

Rapport

Projectnummer: 353490

Referentienummer: SWNL0220665

Datum: 08-02-2018

Dijkversterking Marken

Variantenstudie Zuidkade

Definitief

Verantwoording

Titel	Dijkversterking Marken
Subtitel	Variantenstudie Zuidkade
Projectnummer	353490
Referentienummer	SWNL0220665
Revisie	Definitief
Datum	08-02-2018
Auteur(s)	Erik Kwast, Jantine van Veldhuizen
E-mailadres	erik.kwast@sweco.nl , jantine.vanveldhuizen@sweco.nl
Gecontroleerd door	Robert Jan Jonker, Werner Halter
Paraaf gecontroleerd	 
Goedgekeurd door	Nico van der Schuit
Paraaf goedgekeurd	

Inhoudsopgave

1	Inleiding	4
1.1	Aanleiding variantenstudie	4
1.2	Scope en doel variantenstudie	5
2	Analyse en beoordeling varianten	7
2.1	Toelichting op de beoordeling	7
2.2	Toelichting varianten.....	8
2.3	Ruimtelijke kwaliteit	15
2.4	Archeologie	16
2.5	Cultuurhistorie	18
2.6	Ruimtegebruik	19
2.7	Natuur	20
2.8	Bodem.....	21
2.9	Uitvoerbaarheid	22
2.10	Beheer en onderhoud	24
2.11	LCC-kostenraming.....	25
2.12	Duurzaamheid	26
2.13	Samenvatting beoordeling	27
3	Conclusies en aanbevelingen	29
	Bijlage 1 – Literatuurlijst.....	30
	Bijlage 2 – Verslag 3^e en 4^e strategische sessie - Variantenstudie.....	31
	Bijlage 3 – Trade-off-matrix variantenstudie Zuidkade	32
	Bijlage 4 – Onderbouwing kostenraming (is separaat verstrekt).....	33

1 Inleiding

1.1 Aanleiding variantenstudie

De verkenningfase heeft zich gericht op het uitwerken van oplossingen door middel van dijkversterking. De centrale ambitie in deze fase was het vinden van oplossingen die passen bij de fysieke kenmerken (dijken op veen; veel zettingsproblematiek) en de ruimtelijke omgeving (cultuurhistorie; beschermd dorpsgezicht) van Marken. Daarom is in de fase voor een verkenning relatief veel aandacht besteed aan het ontwikkelen van uitvoeringsmethoden die rekening houden met de zettingsgevoeligheid van de ondergrond. Daarnaast heeft de ruimtelijke kwaliteit bijzondere aandacht gekregen door het opstellen van een specifiek Kader Ruimtelijke Kwaliteit, naast een meer generiek beoordelingskader.

Vanuit de m.e.r.-commissie [2] is onderstaand advies uitgebracht naar aanleiding van de rapportage uit de verkenningfase.

3. Aandachtspunten project-MER

Onderstaande onderwerpen vragen naar de mening van de Commissie expliciet aandacht in het nog op te stellen project-MER bij de ontwikkeling van alternatieven en in de effectbeschrijving.

3.1 Alternatieven

Technische mogelijkheden om de stabiliteit van de kade te verbeteren zoals mixed-in-place oplossingen, dijkvernageling en dijkdeuvels en de toepassing van damwanden hebben in de MIRT verkenning geen zichtbare aandacht gekregen. Besteed in het project-MER hier wel expliciet aandacht aan. Zoals de mogelijkheden voor toepassen van damwanden in combinatie met grondoplossingen, waardoor taluds mogelijk steiler kunnen worden opgezet, wat de gewenste kleinschaligheid van de kade ten goed komt en minder ruimtebeslag vraagt.

Voor de Lang Cyclische Versterking(LCV) zijn in de MIRT Rapportage Alternatieven alleen buitenwaartse varianten uitgewerkt. De Commissie adviseert mede met het oog op het permanente ruimtebeslag op Natura 2000 gebieden ook varianten met minder buitenwaartse versterking uit te werken. Voorbeelden daarvan zijn combinaties van meer wateroverslag met andere vormen van grondverbetering al dan niet in samenhang met onder het maaiveld afgewerkte damwanden.

In de Rapportage Alternatieven worden het vervangen van zettingsgevoelige lagen en grondverbetering als opties beschreven om zettingen te beheersen. Het potentieel grote negatieve effect van zetting beperkende maatregelen vraagt om een verkenning in het project-MER van de mogelijkheden van grondverbetering om zetting te voorkomen.

In deze variantenstudie, onderdeel van de planfase, wordt expliciet aandacht gegeven aan integrale afweging van constructieve oplossingen zoals mixed-in-place, dijkvernageling, dijkdeuvels en damwand met grondconstructie, waarvoor een minder groot ruimtebeslag geldt dan de ruimtelijke oplossingen (grondconstructies) uit de verkenningfase. De alternatieven worden afgewogen ten opzichte van de voorkeursvariant vanuit de verkenningfase met het minste ruimtebeslag zijnde de grondconstructie zonder

grondverbetering (LCV2¹). In vergelijking met deze voorkeursvariant is onderzocht in hoeverre nadere optimalisatie van het ruimtebeslag kan plaatsvinden door toepassing van constructieve oplossingen.

In hoofdlijnen is voor de integrale afweging (technische en ruimtelijke aspecten) uitgegaan van dezelfde thema's en criteria die in de verkenningsfase zijn gehanteerd, maar zijn met name de onderscheidende items nader beoordeeld. Dit wordt nader toegelicht in hoofdstuk 2.

1.2 Scope en doel variantenstudie

De variantenstudie is verricht voor de Zuidkade gezien de relatief grote versterkingsopgave (hoogte, stabiliteit en bekleding) met bijbehorend ruimtebeslag. Op basis van eerdere afwegingen en afspraken wordt alleen buitenwaartse dijkversterking beschouwd, geen binnenwaartse of vierkante versterking. De uitwerking van de Specials (Rozewerf en verbindingen) is afhankelijk van de keuze van de voorkeursvarianten voor de Zuidkade en kan daarna worden uitgewerkt. Voor de Westkade is ter onderbouwing van de keuze van de voorkeursvariant buitenwaarts met een grondconstructie (Compact) een separate notitie (Quickscan variantenstudie Westkade) opgesteld.

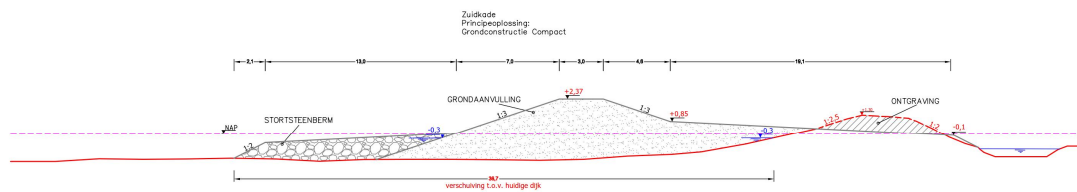
Vanuit de verkenningsfase zijn twee voorkeursvarianten bepaald betreffende een grondconstructie zonder grondverbetering (LCV2¹) en grondconstructie met grondverbetering (LCV1²). Als gevolg van de nieuwe ongedraineerde berekeningswijze (OI2014v4/WBI2017) in de planuitwerkingsfase zijn de dimensies toegenomen. De grondconstructie zonder grondverbetering (Compact, zie figuur 1.1) is op circa 37 m uit de teen van de bestaande dijk (buitenwaartse verplaatsing) gelegen en de grondconstructie met grondverbetering (Zandcunet, zie figuur 1.2) op circa 48 m uit de teen van de bestaande dijk. Opgemerkt wordt dat de gepresenteerde afmetingen in figuur 1.1 en 1.2 de dimensies betreffen na optimalisatie.

Bij het ontwikkelen van deze varianten is in grote mate rekening gehouden met het Kader Ruimtelijke Kwaliteit en de daarin geschetste gewenste vorm voor een dijk om Marken. Mede om die reden zijn de taluds vanaf de kruin 1:3, om een zo goed mogelijk beeld van een compacte dijk te houden.

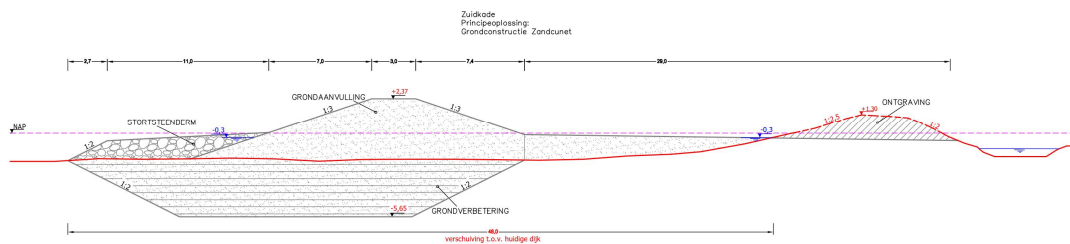
In deze variantenstudie is nader gekeken naar optimalisatie van het ruimtebeslag van de dijkversterking met constructieve oplossingen in vergelijking met de voorkeursvariant Compact (referentievariant).

¹ Vanaf nu genoemd: de variant Compact

² Vanaf nu genoemd: de variant Zandcunet



Figuur 1.1: Voorkeursvariant Compact (referentievariant)



Figuur 1.2: Voorkeursvariant Zandcunet

De beschouwing van de constructieve varianten wordt met name ingegeven vanuit het beperken van het ruimtebeslag in vergelijking met een volledige grondconstructie. Dan is het met name interessant om te beoordelen in hoeverre de constructieve varianten een minder groot ruimtebeslag opleveren in vergelijking met de grondconstructie met het minste ruimtebeslag, zijnde de variant Compact. Derhalve is voor deze variantenstudie nader gekeken naar optimalisatie van het ruimtebeslag van de dijkversterking met constructieve oplossingen in vergelijking met de voorkeursvariant Compact (referentievariant). De variant Zandcunet levert een groter ruimtebeslag op dan de variant Compact, omdat de stabiliteit van de bestaande dijk bij het graven van het cunet tijdens uitvoering gewaarborgd moet blijven. Hiermee is in het ontwerp een veiligheidszone opgenomen die een groter ruimtebeslag oplevert. Opgemerkt wordt dat de effectbeoordeling van zowel de variant Compact als Zandcunet in het project MER wordt opgenomen.

De afweging van de varianten vindt kwalitatief plaats op basis van expert judgement zonder onderbouwende berekeningen. De kwalitatieve beoordeling per item wordt daarbij vastgelegd overeenkomstig de rapportage uit de verkenningsfase.

De doelstelling van de variantenstudie is te komen tot herijking van de voorkeursvariant Compact, met expliciete integrale afweging van constructieve oplossingen met minder ruimtebeslag. Daarnaast wordt inzicht geboden in de kansrijkheid van de constructieve varianten voor de Zuidkade.

De dimensies van de constructieve varianten zijn globaal gebaseerd op ervaringen bij andere dijkversterkingsprojecten. Indien de constructieve varianten worden opgenomen in het ontwerp van de waterkering, dient verificatie van de dimensies nog plaats te vinden met onderbouwende berekeningen.

2 Analyse en beoordeling varianten

2.1 Toelichting op de beoordeling

De alternatieven zijn beoordeeld op een vooraf vastgesteld beoordelingskader conform de MIRT-rapportage in de verkenningsfase [1]. In dit kader is een breed scala aan thema's opgenomen, waaronder een toetsing op het doelbereik ten aanzien van waterveiligheid. De effecten zijn bepaald voor de basisalternatieven zoals deze zijn toegelicht in hoofdstuk 5 van de MIRT-rapportage [1].

In de MIRT-verkenning is een breed beoordelingskader gehanteerd. Dit kader omvat deels een toetsing aan doelstellingen (onder meer waterveiligheid, ruimtelijke kwaliteit, kosten, kansen voor meekoppelen van andere functies) en deels een toetsing op basis van effecten (onder meer hinder en milieueffecten). De beoordeling vindt plaats op basis van een 7-punts +/- schaal met de volgende betekenis:

- ++ groot positief effect
- + positief effect, voldoet aan beleidsdoelstelling
- 0/+ beperkt positief effect
- 0 (vrijwel) geen effect
- 0/- beperkt negatief effect
- - negatief effect, voldoet niet aan beleidsdoelstelling
- -- groot negatief effect

De beoordeling in een verkenning is op veel thema's kwalitatief en op basis van expert judgement. De betrokken experts bij de variantenstudie zijn: Milan Hinborch (Fugro), Werner Halter (Fugro), Thomas van der Linden (Sweco), Jantine van Veldhuizen (Sweco), Robert Jan Jonker (Sweco) en Erik Kwast (Sweco). De beoordeling is een relatieve vergelijking tussen de verschillende varianten. Dit met uitzondering van de LCC-kostenraming waarvoor de investerings-, levensduur- en projectkosten kwantitatief zijn vermeld.

We maken onderscheid tussen effecten in de aanlegfase en effecten na realisatie, en tevens in tijdelijke (zoals overlast tijdens de aanleg) en permanente (zoals ruimtebeslag) effecten.

Tijdens de strategische sessie (zie verslag in bijlage 2) zijn de thema's met criteria nader beoordeeld in hoeverre deze onderscheidend zijn voor de afweging van de varianten. De thema's waarbij effecten binnendijs zijn beoordeeld, die niet meer van toepassing zijn omdat de dijk buitendijs versterkt wordt, worden hier niet in de beoordeling meegenomen. Het gaat dan bijvoorbeeld over effecten op de landbouw en woningbouw. De overige thema's en criteria worden vervolgens behandeld. Het thema duurzaamheid is toegevoegd vanwege de beleidsmatige relevantie van dit thema.

Opgemerkt wordt dat de risico's zoals besproken tijdens de strategische sessie uiteindelijk niet zijn opgenomen als aanvullend beoordelingsaspect, maar impliciet zijn meegenomen bij de beoordeling van het criterium bewezen techniek zijnde het risico op verlenging van doorlooptijd voor ontwerp en toetsing bij toepassing van nieuwe technieken.

2.2 Toelichting varianten

Hier volgt een korte toelichting per geselecteerde variant.

De geselecteerde varianten betreffen:

1. Compact (grondconstructie zonder grondverbetering) - referentievariant
2. Damwand (onverankerde damwand met grondconstructie - type II constructie)
3. Dijkvernageling
4. Dijkdeuvels
5. Mixed-in-place (MIP)
6. Zand-/grindkolommen (grondverbetering)
7. Massastabilisatie (grondverbetering)
8. Zand-/grindkolommen (stabilisatie)

In algemene zin zijn de zelfstandig kerende constructies (type I) verankerde damwand, palenwand, kistdam en diepwand afgevalen op basis van de extra kosten ten opzichte van de geselecteerde variant onverankerde stalen damwand met grondconstructie (type II). Opgemerkt wordt dat de zelfstandig kerende constructies (type I) niet leiden tot een andere integrale beoordeling, behalve de LCC-kostenraming, dan de nu meegenomen onverankerde stalen damwand (type II) in het kader van deze variantenstudie.

Voor de constructieve varianten 2 t/m 8 met beperkter ruimtebeslag is een helling van 1:2 aangehouden voor het binnenwaartse talud. Een steilere helling voor het binnenwaartse talud wordt zonder aanvullende maatregelen rekentechnisch niet haalbaar geacht. Hiervoor zijn aanvullende maatregelen benodigd zoals gewapende grond of vernageling wat leidt tot extra kosten. Daarnaast is vanuit onderhoud een steiler talud met grasbekleding ongewenst; bij een steiler talud zou dan een steenbekleding benodigd zijn. Voor de variantenstudie leidt dit niet tot andere inzichten, aangezien voor alle constructieve varianten het talud van 1:2 is aangehouden in combinatie met erosiewapening.

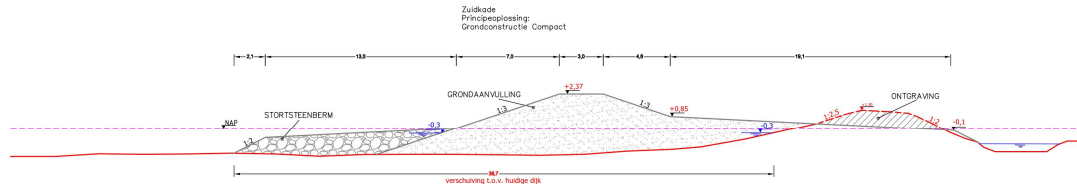
De oplossing van vacuümconsolidatie wordt vooralsnog voor dit project minder kansrijk geacht gezien de voorziene buitenwaartse dijkversterking. Voor vacuümconsolidatie dient in den droge te worden gewerkt, waarbij dan eerst tot boven de waterstand buitenwaarts ophoging moet plaatsvinden en maatregelen (tijdelijke kade) moeten worden getroffen om overstroming te voorkomen. Aangezien de eerste kritische fasen van het ophogen op slappe ondergrond dan zijn gepasseerd, is de meerwaarde (verkorte uitvoeringstijd en beperktere voorbelasting) van vacuümconsolidatie in deze situatie beperkt en daarom afgevalen als kansrijke variant.

Lichtgewicht ophoogmaterialen (EPS, Bims, e.d.) zijn voor zover bekend niet toegepast bij dijkversterkingen voor primaire waterkeringen en zijn in het kader van deze variantenstudie niet als kansrijke variant beschouwd, mede in verband met goedkeuring door HWPB en acceptatie door de toekomstige beheerder (HHNK). Andere overwegingen zijn hoge kosten van de lichte ophoogmaterialen in vergelijking met grondconstructies en minder duurzame oplossing dan grondconstructies.

1. Compact (grondconstructie zonder grondverbetering) - Referentievariant

Variant Compact betreft een grondconstructie uitgevoerd door middel van traditionele ophoging met toepassing van verticale drainage en overhoogte, zonder toepassing van een grondverbetering. Voor de uitvoeringstijd (ophoog- en zettingstijd) wordt uitgegaan van 2 jaar. De buitenwaartse verplaatsing ten opzichte van de bestaande dijk bedraagt circa 37 m. De nieuwe dijk bestaat uit een zandkern afgedekt met 1,0 m erosiebestendige klei, met een binnen- en buitenwaarts talud onder 1:3.

Om de stabiliteit binnenwaarts te waarborgen is een brede stabiliteitsberm binnenwaarts benodigd, deels in gebruik als onderhoudspad. De bestaande dijk wordt geheel afgegraven nadat de nieuwe dijk voldoende waterkerend is. Om golfploop te beperken en om de stabiliteit buitenwaarts te waarborgen is eveneens een brede steunberm buitenwaarts nodig.

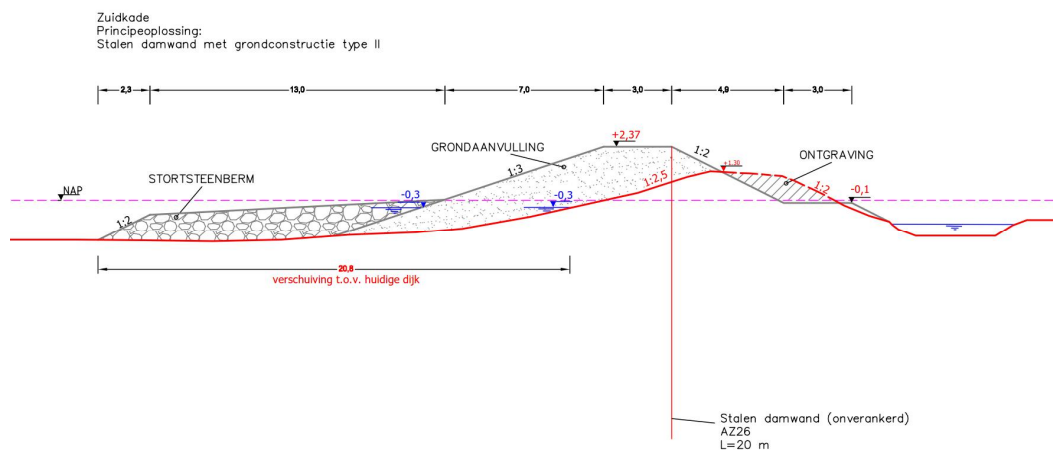


Figuur 2.1: Voorkeursvariant Compact (referentievariant)

2. Damwand (onverankerde damwand met grondconstructie)

Variant Damwand betreft een onverankerde stalen damwand met grondconstructie (type II) geplaatst in de kruin van het talud. De grondconstructie wordt uitgevoerd door middel van traditionele ophoging met toepassing van verticale drainage en overhoogte, zonder toepassing van een grondverbetering. Nadat de grondconstructie is aangebracht, wordt de damwand gerealiseerd. Voor de uitvoeringstijd (ophoog- en zettingstijd) wordt uitgegaan van 2 jaar, waarna nog een extra 0,5 jaar uitvoeringstijd benodigd is voor het aanbrengen van de damwand. Voorzien is om de damwand aan te brengen vanaf de nieuwe draagkrachtige kruin met toepassing van draglineschotten om de belasting van het zware materieel te spreiden.

De nieuwe dijk bestaat uit een zandkern afgedekt met 1,0 m erosiebestendige klei, met een buitenwaarts talud onder 1:3. Het binnenwaartse talud kan steiler onder 1:2 worden aangebracht gezien de aanwezigheid van de stalen damwand. Naar verwachting zijn aanvullende maatregelen nodig ter verhoging van de erosiebestendigheid van het binnentalud (bijvoorbeeld toepassing erosiemat). De bestaande dijk wordt deels afgegraven voor het realiseren van het onderhoudspad en maakt deel uit van de nieuwe waterkering. Om golfploop te beperken is een brede steunberm buitenwaarts voorzien. De buitenwaartse verplaatsing ten opzichte van de bestaande dijk bedraagt circa 21 m; 16 m minder ruimtebeslag dan bij de referentievariant.

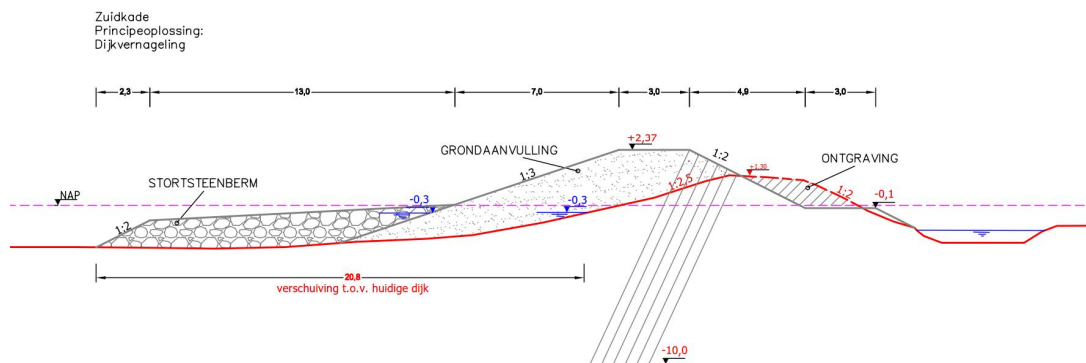


Figuur 2.2: Variant Damwand

3. Dijkvernageling

De grondconstructie wordt uitgevoerd door middel van traditionele ophoging met toepassing van verticale drainage en overhoogte, zonder toepassing van een grondverbetering. Nadat de grondconstructie is aangebracht, wordt de dijkvernageling gerealiseerd. Voor de uitvoeringstijd (ophoog- en zettingstijd) wordt uitgegaan van 2 jaar, waarna nog een extra 0,5 jaar uitvoeringstijd benodigd is voor het aanbrengen van de dijkvernageling. Voorzien is om de dijkvernageling aan te brengen vanaf de nieuwe draagkrachtige kruin met toepassing van draglineschotten om de belasting van het zware materieel te spreiden.

De dijknagels (grout-omhulde stalen of kunststof stangen) worden naar verwachting aangebracht tot in de diepe zandlaag vanaf het binnenwaartse talud. De nagels worden vlak onder maaiveld (talud) afgewerkt met een facing van geotextiel en kopplaat. Voor een uitgebreide beschrijving van deze innovatieve techniek wordt verwezen naar [3]. De nieuwe dijk bestaat uit een zandkern afgedekt met 1,0 m erosiebestendige klei, met een buitenwaarts talud onder 1:3. Het binnenwaartse talud kan steiler onder 1:2 worden aangebracht gezien de aanwezigheid van de nagels. Naar verwachting zijn aanvullende maatregelen benodigd ter verhoging van de erosiebestendigheid van het binnentalud (bijvoorbeeld toepassing erosiemat). De bestaande dijk wordt deels afgegraven voor het realiseren van het onderhoudspad en maakt deel uit van de nieuwe waterkering. Om golfoploop te beperken is een brede steunberm buitenwaarts voorzien. De buitenwaartse verplaatsing ten opzichte van de bestaande dijk bedraagt circa 21 m; 16 m minder ruimtebeslag dan bij de referentievariant.



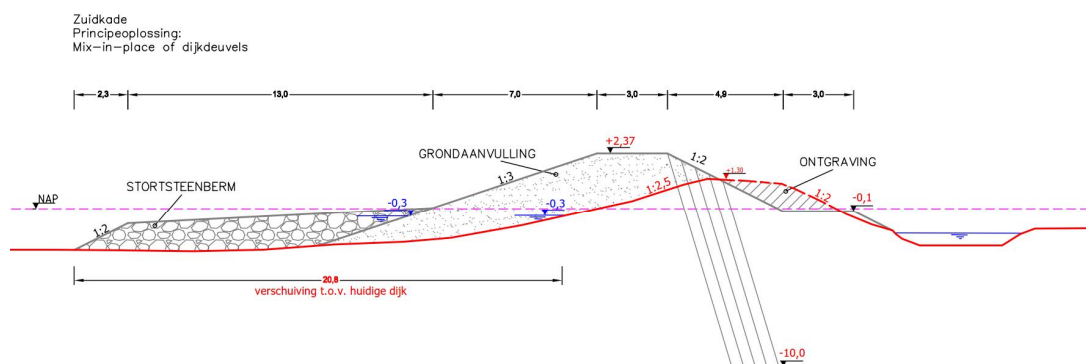
Figuur 2.3: Variant Dijkvernageling

4. Dijkdeuvels

De grondconstructie wordt uitgevoerd door middel van traditionele ophoging met toepassing van verticale drainage en overhoogte, zonder toepassing van een grondverbetering. Nadat de grondconstructie is aangebracht, worden de dijkdeuvels gerealiseerd. Voor de uitvoeringstijd (ophoog- en zettingstijd) wordt uitgegaan van 2 jaar, waarna nog een extra 0,5 jaar uitvoeringstijd benodigd is voor het aanbrengen van de dijkdeuvels. Voorzien is om de dijkdeuvels aan te brengen vanaf de nieuwe draagkrachtige kruin met toepassing van draglineschotten om de belasting van het zware materieel te spreiden.

De dijkdeuvels bestaan uit een stalen buis, voorzien van een groutomhulling. Opgemerkt wordt dat de toepassing van een omhullende kous (geotextiel) waarbij de kous wordt volgeperst met cement-bentoniet inmiddels niet meer wordt toegepast.

De dijkdeuvels worden aangebracht tot in de diepe zandlaag vanaf het binnenwaartse talud. Voor een uitgebreide beschrijving van deze innovatieve techniek wordt verwezen naar [3]. De nieuwe dijk bestaat uit een zandkern afgedekt met 1,0 m erosiebestendige klei, met een buitenwaarts talud onder 1:3. Het binnenwaartse talud kan steiler onder 1:2 worden aangebracht gezien de aanwezigheid van de deuvels. Naar verwachting zijn aanvullende maatregelen benodigd ter verhoging van de erosiebestendigheid van het binnentalud (bijvoorbeeld toepassing erosiemat). De bestaande dijk wordt deels afgegraven voor het realiseren van het onderhoudspad en maakt deel uit van de nieuwe waterkering. Om golfploop te beperken is een brede steunberm buitenwaarts voorzien. De buitenwaartse verplaatsing ten opzichte van de bestaande dijk bedraagt circa 21 m; 16 m minder ruimtebeslag dan bij de referentievariant.

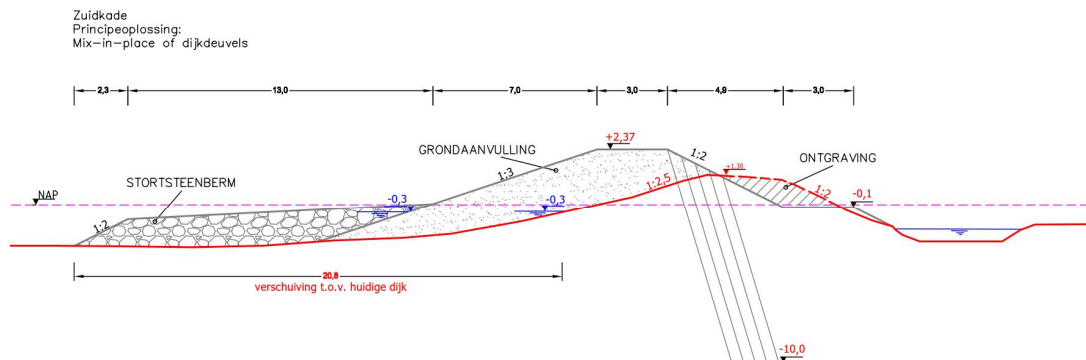


Figuur 2.4: Variant Dijkdeuvels

5. Mixed-in-place (MIP)

De grondconstructie wordt uitgevoerd door middel van traditionele ophoging met toepassing van verticale drainage en overhoogte, zonder toepassing van een grondverbetering. Nadat de grondconstructie is aangebracht, worden de MIP-kolommen gerealiseerd. Voor de uitvoeringstijd (ophoog- en zettingstijd) wordt uitgegaan van 2 jaar, waarna nog een extra 0,5 jaar uitvoeringstijd benodigd is voor het aanbrengen van de MIP-kolommen. Voorzien is om de MIP-kolommen aan te brengen vanaf de nieuwe draagkrachtige kruin met toepassing van draglineschotten om de belasting van het zware materieel te spreiden.

De MIP-kolommen (verstevigde grondkolommen) ontstaan door het mengen van de aanwezige grond met een bindmiddel (cement). De overlappende kolommen vormen samen een blok van gestabiliseerde grond. De MIP-kolommen worden aangebracht tot in de diepe zandlaag vanaf het binnenwaartse talud. Voor een uitgebreide beschrijving van deze innovatieve techniek wordt verwezen naar [3]. De nieuwe dijk bestaat uit een zandkern afgedekt met 1,0 m erosiebestendige klei, met een buitenwaarts talud onder 1:3. Het binnenwaartse talud kan steiler onder 1:2 worden aangebracht gezien de aanwezigheid van de MIP-kolommen. Naar verwachting zijn aanvullende maatregelen benodigd ter verhoging van de erosiebestendigheid van het binnentalud (bijvoorbeeld toepassing erosiemat). De bestaande dijk wordt deels afgegraven voor het realiseren van het onderhoudspad en maakt deel uit van de nieuwe waterkering. Om golfploop te beperken is een brede steunberm buitenwaarts voorzien. De buitenwaartse verplaatsing ten opzichte van de bestaande dijk bedraagt circa 21 m; 16 m minder ruimtebeslag dan bij de referentievariant.

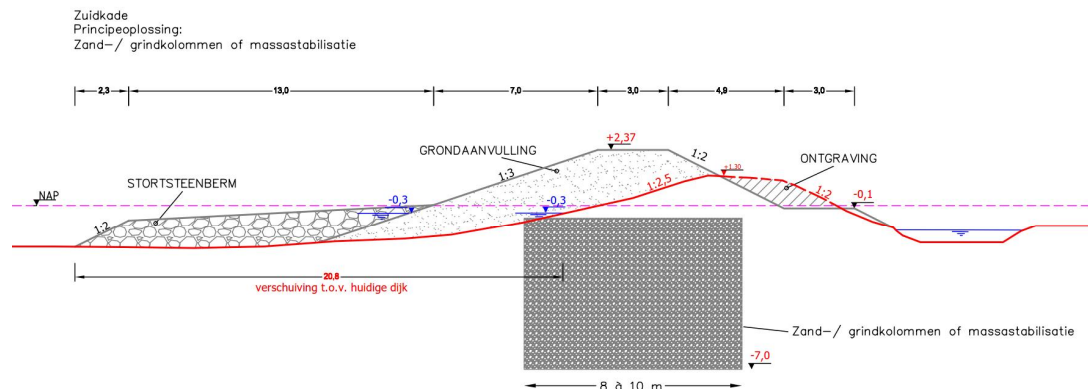


Figuur 2.5: Variant Mixed-in-place (MIP)

6. Zand-/grindkolommen (grondverbetering)

Na het aanbrengen van de eerste ophooglagen tot ongeveer de hoogte van de bestaande dijk, worden de zand-/grindkolommen (grondverbetering) aangebracht onder de kern van de nieuwe dijk. Voor de uitvoeringstijd (ophoog- en zettingstijd) wordt uitgegaan van 2 jaar, waarbij nog een extra 0,5 jaar uitvoeringstijd benodigd is voor het aanbrengen van de zand-/grindkolommen. Voorzien is om de zand-/grindkolommen aan te brengen vanaf de nieuwe draagkrachtige dijk met toepassing van draglineschotten om de belasting van het zware materieel te spreiden. Het betreft een zettingsreducerende (onder de kruin) en stabiliteitsverhogende oplossing. Eventueel zou de grondverbetering ook nog onder het buitenwaartse talud kunnen worden aangebracht ter beperking van de zettingen. Dit is echter uitvoeringstechnisch lastig (aanvullende maatregelen om de grondverbetering in den droge te kunnen aanbrengen).

De zand-/grindkolommen worden gerealiseerd door het inbrengen van een holle stalen hulpbuis met gesloten voet. Nadat de buis op diepte is getrild wordt een geotextiel in de buis aangebracht, gevuld met zand of grind en vervolgens wordt de buis getrokken. Toepassing van een geotextiel dient per situatie te worden afgewogen. De kolommen (diameter 0,8 m) worden op een onderlinge afstand van circa 2,0 m aangebracht. De kolommen worden aangebracht tot 1,0 m boven de diepe zandlaag, om geohydrologische kortsluiting (kwel) te voorkomen. Voor een uitgebreide beschrijving van deze techniek wordt verwezen naar [4]. Na aanbrengen van zand-/grindkolommen wordt de grondconstructie aangebracht door middel van traditionele ophoging, met toepassing van verticale drainage en overhoogte naast de grondverbetering. De nieuwe dijk bestaat uit een zandkern afgedekt met 1,0 m erosiebestendige klei, met een buitenwaarts talud onder 1:3. Het binnenwaartse talud kan steiler onder 1:2 worden aangebracht gezien de aanwezigheid van de grondverbetering. Naar verwachting zijn aanvullende maatregelen benodigd ter verhoging van de erosiebestendigheid van het binnentalud (bijvoorbeeld toepassing erosiemat). De bestaande dijk wordt deels afgegraven voor het realiseren van het onderhoudspad en maakt deel uit van de nieuwe waterkering. Om golfoploop te beperken is een brede steunberm buitenwaarts voorzien. De buitenwaartse verplaatsing ten opzichte van de bestaande dijk bedraagt circa 21 m; 16 m minder ruimtebeslag dan bij de referentievariant.

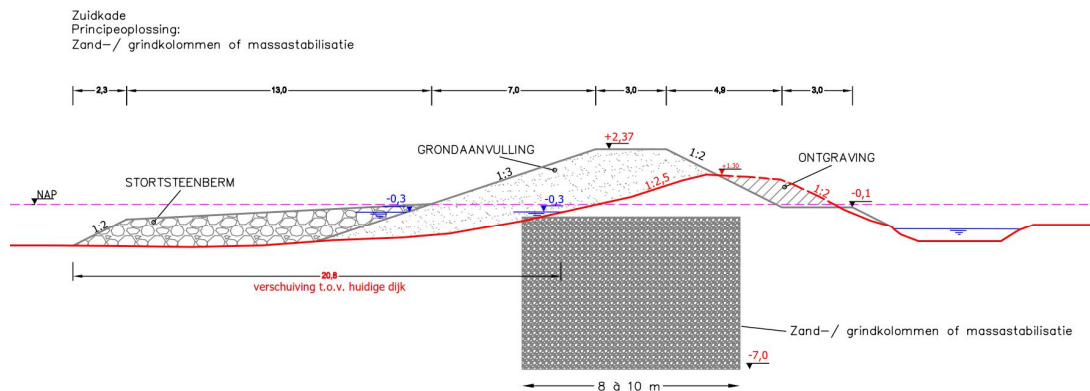


Figuur 2.6: Variant Zand-/grindkolommen (grondverbetering)

7. Massastabilisatie (grondverbetering)

Na het aanbrengen van de eerste ophoogslagen tot ongeveer de hoogte van de bestaande dijk, wordt de massastabilisatie (grondverbetering) aangebracht onder de kern van de nieuwe dijk. Vervolgens kan de resterende ophoging van het nieuwe dijklichaam boven de massastabilisatie worden aangebracht. Voor de uitvoeringstijd (ophoog- en zettingstijd) wordt uitgegaan van 2 jaar, waarbij nog een extra 0,5 jaar uitvoeringstijd benodigd is voor het aanbrengen van de massastabilisatie. Voorzien is om de massastabilisatie aan te brengen vanaf de nieuwe draagkrachtige dijk met toepassing van draglineschotten om de belasting van het zware materieel te spreiden.

Door het mengen van de aanwezige grond met een bindmiddel (cement) ontstaat een blokstabilisatie met verstevigde grond. De massastabilisatie wordt aangebracht tot 1,0 m boven de diepe zandlaag, om geohydrologische kortsluiting (kwel) te voorkomen. Voor een uitgebreide beschrijving van deze techniek wordt verwezen naar [4]. Na aanbrengen van de massastabilisatie wordt de grondconstructie aangebracht door middel van traditionele ophoging, met toepassing van verticale drainage en overhoogte naast de grondverbetering. De nieuwe dijk bestaat uit een zandkern afgedekt met 1,0 m erosiebestendige klei, met een buitenwaarts talud onder 1:3. Het binnenwaartse talud kan steiler onder 1:2 worden aangebracht gezien de aanwezigheid van de grondverbetering. Naar verwachting zijn aanvullende maatregelen benodigd ter verhoging van de erosiebestendigheid van het binnentalud (bijvoorbeeld toepassing erosiemat). De bestaande dijk wordt deels afgegraven voor het realiseren van het onderhoudspad en maakt deel uit van de nieuwe waterkering. Om golfoploop te beperken is een brede steunberm buitenwaarts voorzien. De buitenwaartse verplaatsing ten opzichte van de bestaande dijk bedraagt circa 21 m; 16 m minder ruimtebeslag dan bij de referentievariant.

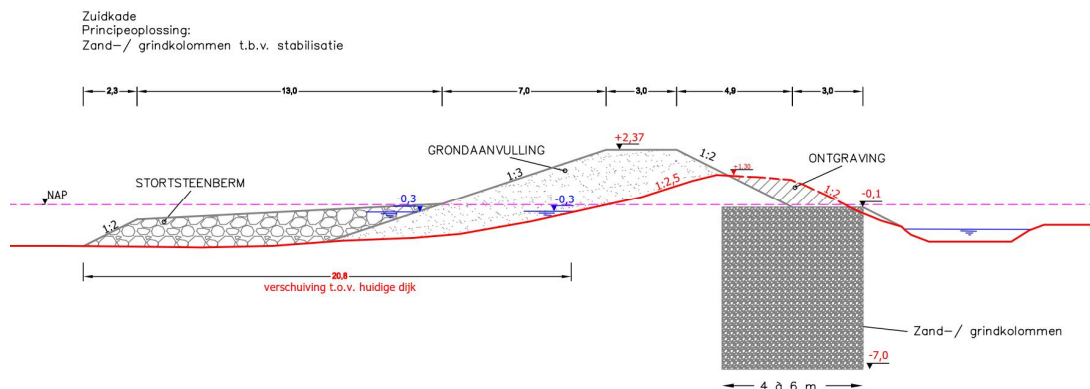


Figuur 2.7: Variant Massastabilisatie (grondverbetering)

8. Zand-/grindkolommen (stabilisatie)

Na het aanbrengen van de eerste ophoogslagen tot ongeveer de hoogte van de bestaande dijk worden de zand-/grindkolommen (stabilisatie) aangebracht aan de zijkant van de nieuwe dijk. Voor de uitvoeringstijd (ophoog- en zettingstijd) wordt uitgegaan van 2 jaar, waarbij nog een extra 0,5 jaar uitvoeringstijd benodigd is voor het aanbrengen van de zand-/grindkolommen. Voorzien is om de zand-/grindkolommen aan te brengen vanaf de bestaande dijk met toepassing van draglineschotten om de belasting van het zware materieel te spreiden. Aanvullend zal de bestaande bermsloot deels tijdelijk moeten worden gedempt om een stabiele situatie tijdens uitvoering te verkrijgen.

De nieuwe dijk bestaat uit een zandkern afgedekt met 1,0 m erosiebestendige klei, met een buitenwaarts talud onder 1:3. Het binnenwaartse talud kan steiler onder 1:2 worden aangebracht gezien de aanwezigheid van de stabilisatie. Naar verwachting zijn aanvullende maatregelen benodigd ter verhoging van de erosiebestendigheid van het binnentalud (bijvoorbeeld toepassing erosiemat). De bestaande dijk wordt deels afgegraven voor het realiseren van het onderhoudspad en maakt deel uit van de nieuwe waterkering. Om golfploop te beperken is een brede steunberm buitenwaarts voorzien. De buitenwaartse verplaatsing ten opzichte van de bestaande dijk bedraagt circa 21 m; 16 m minder ruimtebeslag dan bij de referentievariant.



Figuur 2.8: Variant Zand-/grindkolommen (stabilisatie)

2.3 Ruimtelijke kwaliteit

Tabel 2.1: Effectbeoordeling ruimtelijke kwaliteit

Variant	Ruimtelijke kwaliteit				
	Continuïteit op het schaalniveau van het eiland	Verscheidenheid binnen eenheid	Passend bij de maat en schaal van Marken	Vorm: principe-profiel	Vorm: patina van de tijd
1 Compact (referentievariant)	0	0	0	0	0
2 Damwand	0	0	+	0/+	0
3 Dijkvernageling	0	0	+	0/+	0
4 Dijkdeuvels	0	0	+	0/+	0
5 Mixed-in-place (MIP)	0	0	+	0/+	0
6 Zand-/grind-kolommen (grondverbetering)	0	0	+	0/+	0
7 Massastabilisatie (grondverbetering)	0	0	+	0/+	0
8 Zand-/grind-kolommen (stabilisatie)	0	0	+	0/+	0

Continuïteit op het schaalniveau van het eiland

Toelichting criterium vanuit Verkenning

De omringkade laat zich op het hoogste schaalniveau lezen als één doorgaande kade met continuïteit in profiel (taluds, kruinbreedte, hoogte) en materialisering.

De varianten zijn hierin niet onderscheidend van elkaar en van de variant Compact. De technische ingrepen binnen de varianten zijn niet waarneembaar. Ook het beperktere ruimtebeslag in de varianten leidt, vanwege de relatief geringe beperking van de breedte, niet tot een andere beoordeling dan voor Compact.

Verscheidenheid binnen eenheid

Toelichting criterium vanuit Verkenning

Een schaalniveau lager is er ruimte voor verscheidenheid binnen de eenheid, die aansluit op de verschillende condities waar de dijk op in moet spelen. De verschillen in locatie en versterkingsopgave maken dat de omringkade zich naar de drie trajecten (west, zuid en noord) verschillend mag tonen, onder voorwaarde van verwantschap in profielopbouw en materiaaltoepassing.

Op dit criterium is er geen onderscheid tussen de variant Compact en de uitgewerkte constructieve varianten voor de Zuidkade. De relatie tussen de Zuidkade en de andere kades verandert niet in een andere variant.

Passend bij de maat en schaal van Marken

Toelichting criterium vanuit Verkenning

De dijk moet zich als ingetogen en beperkt van maat en schaal tonen. De dijk is altijd smal en laag geweest, dat hoort bij Marken. Beperkt van maat en schaal heeft zowel betrekking op hoogte en breedte, als ook op de algehele lijnvoering van het dijktracé.

De constructieve varianten zijn wat smaller dan de variant Compact. Dat uit zich met name in het steilere binnentalud en het niet nodig zijn van de ruimte voor de binnenberm. Daarmee passen ze beter bij de maat en schaal van Marken.

Vorm: principe-profiel

Toelichting criterium vanuit Verkenning

Mate waarin de alternatieven voldoen in de uitwerking van het principeprofiel uit het Kader

Ruimtelijke Kwaliteit:

- compact en geprononceerd;
- smal kruinpad;
- groen binnentalud, stenig buitentalud;
- brede sloot binnenzijde.

De constructieve varianten zijn wat smaller dan de variant Compact. Dat uit zich met name in het steilere binnentalud en het niet nodig zijn van de ruimte voor de binnenberm. Daarmee passen ze beter bij het uitgangspunt compact en geprononceerd. Omdat er voor de overige principes geen verschil is, is dit gewaardeerd als beperkt positief.

Vorm: patina van de tijd

Toelichting criterium vanuit Verkenning

Mate waarin de alternatieven voldoen aan het uitgangspunt dat de ontwikkeling in de tijd afleesbaar blijft en de dijk met het verstrijken van de tijd aan kwaliteit wint, mooier wordt.

Het karakter van de dijk, met de vele knikpunten vooral aan de West- en de Zuidkade moet behouden blijven. Voor de dijk moeten ingetogen materialen gebruikt worden die het historisch karakter van de dijk behouden.

De constructieve varianten hebben ten opzichte van de variant Compact niet meer of minder kansen om door keuze van materialen en afwerking aan dit criterium kan worden voldaan.

2.4 Archeologie

Tabel 2.2: Effectbeoordeling archeologie

	Variant	Archeologie
		Archeologische waarden
1	Compact (referentievariant)	0
2	Damwand	0/-
3	Dijkvernageling	-
4	Dijkdeuvels	-
5	Mixed-in-place (MIP)	-
6	Zand-/grindkolommen (grondverbetering)	-
7	Massastabilisatie (grondverbetering)	-
8	Zand-/grindkolommen (stabilisatie)	-

Archeologische waarden

Toelichting criterium vanuit Verkenning

Het gaat bij dit criterium om het mogelijk effect van de ingreep op aanwezige archeologische waarden, door directe beschadiging bij aanleg of door samendrukking op langere termijn.

Voor archeologische waarden leiden de alternatieven in potentie tot grote effecten vanwege enerzijds een grondverbetering of een dicht net van constructies in de grond (nagels of deuvels) en anderzijds het ruimtebeslag buitendijks waardoor de ondergrond wordt samengedrukt.

Alle constructieve varianten zijn negatiever dan de variant Compact vanwege de noodzakelijke maatregelen in de ondergrond. Voorafgaand archeologisch onderzoek tot de benodigde diepte en over de gehele lengte van de kade is niet realistisch. Indien er waarden zijn raken deze beschadigd of vernietigd. Omdat een damwand een enkele constructielijn is, is dit alternatief beperkt negatief beoordeeld. De overige alternatieven scoren om bovengenoemde redenen negatief.

Marken is door de jaren heen na dijkdoorbraken steeds iets kleiner geworden. Buitendijks kunnen verdrongen werven en andere archeologische waarden aanwezig zijn. Bij variant Compact kunnen archeologische waarden, wanneer deze onder het oppervlakte liggen, wel wat verdrukt worden door de zettingen door de laagsgewijze ophoging. Nader onderzoek heeft de aanwezigheid van buitendijkse waarden echter niet aangetoond. Er zijn vooral puinresten gevonden. Hoewel er geen archeologische vindplaatsen zijn aangetroffen, kan de aanwezigheid van dieper begraven en daardoor onzichtbare archeologische resten niet geheel worden uitgesloten. Dit betekent dat een meldingsprotocol moet worden opgesteld, dat aan de uitvoerders moet worden toegelicht. Uitgangspunt is dat in geval van een archeologische vondst een archeoloog op oproepbasis moet kunnen worden ingeschakeld om de situatie te beoordelen op het moment dat mogelijke archeologische vondsten worden gedaan. Dit wordt een passieve archeologische begeleiding genoemd. Voor de archeologische begeleiding dient conform de KNA waterbodems een Programma van Eisen te worden opgesteld (protocol 4107). Hierin kan vervolgens verwezen worden naar het genoemde meldingsprotocol.

2.5 Cultuurhistorie

Tabel 2.3: Effectbeoordeling cultuurhistorie

	Variant	Cultuurhistorie
		Behoud / versterking van cultuurhistorische waarden (bestaande dijk)
1	Compact (referentievariant)	0
2	Damwand	+
3	Dijkvernageling	+
4	Dijkdeuvels	+
5	Mixed-in-place (MIP)	+
6	Zand-/grindkolommen (grondverbetering)	+
7	Massastabilisatie (grondverbetering)	+
8	Zand-/grindkolommen (stabilisatie)	+

Behoud / versterking van cultuurhistorische waarden (bestaande dijk)

Toelichting criterium vanuit Verkenning

Het gaat bij dit criterium om het effect op de bijdrage van de dijk aan het beschermde dorpsgezicht van Marken. Voor de variant Compact is uitgegaan van de subvariant zonder handhaven bestaande kade.

Zo lang een dijkversterking binnen het huidige profiel van de dijk plaatsvindt wordt geen aantasting van cultuurhistorische waarden verwacht. Voor de Zuidkade ligt de relatie met de aanwezige cultuurhistorische waarden vooral in de manier waarop wordt omgegaan met de Rozewerf en de vuurtoren. In alle varianten zijn goede oplossingen mogelijk die recht doen aan de aanwezige cultuurhistorische waarden.

In de referentievariant Compact is uitgegaan van het volledig verwijderen van de bestaande Zuidkade. In de andere alternatieven blijft de bestaande kade deel uitmaken van de nieuwe kade. Om deze reden zijn deze beoordeeld als positief. Deze beoordeling hangt samen met de beoordelingen van de criteria binnen het thema Ruimtelijke kwaliteit.

2.6 Ruimtegebruik

Tabel 2.4: Effectbeoordeling recreatie

	Variant	Recreatie
		Recreatie (fiets- en wandelpaden)
1	Compact (referentievariant)	0
4	Damwand	0
5	Dijkvernageling	0
6	Dijkdeuvels	0
7	Mixed-in-place (MIP)	0
8	Zand-/grindkolommen (grondverbetering)	0
9	Massastabilisatie (grondverbetering)	0
10	Zand-/grindkolommen (stabilisatie)	0

Recreatie (fiets- en wandelpaden)

Toelichting criterium vanuit Verkenning

Het gaat om het effect van de ingreep op het mogelijke recreatieve gebruik van de dijk. Het effect op recreatieve activiteiten van de aanlegfase is meegenomen onder uitvoeringsaspecten/overlast.

In alle alternatieven blijft de recreatieve functie van de dijk met het wandel-/fietspad op de kruin intact. Ook zijn er in de alternatieven geen effecten op het kleinschalige recreatieve gebruik van de oevers van de dijken (strandjes, kleine boten). Op basis van de eindsituatie zijn alle alternatieven daarom beoordeeld als neutraal.

2.7 Natuur

Tabel 2.5: Effectbeoordeling natuur

	Variant	Natuur			
		Natura 2000	NNN	Weidevogel-gebied	Flora- en faunawet
1	Compact (referentievariant)	0	0	0	0
2	Damwand	0/+	0	0	0
3	Dijkvernageling	0/+	0	0	0
4	Dijkdeuvels	0/+	0	0	0
5	Mixed-in-place (MIP)	0/+	0	0	0
6	Zand-/grindkolommen (grondverbetering)	0/+	0	0	0
7	Massastabilisatie (grondverbetering)	0/+	0	0	0
10	Zand-/grindkolommen (stabilisatie)	0/+	0	0	0

In het thema Natuur gaat het om het ruimtebeslag op beschermde gebieden of op de biotoop van beschermde soorten.

Natura 2000

Toelichting criterium vanuit Verkenning

Ruimtebeslag op het Natura2000 gebied Markermeer.

Het ruimtebeslag van de constructieve varianten is beperkt kleiner dan die van de referentievariant Compact. De constructieve varianten zijn daarom beoordeeld als beperkt positief.

Natuurnetwerk Nederland (NNN)

Toelichting criterium vanuit Verkenning

Ruimtebeslag op het NNN (voormalige EHS).

De varianten hebben allen geen ruimtebeslag op het NNN op Marken, maar wel op het NNN Grote Wateren. Omdat dit een zeer gering deel is van het oppervlak van het NNN-gebied Grote Wateren is het effect voor alle varianten neutraal beoordeeld.

Flora- en faunawet

Toelichting criterium vanuit Verkenning

Verstoring van beschermde soorten.

Voor alle varianten treden effecten op wettelijke beschermde soorten op en is een ontheffing nodig van de Flora- en faunawet. Er zijn kleine verschillen in de omvang van de effecten van de varianten op de verschillende aanwezige beschermde soorten. Deze verschillen zijn uiteindelijk niet onderscheidend. Alle varianten worden daarom neutraal ten opzichte van de referentievariant Compact.

2.8 Bodem

Tabel 2.6: Effectbeoordeling bodem

	Variant	Bodem en water		
		Bodem	Zetting	Water
1	Compact (referentievariant)	0	0	0
2	Damwand	0	0	-
3	Dijkvernageling	0	0	0/-
4	Dijkdeuvels	0	0	0/-
5	Mixed-in-place (MIP)	-	0	-
6	Zand-/grindkolommen (grondverbetering)	-	+	0/-
7	Massastabilisatie (grondverbetering)	-	+	-
8	Zand-/grindkolommen (stabilisatie)	-	0	0/-

Bodem

Toelichting criterium vanuit Verkenning

In dit criterium gaat het om het effect op bodemsamenstelling en kwaliteit.

De constructieve varianten met constructies (damwand, dijkvernageling, dijkdeuvels) zijn ten opzichte van de referentievariant neutraal beoordeeld omdat er geen onherstelbare vermenging van grond met gebiedsvreemde grond of ander materiaal optreedt. In de constructieve varianten MIP, zand- en grindkolommen en massastabilisatie is dit wel het geval. Deze varianten zijn daarom negatief beoordeeld.

Zetting

Toelichting criterium vanuit Verkenning

In dit criterium gaat het om het risico op het optreden van restzettingen en onregelmatige zettingen na realisatie.

Zettingen treden op als extra grond op een dijk-op-veen-profiel wordt aangebracht. De slappe klei- en veenlagen kunnen extra zetten door grondaanvullingen op het dijkprofiel. Dit zal leiden tot extra zettingen tijdens en na de aanlegfase.

Bij de referentievariant Compact wordt opgehoogd naast de bestaande dijk op deels onbelaste ondergrond. Hierdoor treden grote zettingen op en is een lange zettingstijd nodig om te kunnen voldoen aan de gestelde restzettingseis (< 0,30 m). Door geotechnische monitoring kan het zettingsproces tijdens uitvoering worden gevolgd en eventueel bijgestuurd, waarmee het risico op overschrijding van de restzettingseis wordt beheerst. Bij de constructieve varianten is de ophoging buitenwaarts vergelijkbaar en is zonder grondverbetering het zettingsgedrag niet onderscheidend. Bij de constructieve varianten met grondverbetering (zand-/grindkolommen en massastabilisatie) is het zettingsgedrag beperkter dan bij de referentievariant Compact en als positief beoordeeld.

Water

Toelichting criterium vanuit Verkenning

In dit criterium gaat het op de mogelijke effecten op grondwater.

Het aanbrengen van constructies of materiaal kan invloed hebben op de lokale verspreiding van het grondwater. In de varianten dijkvernageling, dijkdeuvels en zand-/grindkolommen is er de meeste ruimte tussen de structuren en is het effect relatief beperkt. In de andere varianten is dit effect groter. Deze zijn negatief beoordeeld.

2.9 Uitvoerbaarheid

Tabel 2.7: Effectbeoordeling uitvoerbaarheid

	Variant	Uitvoerbaarheid			
		Uitvoerbaarheid	Uitvoeringstijd	Bewezen techniek	Overlast
1	Compact (referentievariant)	0	0	0	0
2	Damwand	--	-	0	-
3	Dijkvernageling	--	-	-	-
4	Dijkdeuvels	--	-	-	-
5	Mixed-in-place (MIP)	--	-	-	-
6	Zand-/grindkolommen (grondverbetering)	--	-	--	-
7	Massastabilisatie (grondverbetering)	--	-	--	-
8	Zand-/grindkolommen (stabilisatie)	--	-	--	-

Technische uitvoerbaarheid

Toelichting criterium vanuit Verkenning

Het zettingsgedrag van de venige en slappe kleiige ondergrond is zeer bepalend voor de technische uitvoerbaarheid. De uitvoering moet er op gericht zijn dat tijdens de uitvoering de waterkerende functie van de dijk niet in het geding komt door bijvoorbeeld horizontale verplaatsingen (squeezeing), dat het watersysteem blijft functioneren en dat zettingen worden versneld opdat de restzetting op een gelijkmatige manier plaatsvindt. Aanvullend is de benodigde inzet van zwaar materieel voor de constructieve oplossingen meegewogen en de hierbij benodigde aanvullende maatregelen.

Gezien het aanbrengen van een vergelijkbare buitenwaartse grondophoging voor alle varianten zijn de zettingen en risico's op ongecontroleerde verplaatsingen (squeezeing) niet onderscheidend. Met het aanbrengen van grondconstructies op slappe ondergrond is veel ervaring en zijn de risico's (onder andere inzet geotechnische monitoring) beheersbaar. Ten opzichte van de variant Compact zijn alle constructieve oplossingen negatiever beoordeeld gezien de inzet van zwaarder materieel en benodigde aanvullende maatregelen (bijvoorbeeld toepassing werkplatform met draglineschotten, trillingsvrij aanbrengen).

Uitvoeringstijd

Toelichting criterium vanuit Verkenning

De uitvoeringstijd wordt vooral bepaald door tijd waarin zettingen optreden en de productiesnelheid van de kraan die de grond op de dijk moet aanbrengen.

Gezien het aanbrengen van een vergelijkbare buitenwaartse grondophoging voor alle varianten zijn de ophoog- en zettingstijden niet onderscheidend. De constructieve varianten leiden tot een langere uitvoeringstijd aangezien aanvullend op de variant Compact constructieve elementen moeten worden aangebracht. Dit kan mogelijk deels parallel lopen aan de uitvoering van het buitenwaartse grondwerk en leidt tot een enigszins negatievere beoordeling voor alle constructieve varianten.

De uitvoeringstijd wordt vooral bepaald door tijd waarin zettingen optreden, de productiesnelheid voor het ontgraven en aanbrengen van de grondconstructie en aanbrengen van de constructieve elementen (damwand, e.d.).

Bewezen techniek

Voor de verschillende nieuwe technieken is bekeken in hoeverre deze oplossingen standaard zijn (veel, weinig of niet eerder toegepast bij dijkversterkingsprojecten in NL) en of er een algemeen geaccepteerde rekenmethode beschikbaar is voor ontwerp en toetsing. Hiermee is tevens impliciet het risico op verlenging van doorlooptijd voor ontwerp en toetsing meegewogen. De damwandconstructie (type 2) is inmiddels veel toegepast bij dijkversterkingen en wordt als gelijkwaardig beoordeeld aan de variant Compact. De technieken dijkvernageling, dijkdeuvels en MIP zijn na het Inside-project in 2007 [3] door het HWBP goedgekeurd voor toepassing als dijkversterkingstechniek. Deze oplossingen zijn in enkele dijkversterkingsprojecten lokaal (maatwerk) toegepast en leidt tot een negatievere beoordeling ten opzichte van de variant Compact. Toepassing van zand-/grindkolommen en massastabilisatie zijn bekende oplossingen vanuit de infrastructuur, maar voor dijkversterkingsprojecten in NL nog niet toegepast. In de conceptrichtlijn Grondverbetering worden deze technieken opgenomen, inclusief uitwerking rekenmethode voor dijkversterkingen. Dit leidt tot een negatievere beoordeling in vergelijking met voorgaande varianten.

Overlast

Toelichting criterium vanuit Verkenning

De mate waarin overlast wordt veroorzaakt hangt samen met de uitvoeringsduur, de uitvoeringsmethode en de aan en afvoer van materiaal en materieel. De mate van overlast is relatief (ten opzichte van elkaar) beoordeeld.

Voor alle alternatieven is sprake van overlast in de vorm van het niet toegankelijk zijn van het wandel-/fietspad en mogelijk stofhinder. Overlast door trillingen en geluid wordt voor de constructieve varianten in zijn algemeenheid negatiever beoordeeld dan bij de variant Compact.

2.10 Beheer en onderhoud

Tabel 2.8: *Effectbeoordeling beheer en onderhoud*

	Variant	Beheer en onderhoud
1	Compact (referentievariant)	0
2	Damwand	-
3	Dijkvernageling	-
4	Dijkdeuvels	-
5	Mixed-in-place (MIP)	-
6	Zand-/grindkolommen (grondverbetering)	-
7	Massastabilisatie (grondverbetering)	-
8	Zand-/grindkolommen (stabilisatie)	0/-

Beheer- en onderhoud

Toelichting criterium vanuit Verkenning

Voor beheer en onderhoud is inzet van het type onderhoudsmaterieel (standaard of aangepast) voor het binnentalud (grasbekleding) beschouwd. Aanvullend is de inspecteerbaarheid meegewogen in de beoordeling. Opgemerkt wordt dat het aspect uitbreidbaarheid is meegenomen onder het criterium duurzaamheid in paragraaf 2.12.

Voor de variant Compact kan met standaard onderhoudsmaterieel het binnentalud van 1:3 worden onderhouden. Bij alle constructieve varianten is het binnentalud steiler voorzien op 1:2 en dit vraagt om inzet van aangepast onderhoudsmaterieel. Ook gezien het relatief hoge overslagdebiet van 5 l/m/s maakt dat de microstabiliteit voor een talud onder 1:2 kritischer is en hogere eisen worden gesteld aan de onderhoudbaarheid en mogelijk aanvullende maatregelen (bijvoorbeeld toepassing erosiemat). Aangezien bij alle constructieve varianten een binnentalud van 1:2 is voorzien, leidt dit tot een ongunstigere beoordeling ten opzichte van de variant Compact. Daarnaast is de inspecteerbaarheid van de constructieve varianten lastiger en is naar de toekomst toe ook meer onduidelijkheid welke constructie in de ondergrond aanwezig is (herleidbaarheid) wat het beheer lastiger maakt. Door het aanbrengen van een constructie kan het onderhoud toenemen aangezien een constructie zich eerder gaat aftekenen dan bij een meezakkende grondconstructie. De variant zand-/grindkolommen (stabilisatie) is enigszins gunstiger beoordeeld gezien de stabielere berm door de toepassing van zand-/grindkolommen, waarmee inzet van zwaarder onderhoudsmaterieel mogelijk wordt gemaakt.

2.11 LCC-kostenraming

Tabel 2.9: Overzicht LCC-kostenraming

	Va riant	LCC-kostenraming		
		Investerings- kosten [k€/m']	Levensduur- kosten (100 jaar) [k€/m']	Projectkosten (investerings- en levensduurkosten, 100 jaar) [k€/m']
1	Compact (referentievariant)	7,2	16,2	23,4 (1,0)
2	Damwand	14,9	23,4	38,3 (1,6)
3	Dijkvernageling	13,5	25,2	38,7 (1,7)
4	Dijkdeuvels	15,1	27,3	42,4 (1,8)
5	Mixed-in-place (MIP)	12,3	23,5	35,9 (1,5)
6	Zand-/grindkolommen (grondverbetering)	11,2	21,9	33,1 (1,4)
7	Massastabilisatie (grondverbetering)	12,9	24,4	37,3 (1,6)
8	Zand-/grindkolommen (stabilisatie)	11,7	22,7	34,4 (1,5)

Investerings-, levensduur en projectkosten (LCC)

Toelichting criterium vanuit Verkenning

Wat betreft kosteneffectiviteit (financiële doelmatigheid), is de methodiek van Life Cycle Costing (LCC) verplicht gesteld in het HWBP om te komen tot oplossingen met de meest doelmatige oplossing met de bijbehorende geplande levensduur. Bij LCC worden voor verschillende alternatieven alle kosten en baten gedurende de analyseperiode (100 jaar). LCC vormt daarmee één van meerdere elementen in de onderbouwing voor het uiteindelijke voorkeursalternatief.

Voor de onderlinge vergelijking van de varianten zijn de projectkosten (investerings- en levensduurkosten voor 100 jaar) maatgevend vanuit kosten-batenperspectief. Conform verwachting zijn de projectkosten (LCC) het laagst voor de grondconstructie voor de variant Compact. Door de bredere bermen bij de grondconstructies zijn de verschillen met de constructieve varianten beperkt. De constructieve varianten zijn een factor 1,4 tot 1,8 duurder dan de referentievariant. De constructieve oplossingen worden normaliter alleen toegepast bij specifieke situaties (bijvoorbeeld in geval van ruimtegebrek bij nabijheid van belendingen). In bijlage 4 is een nadere onderbouwing van de kostenraming gegeven.

2.12 Duurzaamheid

Tabel 2.10: Effectbeoordeling duurzaamheid

	Variant	Duurzaamheid		
		Toekomst- bestendigheid	Uitbreidbaar- heid	Materiaal- gebruik
1	Compact (referentievariant)	0	0	0
2	Damwand	0	0 / -	-
3	Dijkvernageling	0	0 / -	-
4	Dijkdeuvels	0	0 / -	-
5	Mixed-in-place (MIP)	0	-	-
6	Zand-/grindkolommen (grondverbetering)	0	0	0
7	Massastabilisatie (grondverbetering)	0	0	-
8	Zand-/grindkolommen (stabilisatie)	0	0	0

Toekomstbestendigheid

Alle varianten zijn toekomstbestendig en daarmee minimaal gelijkwaardig aan variant Compact. De dijkversterking wordt namelijk uitgevoerd voor de komende 50 jaar. Gedurende die periode zal de dijk aan de huidige eisen voldoen.

Uitbreidbaarheid

Op het criterium uitbreidbaarheid scoren de varianten die uitgaan van een dijk in grond, zonder constructies, vergelijkbaar met de referentie en daarom neutraal. Deze varianten zijn namelijk over 50 jaar gemakkelijk aan te pakken, als dan blijkt dat dat nodig is.

De varianten met constructies in de grond scoren licht negatief tot negatief (MIP). Deze varianten kunnen altijd aangepast worden, maar door de constructies in de grond, die geen eeuwige levensduur hebben, zal dit meer onderzoek (naar de staat van de constructies) en daarmee mogelijk meer kosten en ingewikkeldere oplossingen met zich meebrengen.

Materiaalgebruik

De variant Compact is het meest duurzaam door het gebruik van natuurlijke materialen zand, klei en steen. Bij de varianten zand-/grindkolommen (grondverbetering en stabilisatie) is het extra materiaal (geotextiel) zeer beperkt en is een vergelijkbare score als de referentievariant aangehouden. In alle overige constructieve varianten worden aanvullend andere materialen gebruikt die een hogere energie-inhoud hebben en minder herbruikbaar zijn. De andere varianten zijn daarom alle negatief beoordeeld.

2.13 Draagvlak

Tabel 2.11: Effectbeoordeling draagvlak

	Variant	Draagvlak
1	Compact (referentievariant)	+
2	Damwand	0/-
3	Dijkvernageling	0/-
4	Dijkdeuvels	0/-
5	Mixed-in-place (MIP)	0/-
6	Zand-/grindkolommen (grondverbetering)	++
7	Massastabilisatie (grondverbetering)	++
8	Zand-/grindkolommen (stabilisatie)	++

Analyse van het draagvlak

Het draagvlak voor de alternatieven is getoetst op basis van de kennis die gedurende het project is opgedaan over de standpunten van diverse belanghebbenden. Daarbij moet worden bedacht dat deze standpunten (kunnen) variëren afhankelijk van de positie, de rol en de kennis van de afzender van een standpunt. Daarom zijn standpunten zoveel mogelijk vertaald naar belangen. Geanalyseerd is eerst welke belangen spelen, en hoe vanuit die belangen een positie/mening over de alternatieven te vormen is.

Bewoners van Marken geven in het algemeen aan dat een veilige dijk het primaire belang dient. Alle alternatieven voldoen hieraan maar alternatieven 6 tot en met 8 worden positiever gewaardeerd vanwege de grondverbetering, wat een hoger gevoel van veiligheid geeft, omdat zetting hierbij beperkt wordt.

Een ander belang wat in de beleving van de bewoners relevant is hangt samen met de historie van Marken. In vele eeuwen is het eiland steeds kleiner geworden. De nieuwe dijkversterking biedt de kans om dit proces structureel te stoppen en zelfs om te draaien. In alle alternatieven wordt uitgegaan van een buitenwaartse versterking, wat positief wordt gewaardeerd.

Vanwege de constructieve oplossingen die mogelijk meer overlast tijdens de aanleg geven (geluid en trillingen) scoren de alternatieven 2 tot en met 5 licht negatief. Zeker door bewoners op de Rozewerf wordt het inbrengen van constructies nabij de woningen negatiever gewaardeerd.

Het belang voor recreanten zit in het kunnen blijven wandelen of fietsen van de rondgang over de omringkade. De alternatieven zijn hierin niet onderscheidend.

2.14 Samenvatting beoordeling

Bij de beoordeling op het thema **Ruimtelijke kwaliteit** zijn de constructieve varianten op twee van de vijf criteria gunstiger dan de referentievariant Compact. Dit komt door het smallere profiel.

Voor het thema **Archeologie** zijn alle varianten minder beoordeeld dan de referentievariant Compact. De oorzaak is het mogelijke effect van maatregelen in de ondergrond.

Bij het thema **Cultuurhistorie** is het (deels) behouden van de bestaande dijk een belangrijk aspect. In lijn met de beoordeling bij ruimtelijke kwaliteit scoren de varianten positiever vanwege het smallere profiel tegen de bestaande kade.

Voor het thema **Ruimtegebruik** is het belangrijkste criterium recreatie (fiets- en wandelpaden) en zijn alle varianten gelijk aan de referentie en daarom neutraal beoordeeld.

Binnen het thema **Natuur** zijn de varianten beperkt positief beoordeeld op het criterium Natura2000, vanwege het kleinere ruimtebeslag. Voor de overige criteria is er geen verschil in beoordeling.

Wat betreft het thema **Bodem en water** zijn de constructieve varianten (deels) gunstiger op het criterium zettingen en minder gunstig op het criterium (grond)water.

Voor het thema **Uitvoerbaarheid** zijn de technische uitvoerbaarheid, uitvoeringstijd, bewezen techniek en overlast enigszins of duidelijk negatiever dan de referentievariant.

Bij het thema **Beheer en onderhoud** is de beoordeling negatief voor alle constructieve varianten gezien de toepassing van een steiler binnentalud onder 1:2 en de lastige inspecteerbaarheid van constructies in de dijk.

Het thema **LCC-kostenraming** is kwantitatief beoordeeld ten aanzien van investerings-, levensduur- en projectkosten (LCC). De referentievariant Compact (grondconstructie) is vanuit LCC volgens verwachting de meest aantrekkelijke oplossing (range 23,4 k€/m'). Door de bredere bermen bij de grondconstructies zijn de verschillen met de constructieve varianten relatief beperkt. De constructieve varianten zijn een factor 1,4 tot 1,8 duurder dan de referentievariant. De constructieve oplossingen worden normaliter alleen toegepast bij specifieke situaties (bijvoorbeeld in geval van ruimtegebrek bij nabijheid van belendingen).

Voor het extra thema **Duurzaamheid** is de toekomstbestendigheid positief beoordeeld voor de varianten met een grondverbetering waardoor minder zetting en onderhoud optreedt gedurende de levensduur. De relatief eenvoudige uitbreidbaarheid van de grondconstructies en constructieve oplossingen met zand-/grindkolommen is vergelijkbaar. De overige constructieve oplossingen zijn door de aanwezigheid van de constructieve elementen negatiever beoordeeld. Op het criterium materiaalgebruik scoren alle constructieve varianten echter minder dan de referentievariant door de toepassing van andersoortige materialen die minder circulair zijn dan de materialen in variant Compact.

Ten aanzien van het thema **Draagvlak** is duidelijk dat de alternatieven vanwege de buitenwaartse versterking, die het eiland niet verkleinen, wel draagvlak hebben. Het meeste draagvlak hebben de alternatieven met een grondverbetering, omdat deze alternatieven naar de toekomst toe het meest robuust over komen. Alternatieven met constructies worden in verband met verwachte geluids- en trillingsoverlast tijdens de uitvoer licht negatief beoordeeld.

3 Conclusies en aanbevelingen

In deze variantenstudie, onderdeel van de planfase, wordt expliciet aandacht gegeven aan integrale afweging van constructieve oplossingen zoals mixed-in-place, dijkvernageling, dijkdeuvels en onverankerde damwand met grondconstructie, waarvoor een minder groot ruimtebeslag geldt dan de ruimtelijke oplossingen (grondconstructies) uit de verkenningsfase. Hiervoor zijn de meest kansrijke constructieve oplossingen met beperkte ruimtebeslag geïnventariseerd. De alternatieven worden afgewogen ten opzichte van de voorkeursvariant vanuit de verkenningsfase met het minste ruimtebeslag variant Compact, zijnde de grondconstructie zonder grondverbetering.

Bij alle varianten is rekening gehouden met het Kader Ruimtelijke Kwaliteit, om er voor te zorgen dat er een dijk komt, die bij Marken past.

De voorkeursvariant Compact betreft een grondconstructie uitgevoerd door middel van ophoging met toepassing van verticale drainage en overhoogte, zonder toepassing van een grondverbetering. In vergelijking met deze voorkeursvariant is onderzocht in hoeverre nadere optimalisatie van het ruimtebeslag kan plaatsvinden door toepassing van constructieve oplossingen. Hiermee is invulling gegeven aan het m.e.r.-advies uit de verkenningsfase.

Bij dijkversterkingen wordt standaard uitgegaan van een grondoplossing in verband met de lagere aanlegkosten, eenvoudiger beheer, uitbreidbaarheid en duurzamer materiaalgebruik. Op specifieke locaties, vaak in geval van beperkt ruimtebeslag door aanwezigheid van bestaande bebouwing, komen constructieve oplossingen in beeld. De constructieve oplossingen zijn in orde van grootte een factor twee duurder dan de grondoplossingen als gevolg van gebruik duurdere materialen, langere bouwtijd en inzet zwaarder materieel. De Zuidkade betreft niet een specifieke locatie met beperkt ruimtebeslag met uitzondering van de special Rozewerf.

Gezien de grote verschillen in LCC-kostenraming tussen de grondconstructie (referentievariant) en de constructieve varianten (onder andere dijkvernageling, dijkdeuvels, MIP-kolommen, onverankerde damwand met grondconstructie), zonder de duidelijke integrale meerwaarde van de constructieve varianten op de beschouwde thema's, wordt geconcludeerd dat de gekozen voorkeursvarianten vanuit de verkenningsfase ongewijzigd blijven. In deze analyse is dit onderbouwd voor de voorkeursvariant Compact.

Mocht bij de verdere technische uitwerking blijken dat de voorkeursvarianten niet haalbaar zijn met de bepaalde dimensies en uitvoeringswijze, dan kan dit aanleiding vormen om de varianten met zand-/grindkolommen (grondverbetering of stabilisatie) te beschouwen in combinatie met de voorkeursvariant Compact. De varianten zand-/grindkolommen (grondverbetering of stabilisatie) zijn vanuit LCC-kostenraming dan de meest wenselijke variant.

De grondconstructies met constructieve oplossing zullen bij lokale knelpunten met ruimtegebrek nabij belendingen (onder andere Rozewerf en haven) een maatwerkoplossing bieden. Constructieve oplossingen bij Rozewerf en eventueel in de haven zijn noodzakelijk. Nadere uitwerking van de constructieve oplossing zelf en de verbinding met de grondconstructie (overgangszone) vindt plaats in het referentieontwerp.

Bijlage 1 – Literatuurlijst

- [1] Rapportage 'MIRT Verkenning Dijkversterking Marken, Rapportage alternatieven', RWS, Ministerie van Infrastructuur en Milieu, status D.2, d.d. 3 juni 2016.
- [2] Rapportage commissie MER, Dijkversterking Marken, Tussentijds advies, projectnummer 2170, 8 september 2016.
- [3] CUR-rapport 219 'Inside Innovatieve dijkversterking', mei 2007.
- [4] CUR-rapport 2006-2, 'Innovatieve aardebaan', 2006.

Bijlage 2 – Verslag 3^e en 4^e strategische sessie - Variantenstudie

Besprekingsverslag

Onderwerp: 3^e en 4^e strategische sessie - Planuitwerkingsfase
dijkversterking Marken
Projectnummer: 353490
Referentienummer:
Plaats en datum bespreking: RWS Haarlem, 26 juni 2017

Auteur: Erik Kwast

Datum: 05-07-2017

Aanwezig:

André Sluiter (RWS), Amelie Strens (RWS), Berthe Brouwer (RWS), Frank Roelse (RWS), Vera Konings (RWS), Rinse Joustra (RWS), Christ van der Geest (RWS), Kingson Wu (RWS), Clim Sorée (Bosch-Slabbers), Tino Abels (HHNK), Robert Jan Jonker (Sweco), Erik Kwast (Sweco), Milan Hinborch (Fugro)

1 Welkom en opening

Erik heet de aanwezigen welkom en presenteert de agenda voor de 3^e en 4^e strategische sessie over Technische Uitgangspunten & Ruimtelijk Kader en Variantenstudie (Zuidkade).

2 Agenda

Agenda en presentatie is bijgevoegd. Na een korte voorstelronde worden de agendapunten 3 t/m 8 doorlopen.

3 Toelichting stand van zaken Kader TU (Erik)

Erik licht het ontwerpproces toe en met name de relatie van Kader TU en variantenstudie tot het gehele ontwerpproces. Pre-concept Kader TU is besproken met RWS en Expertteam, verwerking van de opmerkingen tot concept Kader TU is eind week 27 gereed. Pre-concept notitie restzettingseis (vervormingseisen) is besproken met RWS en Expertteam, verwerking van opmerkingen tot concept notitie is eveneens eind week 27 gereed (wordt opgenomen als bijlage in het Kader TU). Uitvoering gevoeligheidsberekeningen nieuwe Ontwerp Instrumentarium loopt, bespreking resultaten met RWS en Expertteam in week 27/28.

Variantenstudie Zuidkade: vandaag vaststellen af te wegen varianten en criteria, tijdens 5^e strategische sessie (6 juli) en 2^e Expertteam sessie (10 juli) vaststellen 2 voorkeursvarianten Zuidkade.

Belangrijke mijlpalen: midden juli (eind week 28) concept Kader TU, notitie restzettingseis en resultaten gevoeligheidsberekeningen gereed. Variantenstudie Zuidkade (keuze 2 voorkeursvarianten) eveneens eind week 28 gereed. Op basis hiervan wordt het VO voor de West- en Zuidkade gestart (vanaf week 29).

4 Toelichting stand van zaken Ruimtelijk Kader (Clim)

Clim licht aan de hand van de notitie Ruimtelijk kwaliteitskader 2.0. Deze notitie wordt nog separaat toegezonden aan de deelnemers van het overleg. Belangrijkste discussiepunt ontstaat over het behoud van de bestaande dijk in relatie tot de verschillende varianten op hoofdlijnen de "gestabiliseerde dijk" (grondconstructie zonder grondverbetering (LCV2) en alternatieve varianten met beperkt ruimtebeslag) en de "zettingsarme dijk" (grondconstructie met grondverbetering, LCV1).

Voor de “gestabiliseerde dijk” is, gezien het ruimtebeslag en benodigde onderhoudspad naast de sloot, het handhaven van de bestaande dijk als afzonderlijk zichtbare dijk geen optie. De bestaande dijk kan mogelijk deels worden gehandhaafd maar is dan onderdeel van de nieuwe dijk. Hiervoor wordt verwezen naar de bijgevoegde principe-oplossingen in de presentatie.

Voor de “zettingsarme dijk” is het handhaven van de bestaande dijk technisch mogelijk uitgaande dat de bestaande sloot op dezelfde positie wordt gehandhaafd. Technisch wordt vooralsnog gekozen om geen rekening te houden met de gunstige of mogelijk zelfs ongunstige werking van de bestaande dijk (**moet nog worden onderbouwd, actie RWS/Sweco**). Dit geeft ruimte om later de keuze voor wel of niet handhaven van de bestaande dijk te maken. Opgemerkt wordt dat ook voor de “zettingsarme dijk” een onderhoudspad naast de bestaande sloot nodig is, waardoor een deel van de bestaande dijk wordt weggegraven. Gewenst is om de minimale afstand tussen de nieuwe en bestaande dijk vanuit ruimtelijk kader (inrichting) nader vast te leggen (**actie Bosch-Slabbers**).

Overige aandachtspunten:

- Profiel onderhoudspad Westkade afstemmen op sloot Zuidkade (KES).
- Kruinbreedte (2,5 of 3,0 m) nader vastleggen (KES).

5 Scope en doel strategische sessie (Erik)

Erik licht de scope en doel van de 3^e en 4^e strategische sessie toe. Vandaag gericht op de bepaling van de varianten en de criteria (incl. risico's) voor de afweging van de varianten. In de volgende 5^e strategische sessie volgt keuze van de 2 voorkeursvarianten voor de zuidkade op basis van de resultaten van de variantenstudie. Daarna kunnen meer gericht de oplossingen voor de Specials (verbindingen en Rozewerf) worden uitgewerkt.

Scope variantenstudie:

- Variantenstudie Zuidkade, geen specials (o.a. Rozewerf).
- Bepalen criteria afweging varianten.
- Bepalen varianten Zuidkade.

Randvoorwaarden variantenstudie:

- Buitenwaartse dijkversterking, geen binnenwaartse of vierkante versterking.
- Advies MER (beschouwing varianten met minder ruimtebeslag).

6 Toelichting varianten en afwegingscriteria Zuidkade (Erik)

Erik geeft de opzet van de variantenstudie aan, met afweging op hoofdlijnen (op basis van engineering judgement) middels een Trade-Off Matrix. De varianten en criteria voor afweging worden kort toegelicht (zie bijgevoegde presentatie).

7 Werksessie in 3 groepen varianten/criteria Zuidkade

In 3 gemengde groepen zijn de onderstaande vragen beantwoord en daarna centraal besproken.

Vraag 1: Criteria MIRT-verkenningfase: voldoet of selectie toepassen?

Conclusies: aantal thema's/criteria kunnen op voorhand onderbouw worden weggeschreven (zijn niet onderscheidend voor de verschillende varianten), overige thema's/criteria per variant afwegen (zie bijlage voor relevante criteria). Het thema Duurzaamheid wordt toegevoegd, gezien het belang binnen dit project en naar verwachting onderscheidend vermogen voor de varianten. Het thema Draagvlak wordt vooralsnog niet ingevuld en kan later (voorleggen aan Eilandraad/bewoners) worden meegewogen indien relevant.

Vraag 2: Risico's risicodossier Verkenningfase: relevante risico's geselecteerd?

Conclusies: risico nummer 1, 6, 10 en 13 zijn relevant, aanvullend worden de risico 8 en 16 toegevoegd uit bijgevoegde risicodossier. Het blijkt dat Sweco niet beschikbaar over een actuele risicodossier, dit wordt zsm verstrekt (**actie RWS**) en door Sweco nagelopen of eventuele relevante aanvullende risico's.

Vraag 3: Varianten: voldoet, extra varianten of selectie?

De geschetste varianten geven een goed beeld van de technische mogelijkheden en globale inpassing. Aanvullende opmerkingen/varianten:

- De oplossing grondconstructie met grondverbetering kan een groter ruimtebeslag geven indien de huidige oplossing middels aanvullende berekeningen niet kan worden onderbouwd (stabiliteit bestaande dijk) zonder toepassing van een tijdelijke damwand. Op voorhand een variant LCV1* meenemen met een 10 m breder ruimtebeslag.
- Toepassing van vacuümconsolidatie (buitenwaarts) is niet direct kansrijk, maar wordt kort beschouwd en beargumenteerd weggeschreven (geen aanvullende variant voor de afweging).
- De alternatieve positie van een onverankerde damwand in de binnenteen in plaats van in de kruin van het talud is gunstig voor de benodigde damwandlengte, maar of de binnenwaartse stabiliteit (glijvlak boven de damwand) dan gewaarborgd is, is nog onduidelijk. Dit is mogelijk een optimalisatie van de damwandoplossing en wordt nu niet als aanvullende variant beschouwd. Dit geldt tevens voor de duurdere oplossingen van een verankerde damwand of kistdam.
- Onderzoek de mogelijkheden voor het verruimen of verhoging steunberm buitenwaarts zodat de kruinhoogte kan worden beperkt en daarmee het ruimtebeslag van het dijkprofiel. Hiervoor zijn aanvullende berekeningen nodig met Hydra-NL, waarmee de positieve gevolgen kunnen worden gekwantificeerd (**actie Sweco**). Deze optimalisatie geldt voor alle varianten en kan later in de tijd (voor eind juli) worden verricht en wordt nu niet meegenomen in de variantenstudie.

Vraag 4: Hoe ruimtelijk kader in te passen in variantenstudie?

Deze vraag is onder punt 4 beantwoord.

8 Vervolg en afsluiting (Erik)

Sweco zal de input vanuit de sessie vandaag verwerken en de variantenstudie in concept voorleggen tijdens de 5^e strategische sessie 6 juli as (**actie Sweco**). Gepoogd wordt om het concept woensdagavond 5 juli toe te zenden, maar gezien de korte beschikbare tijd is dit onder voorbehoud.

Erik bedankt iedereen voor zijn of haar geleverde input tijdens deze vruchtbare sessie.

Bijlage 3 – Trade-off-matrix variantenstudie Zuidkade

PROJECT: Variantenstudie dijkversterking Marken - Zuidkade									
++ groot positief effect + positief effect, voldoet aan beleidsdoelstelling 0/+ beperkt positief effect 0 (vrijwel) geen effect 0/- beperkt negatief effect - negatief effect, voldoet niet aan beleidsdoelstelling -- groot negatief effect		Voorkeursalternatief Compact (referentievariant)	Variant Damwand met grondconstructie (type II)	Variant Dijkvernageling	Variant Dijkdeuvels	Variant Mixed-in-place	Variant Zand- of grindkolommen (grondverbetering)	Variant Massastabilisatie (grondverbetering)	Variant Zand- of grindkolommen t.b.v. stabilisatie
Criteria MIRT-verkenningfase									
Thema	Criterion								
Ruimtelijke kwaliteit	Continuïteit op het schaalniveau van het eiland	0	0	0	0	0	0	0	0
	Verscheidenheid binnen eenheid	0	0	0	0	0	0	0	0
	Passend bij de maat en schaal van Marken	0	+	+	+	+	+	+	+
	Vorm: principe-profiel	0	0/+	0/+	0/+	0/+	0/+	0/+	0/+
Archeologie	Vorm: patina van de tijd	0	0	0	0	0	0	0	0
	Behoud van archeologische waarden	0	0/-	-	-	-	-	-	-
	Cultuurhistorie	0	+	+	+	+	+	+	+
	Behoud / versterking van cultuurhistorische waarden	0	+	+	+	+	+	+	+
Ruimtegebruik	Recreatie	0	0	0	0	0	0	0	0
	Natura 2000	0	0/+	0/+	0/+	0/+	0/+	0/+	0/+
	Natuurnetwerk Nederland (NNN)	0	0	0	0	0	0	0	0
	Weidevogelgebied	0	0	0	0	0	0	0	0
Natuur	Flora- en faunawet (soortenbescherming)	0	0	0	0	0	0	0	0
	Bodem	0	0	0	0	0	0	0	0
	Zetting	0	0	0	0	0	0	0	0
	Water	0	-	0/-	0/-	-	0/-	-	0/-
Bodem en water	Technische uitvoerbaarheid	0	--	--	--	--	--	--	--
	Uitvoeringstijd	0	-	-	-	-	-	-	-
	Bewezen techniek	0	0	-	-	-	--	--	--
	Overlast	0	-	-	-	-	-	-	-
Beheer en onderhoud	Uitvoering beheer en onderhoud	0	-	-	-	-	-	-	0/-
	LCC Kostenraming	7,1 k€/m'	14,9 k€/m'	13,5 k€/m'	15,1 k€/m'	12,3 k€/m'	11,7 k€/m'	12,9 k€/m'	11,7 k€/m'
Duurzaamheid	Projectkosten (100 jaar)	23,4 k€/m'	38,3 k€/m'	38,7 k€/m'	42,4 k€/m'	35,9 k€/m'	34,4 k€/m'	37,3 k€/m'	34,4 k€/m'
	Toekomstbestendigheid	0	0	0	0	0	0	0	0
	Uitbreidbaarheid	0	0/-	0/-	0/-	-	0	0	0
	Materiaalgebruik	0	-	-	-	-	0	-	0
Voorkeursvariant		Compact							
Toelichting keuze		Gezien de grote verschillen in LCC kostenraming tussen de grondconstructie en constructieve varianten, zonder de duidelijke integrale meerwaarde van de constructieve varianten op de beschouwde thema's, wordt geconcludeerd dat de gekozen voorkeursvariant Compact vanuit de verkenningfase ongewijzigd blijft.							

Bijlage 4 – Onderbouwing kostenraming (is separaat verstrekt)