

Rapport

Projectnummer: 353490

Referentienummer: SWNL0219770

Datum: 24-01-2018

Dijkversterking Marken

Quickscan variantenstudie Westkade

Definitief

Verantwoording

Titel	Dijkversterking Marken
Subtitel	Quickscan variantenstudie Westkade
Projectnummer	353490
Referentienummer	SWNL0219770
Revisie	Definitief
Datum	24-01-2018

Auteur(s)	Erik Kwast, Jantine van Veldhuizen
E-mailadres	erik.kwast@sweco.nl , jantine.vanveldhuizen@sweco.nl

Gecontroleerd door	Robert Jan Jonker en Werner Halter
Paraaf gecontroleerd	 

Goedgekeurd door	Nico van der Schuit
Paraaf goedgekeurd	

Inhoudsopgave

1	Inleiding	4
1.1	Aanleiding quickscan	4
1.2	Scope en doel quickscan variantenafweging	5
2	Analyse en beoordeling varianten	7
2.1	Toelichting op de beoordeling	7
2.2	Toelichting varianten.....	7
2.3	Ruimtelijke kwaliteit	15
2.4	Archeologie	17
2.5	Cultuurhistorie	18
2.6	Ruimtegebruik	19
2.7	Natuur	20
2.8	Bodem.....	21
2.9	Uitvoerbaarheid	23
2.10	Beheer en onderhoud	25
2.11	LCC-kostenraming.....	26
2.12	Duurzaamheid	27
2.13	Samenvatting beoordeling	28
3	Conclusies en aanbevelingen	31
	Bijlage 1 – Literatuurlijst.....	32
	Bijlage 2 – Verslag 3^e en 4^e strategische sessie – Variantenstudie	33
	Bijlage 3 – Onderbouwing kostenraming (is separaat verstrekt).....	34

1 Inleiding

1.1 Aanleiding quickscan

In dit rapport wordt een quickscan gedaan waarin de varianten voor een dijkversterking van de Westkade in Marken worden beschouwd. Voor het opstellen van de quickscan is gebruikgemaakt van de opzet voor de variantenstudie voor de Zuidkade, met integrale afweging van de verschillende thema's. De uitwerking van de kostenraming is in deze quickscan beperkt gehouden, voldoende voor een globale afweging van de verschillende ruimtelijke (grondconstructies) en constructieve oplossingen.

De verkenningsfase 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.

Uit de nieuwe ontwerpberekeningen blijkt dat het ontwerp voor de Westkade forser is ten opzichte van de verkenningsfase. In de verkenningsfase was, afwijkend van de Zuidkade, de dijkversterkingsopgave voor de Westkade beperkt. Volstaan kon worden met een minimale kruinverhoging en beperkte verschuiving buitenwaarts ten opzicht van het huidige profiel van de Westkade. De noodzaak voor het afwegen van verschillende varianten was vanuit de beperkte versterkingsopgave voor de Westkade niet aanwezig en is derhalve in de verkenningsfase niet uitgevoerd. Op basis van nieuwe ontwerprichtlijnen (o.a. ongedraineerd rekenen) is de versterkingsopgave voor de Westkade fors gewijzigd. Gezien de toename van de benodigde kruinhoogte en grote verschuiving van circa 25 m buitenwaarts ten opzichte van het huidige profiel van de Westkade, wordt een quickscan variantenafweging voor de Westkade nu wel noodzakelijk geacht. Hiermee wordt de onderbouwing gegeven voor keuze van de voorkeursvariant voor de Westkade.

Vanuit de m.e.r.-commissie [2] is advies uitgebracht naar aanleiding van de rapportage uit de verkenningsfase. Het advies betreft met name het expliciet beschouwen van de constructieve oplossingen om de gewenste kleinschaligheid van de dijkversterking vorm te geven en daarmee het ruimtebeslag binnen Natura2000-gebied te beperken, zie onderstaand tekstfragment.

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 quickscan, onderdeel van de planfase, wordt expliciet aandacht gegeven aan een integrale afweging van constructieve oplossingen zoals mixed-in-place (MIP), dijkvernageling, dijkdeuvels en damwand met grondconstructie, waarvoor een minder groot ruimtebeslag geldt. De alternatieven worden afgewogen ten opzichte van de drie basisvarianten met een grondconstructie, zijnde buitenwaartse, vierkante en binnenwaartse dijkversterking.

In hoofdlijnen is voor de integrale afweging (technische en ruimtelijke aspecten) uitgegaan van de 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 quickscan variantenafweging

Vanuit de verkenningsfase is voor de Westkade gekozen voor een versterking van de huidige dijk, met een beperkte verhoging, aangezien de dijk min of meer binnen het huidige profiel kon blijven.

De quickscan variantenafweging is verricht voor de Westkade gezien het grotere ruimtebeslag als resultaat van de nieuwe ontwerpberekeningen. Wij achten de vraag van de m.e.r.-commissie betreffende constructieve oplossingen om het ruimtebeslag in het Markermeer/Gouwzee te beperken ook van toepassing op de Westkade. De constructieve oplossingen met minder ruimtebeslag worden afgewogen ten opzichte van de drie basisvarianten met een grondconstructie, zijnde buitenwaartse, vierkante en binnenwaartse dijkversterking.

In deze quickscan variantenafweging Westkade is nader gekeken naar optimalisatie van het ruimtebeslag van de dijkversterking met constructieve oplossingen in vergelijking met de voorkeursvariant Compact (referentievariant) die op basis van de nieuwe ontwerprijtlijnen is opgesteld.

Gezien de gewenste beperking van het ruimtebeslag wordt voor de Westkade op voorhand uitgegaan van de variant Compact met stortsteenberm. De aannahme daarbij is dat de consequenties (langere uitvoeringstijd, grotere zettingen) afdoende kunnen worden beheerst.

Ten zuiden van de haven geldt een strikter beschermingsregime Natura2000 in verband met de habitatrictlijn. Ter plaatse van de Zuidkade en voor de Westkade ten noorden van de haven geldt alleen vogelrichtlijn. Daarom zijn de mogelijke effecten op de natuur ten zuiden van de haven te groot bij de variant Zandcunet. Om de Westkade aan de zuid- en de noordzijde van de haven in één lijn door te laten lopen (kader ruimtelijke kwaliteit: continuïteit) wordt ook voor het noordelijke deel alleen uitgegaan van de variant Compact.

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 quickscan is te komen een nadere onderbouwing van het voorkeursalternatief, met expliciete integrale afweging van constructieve oplossingen met minder ruimtebeslag. Daarnaast wordt inzicht geboden in de kansrijkheid van de constructieve varianten voor de Westkade.

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 verkenningfase [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 quickscan zijn: Werner Halter (Fugro), 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. Het thema duurzaamheid is toegevoegd vanwege de beleidsmatige relevantie van dit thema.

Bij de beoordeling van de varianten is de variant buitenwaarts in grond als referentiesituatie gehanteerd. Dat betekent dat de effectbeoordeling van deze variant per definitie 0 is. Dat zegt niets over de daadwerkelijke optredende effecten. Een eenduidige referentiesituatie is noodzakelijk om de relatieve beoordeling van de varianten te kunnen begrijpen. De variant buitenwaarts is gekozen als referentie omdat deze in definitie (niet in uitvoering) overeenkomt met het in juli 2016 vastgestelde voorkeursalternatief.

2.2 Toelichting varianten

Hier volgt een korte toelichting per geselecteerde variant.

De geselecteerde varianten betreffen:

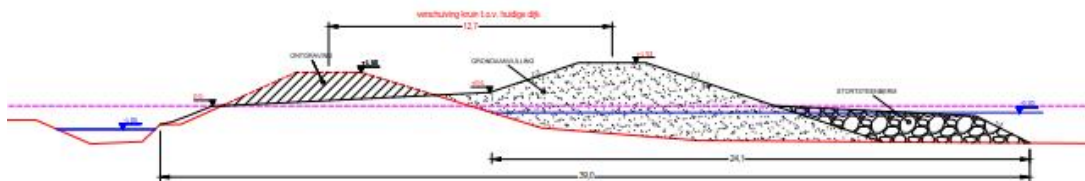
1. Compact (grondconstructie zonder grondverbetering) buitenwaarts (referentiesituatie)
2. Compact vierkant
3. Compact binnenwaarts
4. Damwand (onverankerde damwand met grondconstructie - type II constructie)
5. Dijkvernageling

6. Dijkdeuvels
7. Mixed-in-place (MIP)
8. Zand-/grindkolommen (grondverbetering)
9. Massastabilisatie (grondverbetering)
10. Zand-/grindkolommen (stabilisatie)

In algemene zin zijn de zelfstandig kerende constructies verankerde damwand (type I), palenwand, kistdam en diepwand afgevallen 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 quickscan.

Voor de constructieve varianten 4 t/m 10 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.

1. *Compact (grondconstructie zonder grondverbetering) buitenwaarts (referentiesituatie)*
Variant Compact buitenwaarts (zie figuur 2.1) betreft een grondconstructie uitgevoerd door middel van traditionele ophoging met toepassing van verticale drainage en overhoogte, zonder toepassing van een grondverbetering. De buitenwaartse verplaatsing ten opzichte van de bestaande dijk bedraagt circa 24 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 locatie van de kwelsloot blijft gehandhaafd. De bestaande dijk wordt geheel afgegraven. Om golfoploop te beperken en om de stabiliteit buitenwaarts te waarborgen is eveneens een brede steunberm buitenwaarts nodig, uitgevoerd als stortsteenberm.

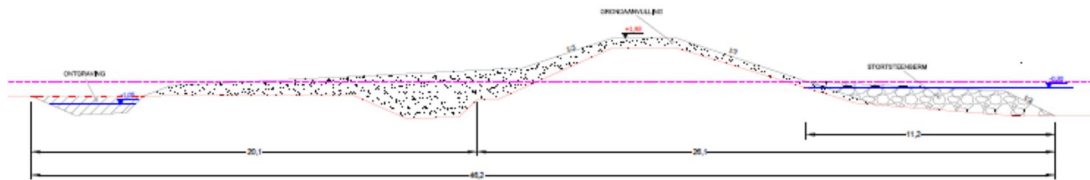


Figuur 2.1: variant Compact buitenwaarts

2. Compact vierkant

Variant Compact vierkant (zie figuur 2.2) betreft een grondconstructie uitgevoerd door middel van traditionele ophoging met toepassing van verticale drainage en overhoogte, zonder toepassing van een grondverbetering. De locatie van de kruin van de dijk blijft ongewijzigd. De buitenwaartse verplaatsing ten opzichte van de bestaande dijk bedraagt circa 11 m en de binnenwaartse verplaatsing is gelijk aan circa 20 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.

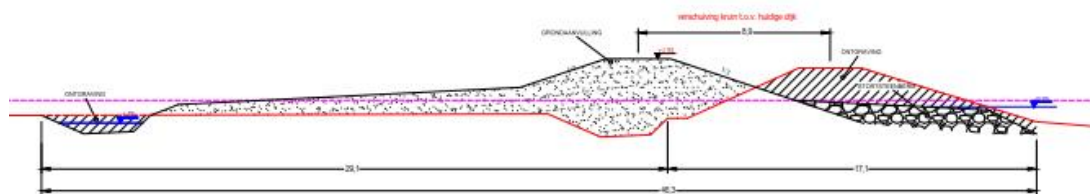
De bestaande kwelsloot wordt gedempt en circa 20 m binnenwaarts verlegd. De bestaande dijk wordt geheel afgegraven. Om golfloop te beperken en om de stabiliteit buitenwaarts te waarborgen is eveneens een brede steunberm buitenwaarts nodig, uitgevoerd als stortsteenberm.



Figuur 2.2: variant Compact vierkant

3. Compact binnenwaarts

Variant Compact binnenwaarts (zie figuur 2.3) betreft een grondconstructie uitgevoerd door middel van traditionele ophoging met toepassing van verticale drainage en overhoogte, zonder toepassing van een grondverbetering. De binnenwaartse verplaatsing ten opzichte van de bestaande dijk bedraagt circa 30 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. Alternatief kan zijn de toepassing van vacuümconsolidatie in combinatie met beperkte ophoging steunberm binnenwaarts; voortsnog wordt uitgegaan van een vergelijkbaar ruimtebeslag binnenwaarts. De bestaande kwelsloot wordt gedempt en circa 30 m binnenwaarts verlegd. De bestaande dijk wordt geheel afgegraven. Om golfloop te beperken en om de stabiliteit buitenwaarts te waarborgen is eveneens een brede steunberm buitenwaarts nodig, uitgevoerd als stortsteenberm.

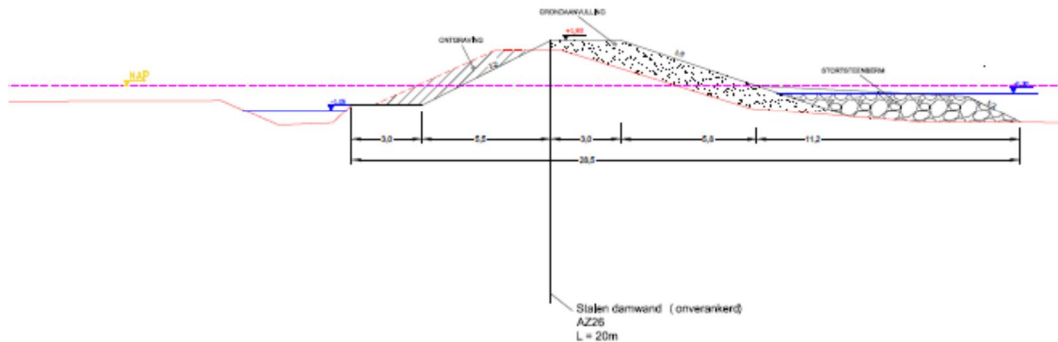


Figuur 2.3: variant Compact binnenwaarts

4. Damwand (onverankerde damwand met grondconstructie)

Variant Damwand betreft een onverankerde stalen damwand met grondconstructie (type II) geplaatst in de kruin van het talud (zie figuur 2.4). De grondconstructie wordt uitgevoerd door middel van traditionele ophoging met toepassing van verticale drainage en overhoogte, zonder toepassing van een 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 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 golfloop te beperken en om de stabiliteit buitenwaarts te waarborgen is eveneens een brede steunberm buitenwaarts nodig, uitgevoerd als stortsteenberm, met een buitenwaartse verschuiving van circa 11 m.

Principeoplossing:
Stalen damwand met grondconstructie type I

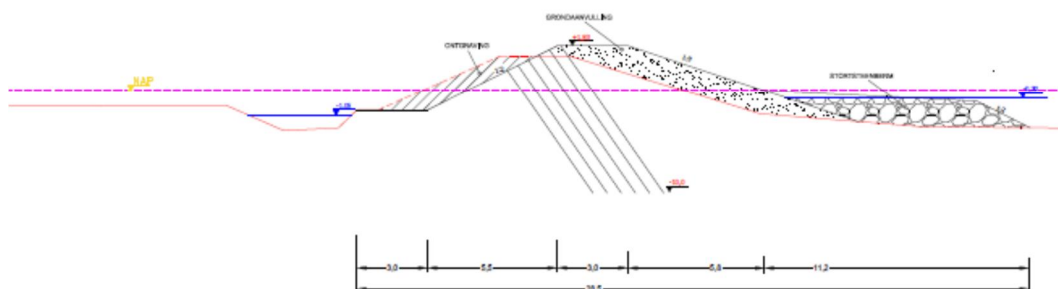


Figuur 2.4: variant Damwand

5. 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 (zie figuur 2.5). De nagels (groutomhulde stalen of kunststof stangen) worden aangebracht tot in de diepe zandlaag vanaf het binnenwaartse talud. De nagels worden vlak onder maaiveld (talud) afgewerkt met een facing van een 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 en om de stabiliteit buitenwaarts te waarborgen is eveneens een brede steunberm buitenwaarts nodig, uitgevoerd als stortsteenberm, met een buitenwaartse verschuiving van circa 11 m.

Principeoplossing:
dijkvernageling

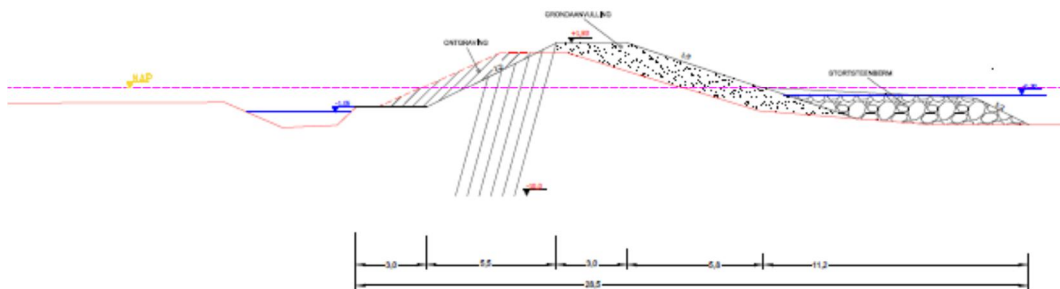


Figuur 2.5: variant Dijkvernageling

6. 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 (zie figuur 2.6). De deuvels 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 golfoploop te beperken en om de stabiliteit buitenwaarts te waarborgen is eveneens een brede steunberm buitenwaarts nodig, uitgevoerd als stortsteenberm, met een buitenwaartse verschuiving van circa 11 m.

Principle of using:
mix-in-place of dijkstra's



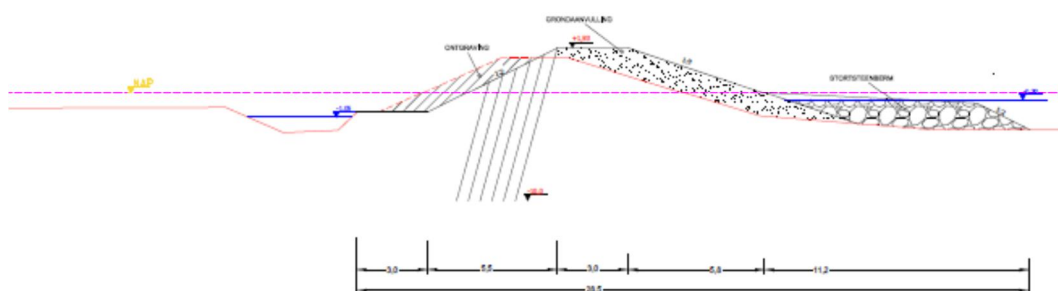
Figuur 2.6: Variant Dijkdeuvels

7. 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 (zie figuur 2.7). 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 golfoploop te beperken en om de stabiliteit buitenwaarts te waarborgen is eveneens een brede steunberm buitenwaarts nodig, uitgevoerd als stortsteenberm, met een buitenwaartse verschuiving van circa 11 m.

Principle of casing:
mix-in-place of disintegrator

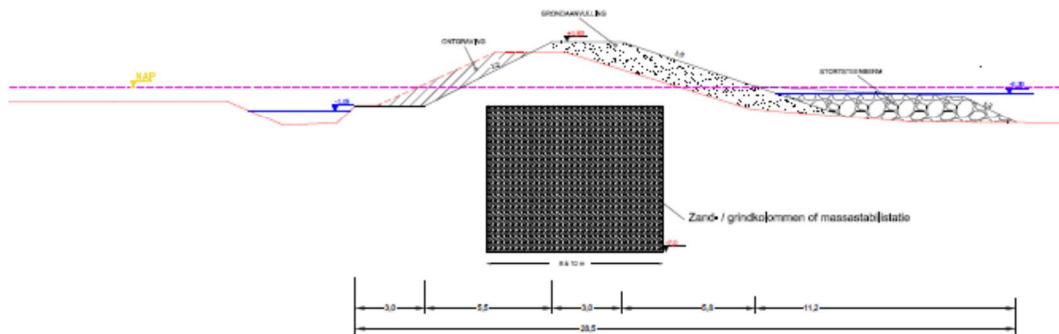


Figur 2.7: Variant mixed-in-place (MIP)

8. Zand-/grindkolommen (grondverbetering)

Voorafgaand aan de ophoging worden de zand-/grindkolommen (grondverbetering) aangebracht onder de kern van de nieuwe dijk vanaf (verhoogd) maaiveld (zie figuur 2.8). Het betreft een zettingsreducerende en stabiliteitsverhogende oplossing. De kolommen 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 en om de stabiliteit buitenwaarts te waarborgen is eveneens een brede steunberm buitenwaarts nodig, uitgevoerd als stortsteenberm, met een buitenwaartse verschuiving van circa 11 m.

Principeoplossing:
Zand- / grindkolommen of massastabilisatie



Figuur 2.8: variant Zand-/grindkolommen (grondverbetering)

9. Massastabilisatie (grondverbetering)

Voorafgaand aan de ophoging wordt de massastabilisatie (grondverbetering) gerealiseerd onder de kern van de nieuwe dijk vanaf (verhoogd) maaiveld (zie figuur 2.9). 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 en om de stabiliteit buitenwaarts te waarborgen is eveneens een brede steunberm buitenwaarts nodig, uitgevoerd als stortsteenberm, met een buitenwaartse verschuiving van circa 11 m.

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 buitenwaarts (referentievariant)	0	0	0	0	0
2	Compact vierkant	0	0	0/-	0	0
3	Compact binnenwaarts	0	0	-	0	0
4	Damwand	0	0	+	0/+	0
5	Dijkvernageling	0	0	+	0/+	0
6	Dijkdeuvels	0	0	+	0/+	0
7	Mixed-in-place (MIP)	0	0	+	0/+	0
8	Zand-/grindkolommen (grondverbetering)	0	0	+	0/+	0
9	Massastabilisatie (grondverbetering)	0	0	+	0/+	0
10	Zand-/grindkolommen (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 buitenwaarts. De ruimtelijke varianten bieden alle dezelfde potenties voor het versterken van de continuïteit met de zuid- en de noordkade.

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 buitenwaarts.

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 buitenwaarts en de uitgewerkte ruimtelijke en constructieve varianten voor de Westkade. De relatie tussen de Westkade 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.

Variant Compact vierkant scoort iets negatiever dan Compact buitenwaarts, omdat de kade in deze variant ook naar binnen versterkt wordt. Dit heeft gevolgen voor ruimtelijke functies op Marken. De impact van de kade op de kleinschalige functies achter de kade is minder passend bij de maat en schaal van Marken. Om deze reden scoort Compact binnenwaarts nog negatiever dan Compact vierkant.

De constructieve varianten zijn smaller dan de variant Compact buitenwaarts en in deze varianten blijft de huidige dijk behouden. 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 varianten Compact vierkant en Compact binnenwaarts hebben een zelfde profiel als Compact buitenwaarts en scoren daarom gelijkwaardig.

De constructieve varianten zijn wat smaller dan de variant Compact buitenwaarts. 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 varianten in grond zijn voor dit criterium niet onderscheidend.

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

2.4 Archeologie

Tabel 2.2: *Effectbeoordeling archeologie*

	Variant	Archeologie
		Archeologische waarden
1	Compact buitenwaarts (referentievariant)	0
2	Compact vierkant	0
3	Compact binnenwaarts	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

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.

Marken is door de jaren heen na dijkdoorbraken steeds iets kleiner geworden. Buitendijks kunnen verdronken werven en andere archeologische waarden aanwezig zijn. Nader onderzoek naar het voorkomen van mogelijke aanwezigheid van waarden heeft dit echter niet bevestigd. Buitendijks zijn enkel puinresten aangetroffen en ook booronderzoek aan de binnenzijde van de dijk heeft geen archeologische waarden opgeleverd. De varianten worden daarom alle gelijk beoordeeld.

2.5 Cultuurhistorie

Tabel 2.3: Effectbeoordeling cultuurhistorie

	Variant	Cultuurhistorie
		Behoud / versterking van cultuurhistorische waarden (bestaande dijk)
1	Compact buitenwaarts (referentievariant)	0
2	Compact vierkant	0/+
3	Compact binnenwaarts	0/+
4	Damwand	+
5	Dijkvernageling	+
6	Dijkdeuvels	+
7	Mixed-in-place (MIP)	+
8	Zand-/grindkolommen (grondverbetering)	+
9	Massastabilisatie (grondverbetering)	+
10	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.

Als een dijkversterking binnen het huidige profiel van de dijk plaatsvindt wordt geen aantasting van cultuurhistorische waarden verwacht. Voor de Westkade ligt de relatie met de aanwezige cultuurhistorische waarden vooral in de manier waarop wordt aangesloten op de verbindingdijk, de haven en omliggende bebouwing en de Bukdijk. In alle constructieve varianten zijn goede oplossingen mogelijk die recht doen aan de aanwezige cultuurhistorische waarden.

In de referentievariant Compact buitenwaarts en variant Compact binnenwaarts is uitgegaan van het volledig verwijderen van de bestaande Westkade. In de andere alternatieven blijft de bestaande kade deel uitmaken van de nieuwe kade. Om deze reden zijn de constructieve varianten beoordeeld als positief. De ruimtelijke varianten vierkant en binnenwaarts scoren licht positief omdat de huidige dijk behouden blijft, maar minder positief dan de constructieve varianten, omdat de dijk wel binnendijkse gronden inneemt. Deze beoordeling hangt samen met de beoordelingen van de criteria binnen het thema Ruimtelijke kwaliteit.

2.6 Ruimtegebruik

Tabel 2.4: Effectbeoordeling Ruimtegebruik: wonen en werken, landbouw en recreatie

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

Wonen en werken

Toelichting criterium vanuit Verkenning

Het gaat om het ruimtebeslag op woon- en werklocaties en mogelijke beperkingen in het gebruik hiervan.

De ruimtelijke varianten vierkant en binnenwaarts zijn negatiever beoordeeld dan buitenwaarts vanwege de mogelijke impact op woningen en tuinen aan de zuid- en noordzijde van de haven. De constructieve varianten leiden niet tot ruimtebeslag op woon- en werklocaties.

Landbouw

Toelichting criterium vanuit Verkenning

Het gaat om het ruimtebeslag op landbouwgrond en mogelijke beperkingen in het gebruik hiervan.

De ruimtelijke varianten vierkant en binnenwaarts zijn negatiever beoordeeld dan buitenwaarts vanwege het ruimtebeslag op landbouwgrond aan de zuid- en noordzijde van de haven. De constructieve varianten leiden niet tot ruimtebeslag op landbouwgrond.

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 uitvoerings-aspecten/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 buitenwaarts (referentievariant)	0	0	0	0
2	Compact vierkant	0/+	0	0/-	0
3	Compact binnenwaarts	+	+	0/-	0
4	Damwand	0/+	0	0	0
5	Dijkvernageling	0/+	0	0	0
6	Dijkdeuvels	0/+	0	0	0
7	Mixed-in-place (MIP)	0/+	0	0	0
8	Zand-/grindkolommen (grondverbetering)	0/+	0	0	0
9	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 en Compact vierkant is beperkt kleiner dan die van de referentievariant Compact buitenwaarts. Deze varianten zijn daarom beoordeeld als beperkt positief. Compact binnenwaarts blijft geheel binnen het profiel van de huidige dijk en scoort daarom positiever. Nader onderzoek heeft overigens uitgewezen dat alle varianten vergunbaar worden geacht.

Natuurnetwerk Nederland (NNN)

Toelichting criterium vanuit Verkenning

Ruimtebeslag op het NNN (voormalige EHS).

De varianten hebben alle 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 de meeste varianten neutraal beoordeeld. Variant Compact binnenwaarts heeft geen ingrepen buitenwaarts en scoort daarom positiever.

Weidevogelgebied

Toelichting criterium vanuit Verkenning

Ruimtebeslag op het Weidevogelgebied

Binnendijkse gronden langs de Westkade, met uitzondering van daar waar bebouwing staat, zijn Weidevogelgebied. De varianten die binnenwaartse ingrepen doen ten behoeve van de dijkversterking, Compact vierkant en Compact binnenwaarts, scoren daarom iets negatiever dan de referentievariant.

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 buitenwaarts.

2.8 Bodem

Tabel 2.6: Effectbeoordeling bodem

	Variant	Bodem en water		
		Bodem	Zetting	Water
1	Compact buitenwaarts (referentievariant)	0	0	0
2	Compact vierkant	0	0/+	-
3	Compact binnenwaarts	0	0	-
4	Damwand	0	0/+	-
5	Dijkvernageling	0	0/+	0/-
6	Dijkdeuvels	0	0/+	0/-
7	Mixed-in-place (MIP)	-	0/+	-
8	Zand-/grindkolommen (grondverbetering)	-	+	0/-
9	Massastabilisatie (grondverbetering)	-	+	-
10	Zand-/grindkolommen (stabilisatie)	-	+	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) en Compact vierkant en Compact binnenwaarts 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 buitenwaarts 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 Compact binnenwaarts is dit ook min of meer het geval daar waar de dijk op voorheen landbouwgrond wordt geplaatst, zal ook zetting optreden.

Bij de constructieve varianten en Compact vierkant 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 buitenwaarts en als positief beoordeeld.

Water

Toelichting criterium vanuit Verkenning

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

Het aanbrengen van constructies of materiaal in de grond kan invloed hebben op de lokale verspreiding van het grondwater. De varianten Compact vierkant en Compact binnenwaarts scoren daarop vergelijkbaar aan de referentievariant. Maar in beide ruimtelijke varianten is verplaatsing van de teensloot noodzakelijk. In de directe nabijheid van Marken-Haven is dit moeilijk inpasbaar, waardoor een negatief effect op de waterhuishouding ontstaat.

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 buitenwaarts (referentievariant)	0	0	0	0
2	Compact vierkant	0	0	0	0
3	Compact binnenwaarts	+	+	0	0
4	Damwand	--	-	0	-
5	Dijkvernageling	-	-	-	-
6	Dijkdeuvels	--	-	-	-
7	Mixed-in-place (MIP)	--	-	-	-
8	Zand-/grindkolommen (grondverbetering)	--	-	--	-
9	Massastabilisatie (grondverbetering)	--	-	--	-
10	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 (squeezing), 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, met uitzondering van de variant Compact binnenwaarts, zijn de zettingen en risico's op ongecontroleerde verplaatsingen (squeezing) niet onderscheidend. Met het aanbrengen van grondconstructies op slappe ondergrond is veel ervaring en zijn de risico's (onder andere inzet geotechnische monitoring) beheersbaar. De variant Compact binnenwaarts is positiever beoordeeld dan de referentievariant gezien de eenvoudigere uitvoeringswijze binnenwaarts en lagere uitvoeringsrisico's. Ten opzichte van de referentievariant Compact buitenwaarts zijn alle constructieve oplossingen negatiever beoordeeld gezien de inzet van zwaarder materieel en benodigde aanvullende maatregelen (bijvoorbeeld toepassing werkplatform met draglineschotten, trillingsvrij aanbrengen). Voor de variant dijkvernageling kan uitvoering met lichter materieel plaatsvinden en leidt tot een minder negatieve beoordeling.

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, met uitzondering van de variant Compact binnenwaarts, zijn de ophoog- en zettingstijden niet onderscheidend. De variant Compact binnenwaarts is positiever beoordeeld dan de referentievariant gezien de enigszins hoger gelegen en voorbelaste ondergrond binnenwaarts, waardoor de zettings- en ophoogtijd minder zal zijn dan bij de referentievariant. De constructieve varianten leiden tot een langere uitvoeringstijd aangezien aanvullend op de referentievariant Compact buitenwaarts 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 referentievariant Compact buitenwaarts. De technieken dijkvernageling, dijkdeuvels en MIP zijn na het Inside-project in 2007 [3] met enige aanpassingen goedgekeurd door het HWBP en daarmee geschikt voor toepassing als dijkversterkingstechniek. Deze oplossingen zijn in enkele dijkversterkingsprojecten lokaal (maatwerk) toegepast en leidt tot een negatievere beoordeling ten opzichte van de referentievariant. Toepassing van zand-/grindkolommen en massastabilisatie zijn bekende oplossingen vanuit de infrastructuur, maar voor dijkversterkingsprojecten in NL nog niet toegepast. In de concept richtlijn 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 referentievariant Compact buitenwaarts.

2.10 Beheer en onderhoud

Tabel 2.8: Effectbeoordeling beheer en onderhoud

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

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.

Voor de varianten Compact (buitenwaarts, vierkant en binnenwaarts) 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 varianten 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 bij de overgang grondconstructie toenemen, aangezien een constructie zich eerder gaat aftekenen dan bij een meezakkende grondconstructie.

2.11 LCC-kostenraming

Tabel 2.9: Overzicht LCC-kostenraming

Variant		LCC-kostenraming		
		Investerings- kosten [k€/m']	Levensduur- kosten (100 jaar) [k€/m']	Projectkosten (investerings- en levensduurkosten, 100 jaar)) [k€/m']
1	Compact Buitenwaarts (referentievariant)	6,8	14,9	21,8 (1,0)
2	Compact Vierkant	7,2	13,8	21,0 (1,0)
3	Compact Binnenwaarts	8,1	16,4	24,4 (1,1)
2	Damwand	13,7	23,2	36,8 (1,7)
3	Dijkvernageling	12,2	21,1	33,4 (1,5)
4	Dijkdeuvels	13,9	23,3	37,2 (1,7)
5	Mix-In-Place (MIP)	11,1	19,5	30,5 (1,4)
6	Zand-/grindkolommen (grondverbetering)	9,9	17,8	27,8 (1,3)
7	Massastabilisatie (grondverbetering)	11,6	20,3	32,0 (1,5)
8	Zand-/grindkolommen (stabilisatie)	10,4	18,6	29,1 (1,3)

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 varianten Compact (buitenwaarts, vierkant en binnenwaarts). Door de bredere bermen bij de grondconstructies zijn de verschillen met de constructieve varianten beperkt. De constructieve varianten zijn een factor 1,3 tot 1,7 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 3 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 buitenwaarts (referentievariant)	0	0	0
2	Compact vierkant	0	0	0
3	Compact binnenwaarts	0	0	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	0	-

Toekomstbestendigheid

Alle varianten zijn toekomstbestendig en daarmee minimaal gelijkwaardig aan Compact buitenwaarts. De dijkversterking wordt namelijk uitgevoerd voor de komende 50 jaar. Gedurende die periode zal de dijk aan de huidige eisen voldoen. De varianten met een grondverbetering scoren positiever dan de referentievariant Compact buitenwaarts, omdat ze minder last hebben van zettingen en daarom gedurende de 50 jaren minder onderhoud vragen. De constructieve oplossingen (constructieve elementen) worden voor 100 jaar ontworpen, echter de bijbehorende buitenwaartse grondconstructie wordt voor 50 jaar ontworpen en is daarmee als maatgevend beschouwd voor de beoordeling van de toekomstbestendigheid.

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 negatief. 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 varianten Compact buitenwaarts, vierkant en binnenwaarts zijn het meest duurzaam door het gebruik van natuurlijke materialen zand, klei en steen. In alle 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 buitenwaarts (referentievariant)	+
2	Compact vierkant	-
3	Compact binnenwaarts	--
4	Damwand	0/-
5	Dijkvernageling	0/-
6	Dijkdeuvels	0/-
7	Mixed-in-place (MIP)	0/-
8	Zand-/grindkolommen (grondverbetering)	++
9	Massastabilisatie (grondverbetering)	++
10	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 8 tot en met 10 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 alternatieven 2 en in grotere mate 3 wordt het eiland echter verkleind, waardoor deze negatiever scoren.

Vanwege de constructieve oplossingen die mogelijk meer overlast tijdens de aanleg geven (geluid en trillingen) scoren de alternatieven 4 tot en met 7 licht negatief.

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 buitenwaarts en de ruimtelijke varianten Compact vierkant en Compact binnenwaarts. Dit komt door het smallere profiel bij de constructieve varianten.

De ruimtelijke varianten vierkant en binnenwaarts zijn negatiever beoordeeld dan de referentie op basis van het criterium passend bij de mat en schaal van Marken.

Voor het thema **Archeologie** zijn alle varianten neutraal beoordeeld ten opzichte van de referentievariant Compact buitenwaarts. De oorzaak is het aanvullend archeologisch onderzoek dat niet heeft geleid tot vondsten, waardoor het gebied een lage archeologische (verwachtings)waarde heeft, zowel binnendijs als buitendijs. Er worden dan ook geen effecten op archeologie verwacht, door het toepassen 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 constructieve varianten positiever vanwege het smallere profiel tegen de bestaande kade. De ruimtelijke varianten scoren beperkt positiever vanwege het min of meer op locatie houden van de bestaande kade.

Voor het thema **Ruimtegebruik** is zijn de ruimtelijke varianten negatiever dan de referentie vanwege het ruimtebeslag op landbouwgrond en de mogelijke invloed op tuinen van woningen. De constructieve varianten zijn gelijkwaardig aan de referentie buitenwaarts.

Binnen het thema **Natuur** zijn de constructieve varianten en Compact vierkant beperkt positief beoordeeld op het criterium Natura2000, vanwege het kleinere ruimtebeslag. Omdat Compact binnenwaarts aan de buitenzijde de huidige dijk aanhoudt, en dus niet verder buitenwaarts gaat, scoort deze positief op het criterium Natura 2000.

Ook op het criterium NNN, scoort deze variant het meest positief, omdat deze niet in NNN Grote Wateren komt.

Voor de beoordeling op het criterium Weidevogelgebied scoren Compact vierkant en Compact binnenwaarts negatiever, omdat deze in het Weidevogelgebied komen. Bij de overige varianten en de referentievariant is dat niet het geval.

Ten aanzien van het criterium flora en fauna 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. De ruimtelijke varianten zijn minder gunstig dan buitenwaarts op het criterium waterhuishouding.

Voor het thema **Uitvoerbaarheid** zijn de technische uitvoerbaarheid, uitvoeringstijd, bewezen techniek en overlast enigszins of duidelijk negatiever dan de referentievariant. De variant Compact binnenwaarts is ten aanzien van de uitvoerbaarheid en uitvoeringstijd gunstiger beoordeeld 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 varianten Compact buitenwaarts (referentievariant), vierkant en binnenwaarts met een grondconstructie zijn vanuit LCC volgens verwachting de meest aantrekkelijke oplossing (range 21,8 k€/m').

Door de bredere bermen bij de grondconstructies zijn de verschillen met de constructieve varianten relatief beperkt. De constructieve varianten zijn een factor 1,3 tot 1,7 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 en varianten Compact vierkant en Compact binnenwaarts door de toepassing van andersoortige materialen die minder circulair zijn dan de materialen in Compact buitenwaarts.

Ten aanzien van het thema **Draagvlak** is duidelijk dat alternatieven die het eiland verkleinen (vierkant versterken en binnenwaarts versterken) weinig draagvlak hebben. Het meeste draagvlak hebben de alternatieven met een buitenwaartse versterking met 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

Gezien de verschillen in LCC-kostenraming tussen de grondconstructies en de overige varianten en zonder de duidelijke integrale meerwaarde van de overige varianten op de beschouwde thema's, wordt geconcludeerd dat de gekozen voorkeursvariant Compact buitenwaarts ongewijzigd blijft. In deze analyse is dit onderbouwd voor de voorkeursvariant Compact buitenwaarts.

Voor de ruimtelijke varianten geldt dat alle varianten specifieke voor- en nadelen hebben. Het handhaven van de variant buitenwaarts als basis van het voorkeursalternatief is daarom goed verdedigbaar. Voor deze variant is ook het meeste draagvlak op het eiland aanwezig.

Mocht bij de verdere technische uitwerking blijken dat de voorkeursvariant niet haalbaar is met de bepaalde dimensies en uitvoeringswijze, dan kan dit aanleiding vormen om andere varianten met constructieve oplossingen te beschouwen in combinatie met de voorkeursvariant Compact buitenwaarts.

De grondconstructies met constructieve oplossing kunnen mogelijk bij lokale knelpunten met ruimtegebrek nabij belendingen (onder andere de verbindingsdijk, de haven en de Bukdijk) een maatwerkoplossing bieden.

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.
- [5] Archeologisch onderzoek planuitwerkingsfase dijkversterking Marken, Sweco, 19 oktober 2017.
- [6] Mogelijk significante effecten en Randvoorwaarden Wet natuurbescherming dijkversterking westkade Marken, Sweco, 3 november 2017.

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 – Onderbouwing kostenraming (is separaat verstrekt)