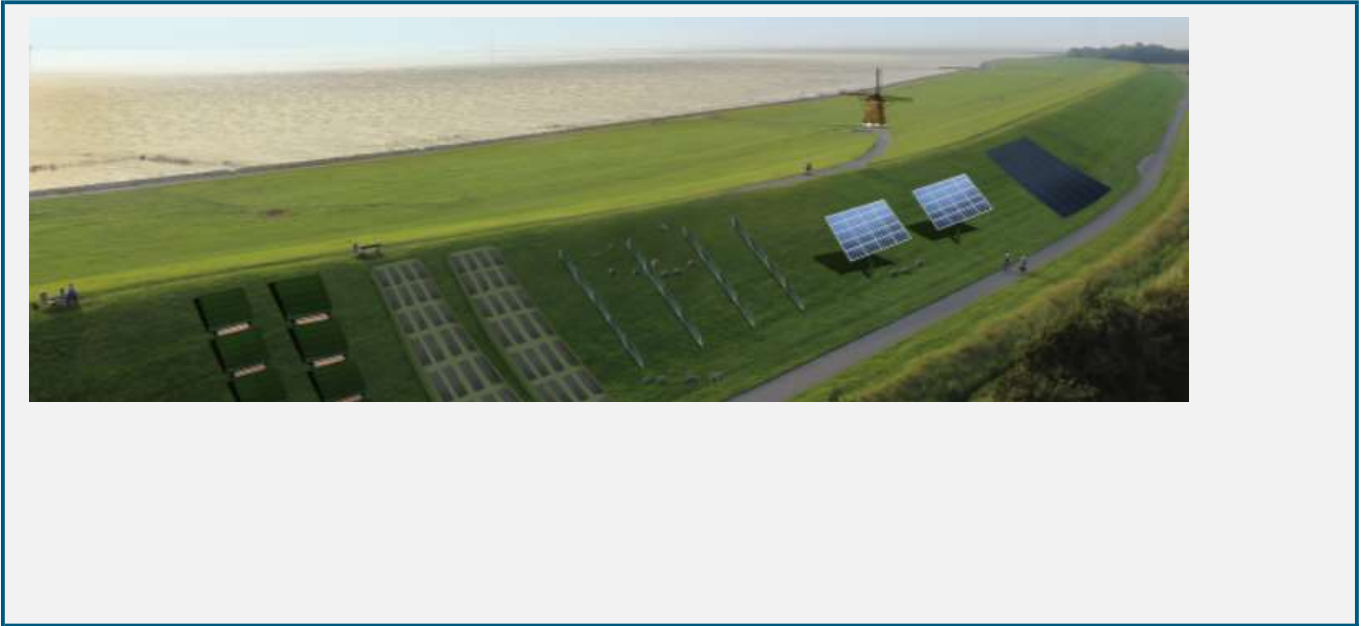
Invoel op faalmechanismen	Score	Opmerking
Bekleding	3	n.v.t.
Hoogte	3	n.v.t.
Stabiliteit	3	n.v.t.

Afwegingscriteria	Score	Opmerkingen
1.1 Effectiviteit waterveiligheid	3	n.v.t.
1.1 Efficiëntie ontwerp/uitvoeringsproces	4	Vergemakkelijkt het hergebruik van materialen
1.2 Haalbaarheid/ onderzoek nodig	4	Geen onderzoek nodig
1.3 Uitbreidbaarheid	4	Draagt bij wanneer de dijk moet worden uitgebreid
2.1 Beheerbaarheid	3	n.v.t.
3.1 Circulariteit	5	Inzichtelijk maken van hergebruik materialen
3.2 Biodiversiteit	3	n.v.t.
3.3 Milieu-impact en broeikas-effect	3	n.v.t.
4.1 Investeringskosten	3	Weinig extra kosten
4.2 Levensduurkosten	3	n.v.t.
5.1 Bijdrage ecologische verbetering	3	n.v.t.
5.2 Inpasbaarheid en ruimtelijke kwaliteit	3	n.v.t.

Familie
Duurzaamheid

Nummer
C.3

Naam
Duurzame energie opwekking op/achter de dijk



Omschrijving

In de energiestudie is het de bedoeling om de mogelijkheden voor duurzame energieopwekking nabij of op de waterkering mogelijk te maken. Hier zijn vele technische uitdagingen gemoeid, maar door te investeren in dit idee en mogelijk met Universiteiten en hogescholen na te denken over dit vraagstuk, kan mogelijk tot innovatieve oplossingen gekomen worden.

Zonnepanelen op of achter de dijk. Hier zijn nog grote bezwaren tegen vanuit het oogpunt van beheer en onderhoud. In pilot projecten wordt momenteel ook bij ons waterschap op de Knardijk onderzocht wat de invloed is van zonnepanelen op beheer en onderhoud en de sterkte van de graszone.

Conclusie

Relevantie Verkenningfase IJsselmeerdijken	3	Innovatie past bij duurzaamheidsambitie, partner/aanvullende financier nodig
---	---	--

Invloed op faalmechanismen	Score	Opmerking
Bekleding	3	n.v.t.
Hoogte	3	n.v.t.
Stabiliteit	3	n.v.t.

Afwegingscriteria	Score	Opmerkingen
1.1 Effectiviteit waterveiligheid	3	Bijdrage aan waterveiligheid klein tot zelfs negatief (eisen aan overslag)
1.1 Efficiëntie ontwerp/uitvoeringsproces	2	Brengt extra uitdagingen met zich mee boven op het versterken van de dijk
1.2 Haalbaarheid/ onderzoek nodig	4	Plaatsing van zonnepanelen op de zuidkant van de dijk is mogelijk. Zonnepanelen op het buiten talud wordt in een pilot getest
1.3 Uitbreidbaarheid	3	Verwijderen van zonnepanelen voor uitbreiding van de dijk vergt extra handelingen
2.1 Beheerbaarheid	2	Regelmatig onderhoud/schoonmaken van zonnepanelen is vereist
3.1 Circulariteit	3	Geen hergebruik van materialen
3.2 Biodiversiteit	3	n.v.t.
3.3 Milieu-impact en broeikaseffect	5	Draagt bij aan duurzame energie
4.1 Investeringskosten	2	Kosten boven op normale dijkversterking
4.2 Levensduurkosten	2	Onderhoudskosten komen boven op de gebruikelijke onderhoudskosten
5.1 Bijdrage ecologische verbetering	3	n.v.t.
5.2 Inpasbaarheid en ruimtelijke kwaliteit	3	Geen extra ruimte gebruik, wel effect op uitstraling dijk.

Familie
Duurzaamheid

Nummer
C.4

Naam
Pilot drijvende zonnepanelen/Waterschommel



Omschrijving

Een drijvend zonnepark dat zonneenergie kan opwekken, maar ook tegelijkertijd energie haalt uit de golven van het ijsmeer. De Waterschommel (ook wel aangeduid als de Archimedes Wave Swing) maakt gebruik van de golfdruk die onder de top hoger is dan onder het dal. Een mechaniek zet de op- en neergaande beweging van de onderdelen van een waterschommel om in een draaiende beweging. Een generator zet de beweging om in elektriciteit. Het vermogen is 2 megawatt.

Conclusie

Relevantie Verkenningfase IJsselmeerdijken	3	Innovatie past bij duurzaamheidsambitie, partner/aanvullende financier nodig
---	---	--

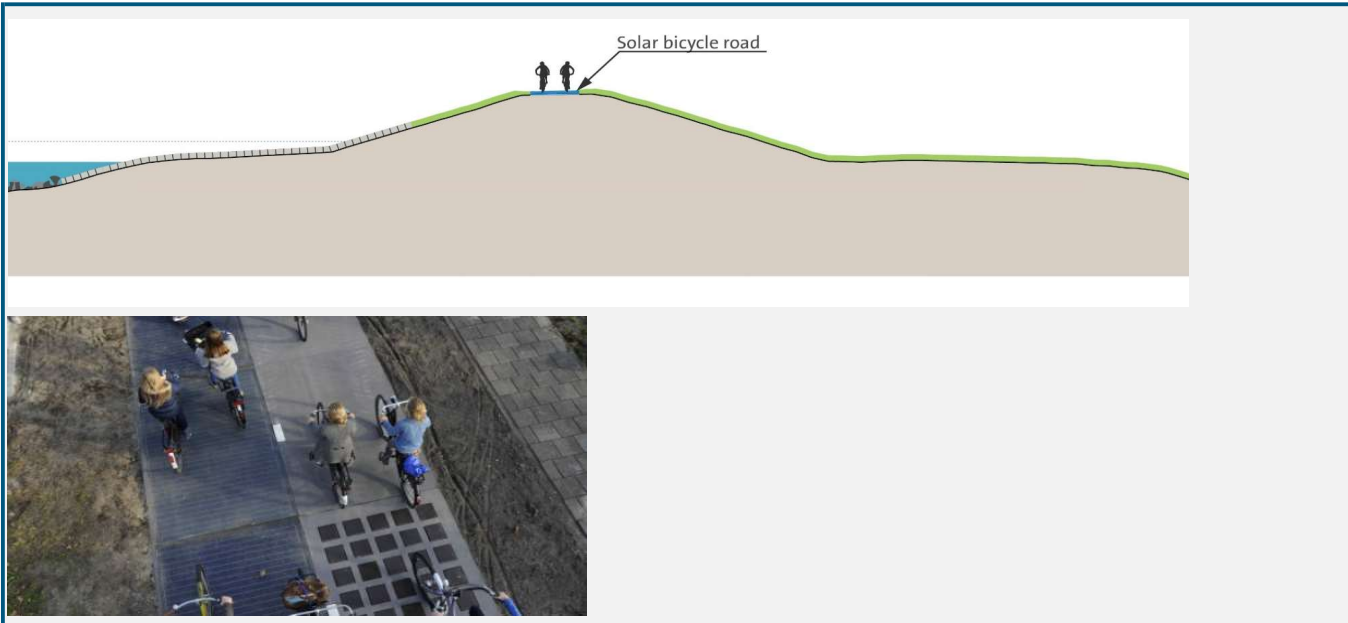
Invoel op faalmechanismen	Score	Opmerking
Bekleding	4	Relatief licht golfdemping
Hoogte	4	Relatief licht golfdemping
Stabiliteit	3	n.v.t.

Afwegingscriteria	Score	Opmerkingen
1.1 Effectiviteit waterveiligheid	4	Kan bijdragen aan een golfreductie wat de belasting op de dijk vermindert
1.1 Efficiëntie ontwerp/uitvoeringsproces	2	Deze innovatie staat los van de dijk en vraagt extra logistieke handelingen op water
1.2 Haalbaarheid/ onderzoek nodig	3	Drijvende zonnepanelen en golfenergie opwekkers worden nog uitvoerig getest
1.3 Uitbreidbaarheid	4	Er kunnen gemakkelijk extra zonnepanelen worden geplaatst
2.1 Beheerbaarheid	2	Vraagt extra onderhoud aan schoonmaak
3.1 Circulariteit	2	Geen hergebruik van materialen
3.2 Biodiversiteit	2	Onbekende invloed van schaduw effect op flora en fauna/schoonmaak middelen/ corrosie
3.3 Milieu-impact en broeikas effect	5	Draagt bij aan duurzame energie
4.1 Investeringskosten	2	Investeringskosten boven op de dijkversterking
4.2 Levensduurkosten	2	Regelmatig onderhoud zorgt voor hogere kosten
5.1 Bijdrage ecologische verbetering	3	n.v.t.
5.2 Inpasbaarheid en ruimtelijke kwaliteit	3	Loze ruimte op het IJsselmeer wordt gebruikt, echter is dit wel natura 200 gebied

Familie
Duurzaamheid

Nummer
C.5

Naam
Solar road



Omschrijving

Een fietspad of weg, dat bestaat uit zonnepanelen en bijdraagt aan de duurzame energie opbrengst. Dit zou op de kruin/berm kunnen worden geplaatst

Conclusie

Relevantie Verkenningfase IJsselmeerdijken	2	Innovatie kan worden ingepast in PU-fase
--	---	--

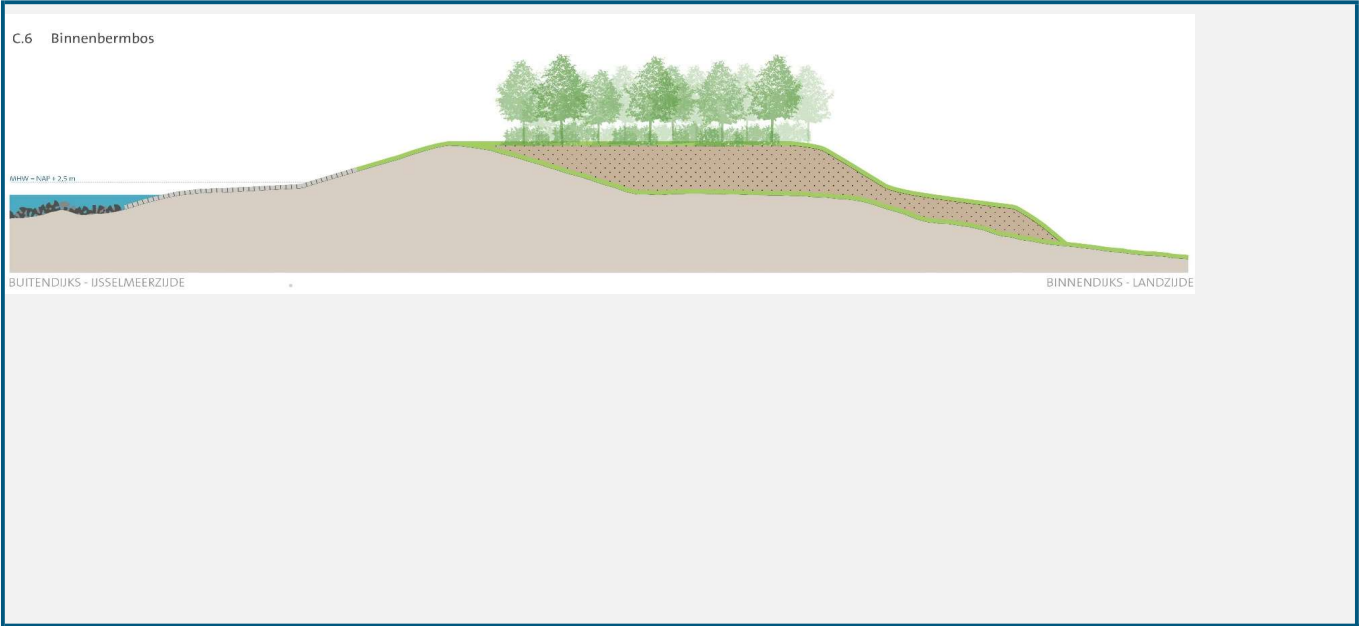
Invoel op faalmechanismen	Score	Opmerking
Bekleding	3	n.v.t.
Hoogte	3	n.v.t.
Stabiliteit	3	n.v.t.

Afwegingscriteria	Score	Opmerkingen
1.1 Effectiviteit waterveiligheid	3	n.v.t.
1.1 Efficiëntie ontwerp/uitvoeringsproces	2	Er komt meer bij kijken dan een gebruikelijk fietspad op een dijk, door de extra bekabeling
1.2 Haalbaarheid/ onderzoek nodig	4	Innovatie wordt al toegepast binnen stedelijk gebied. Toepassing op een dijk lijkt haalbaar
1.3 Uitbreidbaarheid	4	Zonnepanelen zijn eenvoudig weg te halen waardoor uitbreiding mogelijk is
2.1 Beheerbaarheid	2	Omdat men met extra elektriciteitsbekabeling zit brengt dit extra onderhoud met zich mee
3.1 Circulariteit	2	Geen hergebruik van materialen
3.2 Biodiversiteit	3	n.v.t.
3.3 Milieu-impact en broeikas-effect	5	Draagt bij aan duurzame energie, waardoor er minder broeikasgassen worden uitgestoten
4.1 Investeringskosten	2	Hogere investeringskosten dan een gebruikelijk pad
4.2 Levensduurkosten	2	Extra onderhoud aan elektriciteit netwerk
5.1 Bijdrage ecologische verbetering	3	n.v.t.
5.2 Inpasbaarheid en ruimtelijke kwaliteit	4	Geen betrekking op extra ruimte

Familie
Duurzaamheid

Nummer
C.6

Naam
Binnenbermbos



Omschrijving

Bij Het verwezelijken van een binnenberm bos, wordt er gedacht aan een verbrede dijk zoals de klimaat dijk. Waarbij de wortels geen invloed zullen hebben op de stabiliteit van de dijk.

Conclusie

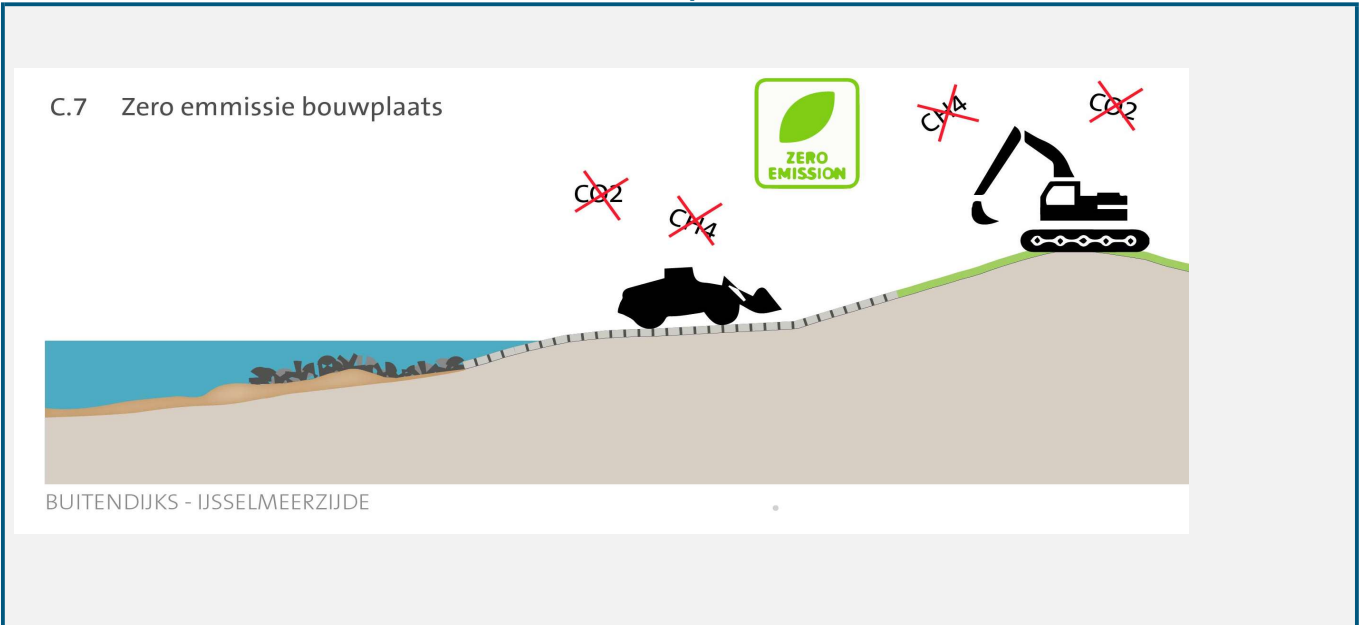
Relevantie Verkenningfase
Ijsselmeerdijken

1

Innovatie lijkt niet haalbaar/wenselijk op deze locatie

Invoel op faalmechanismen	Score	Opmerking
Bekleding	3	n.v.t.
Hoogte	3	n.v.t.
Stabiliteit	4	n.v.t.

Afwegingscriteria	Score	Opmerkingen
1.1 Effectiviteit waterveiligheid	3	Aanleg van bos op brede binnenberm niet effectief
1.1 Efficiëntie ontwerp/uitvoeringsproces	2	Extra ontwerpogave en extra ruimte nodig voor dijk
1.2 Haalbaarheid/ onderzoek nodig	2	Afhankelijk hoe dik de kleilaag en of er een brede dijk (klimaat dijk wordt gebouwd). Op voorhand niet heel haalbaar
1.3 Uitbreidbaarheid	3	Uitbreidbaarheid is lastig, omdat de bomen dan weer eerst weggehaald moeten worden
2.1 Beheerbaarheid	2	Groter dijkareaal, dus meer onderhoud
3.1 Circulariteit	3	Grote dijk (negatief) wel natuurlijke materialen (positief)
3.2 Biodiversiteit	4	Draagt bij aan de biodiversiteit en flora en fauna
3.3 Milieu-impact en broeikaseffect	3	Veel materiaalgebruik (negatief). Aanplant bomen (positief)
4.1 Investeringskosten	1	Veel grond en bomen maakt deze innovatie duur
4.2 Levensduurkosten	4	Gering onderhoud
5.1 Bijdrage ecologische verbetering	4	Door extra toevoeging van natuur is er een sterke ecologische verbetering
5.2 Inpasbaarheid en ruimtelijke kwaliteit	4	Er is geen extra grond nodig en draagt bij aan natuurlijk uitstraling



Omschrijving
Tijdens het bouwen van de dijk, moet er naar een oplossing worden gezocht zonder broeikasgassen. Hierbij moet men denken aan elektrisch bouwen. En Emissie loze materialen. Dit is meer een innovatie voor de plan uitwerkingsfase

Conclusie		
Relevantie Verkenningfase IJsselmeerdijken	2	Innovatie kan worden ingepast in PU-fase

Invloed op faalmechanismen	Score	Opmerking
Bekleding	3	n.v.t.
Hoogte	3	n.v.t.
Stabiliteit	3	n.v.t.

Afwegingscriteria	Score	Opmerkingen
1.1 Effectiviteit waterveiligheid	3	n.v.t.
1.1 Efficiëntie ontwerp/uitvoeringsproces	2	Kan negatief effect hebben op het uitvoeringsproces door extra handelingen en of methodes toe te moeten passen
1.2 Haalbaarheid/ onderzoek nodig	3	Dit is iets waar al in de verkenningfase rekening gehouden moet worden en onderzocht of dit haalbaar is.
1.3 Uitbreidbaarheid	3	Erg afhankelijk van het ontwerp die er gaat komen
2.1 Beheerbaarheid	3	n.v.t.
3.1 Circulariteit	3	n.v.t.
3.2 Biodiversiteit	3	n.v.t.
3.3 Milieu-impact en broeikas-effect	5	Reductie van broeikasgassen en milieu-impact
4.1 Investeringskosten	2	Bij dit proces komen extra kosten kijken, omdat er andere methodes moeten worden gebruikt
4.2 Levensduurkosten	3	n.v.t.
5.1 Bijdrage ecologische verbetering	3	Geen verbetering of verslechting
5.2 Inpasbaarheid en ruimtelijke kwaliteit	3	n.v.t.