

MIRT-Verkenning Dijkversterking Marken Samenvatting

Wat is de aanleiding voor deze Verkenning ?

De waterveiligheid op Marken voldoet niet¹ aan de huidige waterveiligheidseisen. Grote delen van de dijk kennen stabiliteitsproblemen. Daarnaast is de kering op een aantal plaatsen te laag en is de steenbekleding op veel plaatsen van onvoldoende kwaliteit. Deze problematiek is eerder onderkend en sinds 2008 wordt er aan een oplossing gewerkt. Belangrijke aandachtspunten hierin zijn de zettingsproblematiek (de dijken liggen op een veenlaag) en de ruimtelijke kwaliteit.



Figuur S.1 Marken; zuidkade vanaf de Verbindingsdijk; links de Rozewerf, rechts de vuurtoren

Marken is een bijzondere plek. Hoewel het met de Verbindingsdijk is verbonden met de vaste wal ademt het nog steeds de sfeer van een eiland. Overall ervaar je het water. De historie van het leven met het water zie je terug in de woningen op de terpen en de paalwoningen. Marken is dan ook een beschermd dorpsgezicht van grote landschappelijke en cultuurhistorische waarde. Het eiland ontvangt jaarlijks bijna een half miljoen toeristen.

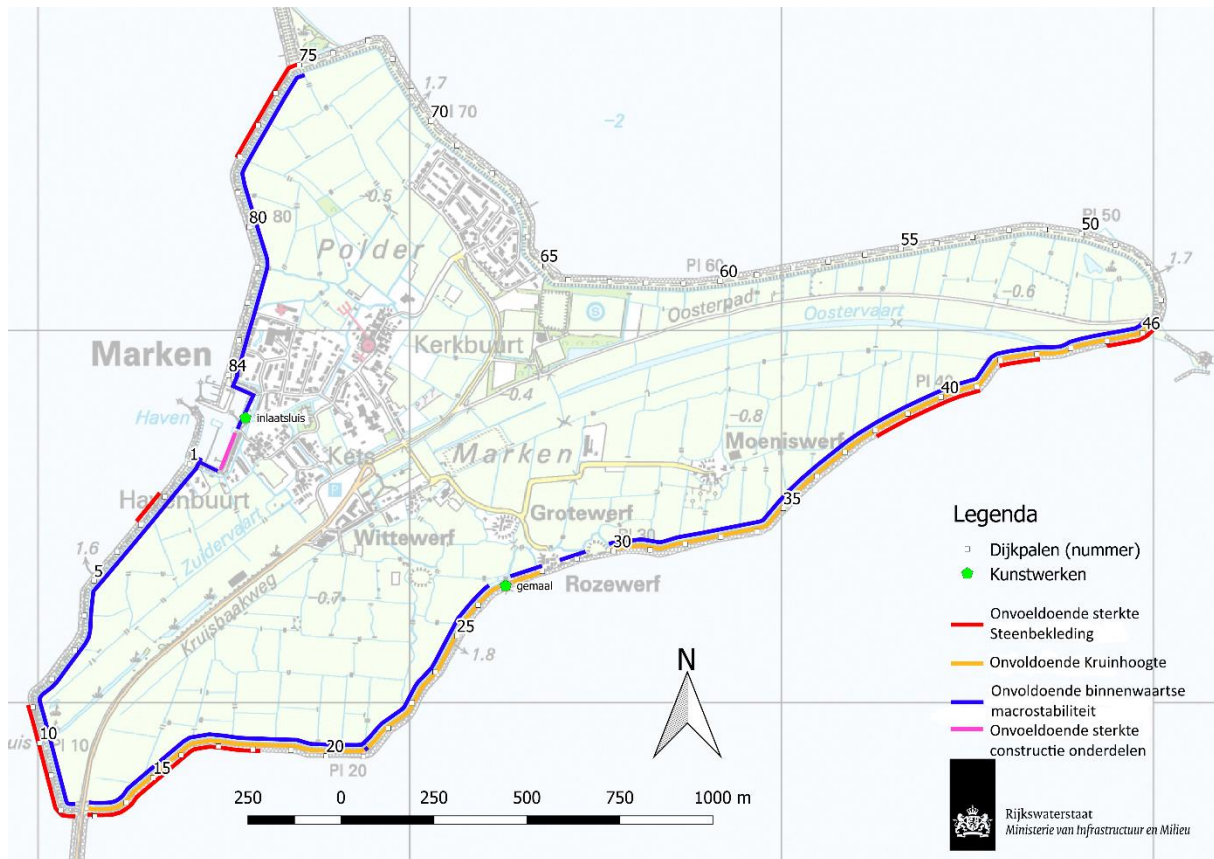
Ook de fysieke omstandigheden maken van de dijkversterking op Marken een bijzonder project. Marken ligt op een ondergrond van veen en kleilagen. Dit leidt ertoe dat door zettingen de bestaande dijken continue langzaam maar zeker wegzakken in het veen. En dat bij een ophoging versnelde zettingen tot risico's voor de stabiliteit van de dijk kunnen leiden.

Het planproces sinds 2008 heeft in 2012 geleid tot een dijkversterkingsplan dat echter nooit is uitgevoerd. De hoogte van de kades en het ruimtebeslag leidde tot veel weerstand op het eiland en er was onvoldoende budget om deze ingrijpende dijkversterking uit te voeren.

In deze MIRT-Verkenning is de problematiek opnieuw onderzocht op basis van nieuwe inzichten en de nieuwe veiligheidsnormering.

Dit project is één van de eerste projecten waarin met deze nieuwe methodiek is gewerkt. Hiertoe is intensief samengewerkt met experts op het gebied van waterveiligheid van overheid, onderzoeksinstituten en marktpartijen. Dit onderzoek heeft geleid tot de versterkingsopgave die is afgebeeld in figuur S.2.

¹ Deze conclusie is gebaseerd op de tweede en derde toetsronde primaire keringen



Figuur S.2 Scope dijkversterking Marken

De westkade voldoet in de huidige situatie niet op basis van de sterkte van delen van de steenbekleding en de binnenwaartse macrostabiliteit. Daarnaast ligt er een beheer- en onderhoudsopgave op de overige delen van de steenbekleding, het binnentalud en het fietspad. Er is een zeer beperkt hoogtetekort.

De zuidkade heeft een hoogtetekort van meer dan 50cm, over de hele lengte een aanzienlijk stabiliteitstekort en een opgave op de steenbekleding. Daarnaast spelen ook hier beheer- en onderhoudsopgaven. Voor de noordkade is er geen versterkingsopgave.

Samenvattend bestaat de versterkingsopgave dus uit het integraal versterken van circa 5,2 km dijk, 0,2 km maatwerk oplossing voor een hoogtetekort (Rozewerf) en het versterken van een damwand in de haven.



Figuur S.3 Zettingen leiden tot een onregelmatige en minder stabiele kade met weinig comfort voor fietser en wandelaars

Binnen welke kaders wordt gewerkt aan deze opgave?

Het onderzoek naar de dijkversterking op Marken wordt uitgevoerd binnen de pilot Meerlaagse Veiligheid Marken. Deze pilot is ingesteld nadat het in 2012 opgestelde dijkversterkingsplan onvoldoende draagvlak bij bestuurders en bewoners had gekregen. In de pilot, die onderdeel uitmaakt van het hoogwaterbeschermingsprogramma (HWBP) werken rijk, provincie, gemeente, waterschap en veiligheidsregio intensief samen. Tevens is er intensieve afstemming met de werkgroep dijkversterking van de Eilandraad Marken en is een klankbordgroep ingericht met meer lokale en regionaal gerichte belangenorganisaties.

In het project spelen de speciale gebiedskenmerken van Marken een belangrijke rol. De oplossingen moeten hierop aansluiten. Voorbeelden zijn de Rozewerf (woningen op de zuidkade) en de hoekpunten van het eiland met de vuurtoren, de Bukdijk en de Verbindingsdijk. Technisch-inhoudelijk spelen zettingen (dijken op veen) een belangrijke rol bij de uitvoering en de robuustheid van de oplossing, evenals de invloed daarvan op beheer en onderhoud. De kades liggen in een omgeving met hoge natuurwaarden: het Natura2000-gebied Markeermeer-IJmeer, het nationaal natuurnetwerk (NNN) en weidevogelgebied op het eiland en beschermde soorten op de kaden. Vanuit het verleden zijn de bewoners van Marken nauw betrokken bij de waterveiligheid.

De pilot heeft als motto en ambitie "Markant, leefbaar en veilig Marken". Deze ambitie is vastgesteld in het bestuurlijk overleg van juli 2014.

Binnen de pilot is als eerste stap een MIRT-onderzoek uitgevoerd waarin maatregelen uit de drie lagen² van het concept meerlaagse veiligheid in samenhang zijn onderzocht.

² laag 1: preventie van overstromingen door middel van dijkversterking en peilmaatregelen,

laag 2: duurzame ruimtelijke inrichting; adaptatie; waarborgen dat hoog water niet tot gevaar of hinder leidt (zoals het omhoog plaatsen van kwetsbare voorzieningen) en

laag 3: rampenbeheersing op orde: effectief ingrijpen en mogelijkheden voor zelfredzaamheid.

Op basis van dit MIRT-Onderzoek is besloten om alle lagen binnen de pilot verder uit te werken. Er is besloten om laag 1 (de dijkversterking) uit te werken om op korte termijn de waterveiligheid te borgen en daarnaast nader onderzoek te doen naar de mogelijkheden van adaptatie in de ruimtelijke inrichting (laag 2) en tevens de rampenbestrijding (laag 3) met extra energie ter hand te nemen.

Voor de dijkversterking moeten de volgende kansrijke maatregelen worden uitgewerkt:

- voor de westkade een optimum zoeken tussen kortcyclisch versterken en een 'beperkte reguliere versterking';
- voor de noordkade versterken binnen huidige ruimtebeslag met markante kruin (optimale versterkingscyclus te bepalen afhankelijk van keuzes voor west- en zuidkade):³
- voor de zuidkade 'kortcyclisch versterken', 'geoptimaliseerde nieuwe kade' en 'overslagbestendige kade'.

Hierbij is aangegeven dat ook meekoppelkansen voor recreatie en optimaliseren van het watersysteem uitgewerkt moeten worden.

Dit besluit vormt het bestuurlijke kader voor de uitgevoerde verkenning.

In de eerste fase van deze verkenning zijn drie inhoudelijke kaders opgesteld.

1 Technisch Ontwerpkader. Hierin zijn uitgangspunten vastgelegd voor de technische invoerparameters voor de berekeningen van de dijkprofielen. In dit ontwerpkader is de meest actuele kennis van specialisten van rijk, waterschap, onderzoeksinstellingen en marktpartijen gebundeld ten aanzien van het werken met de nieuwe normering en het nieuwe ontwerpinstrumentarium.

2. Kader Ruimtelijke Kwaliteit: Om te komen tot een oplossing die past bij de unieke ruimtelijke kwaliteiten van Marken is binnen het project dit kader opgesteld en in september 2015 vastgesteld door de gemeenteraad van Waterland. Het kader bevat aandachtspunten voor het ontwerp van de dijkprofielen en criteria voor de beoordeling van het ontwerp en de inpassing van de nieuwe kades;



Figuur S.4 Compact profiel van de kade als belangrijke ruimtelijke kwaliteit; het water is aan twee kanten beleefbaar.

³ Zoals hiervoor is aangegeven is er voor de noordkade geen versterkingsopgave meer, dus dit deel van het besluit is niet nader uitgewerkt.

3. Beoordelingskader: een vastgestelde set van criteria op basis waarvan de alternatieven worden vergeleken. Dit kader is in een vroeg stadium besproken met en vastgesteld door de regionale partijen. Het beoordelingskader omvat de thema's waterveiligheid, ruimtelijke kwaliteit, archeologie, cultuurhistorie, ruimtegebruik, natuur, bodem (inclusief zettingen) en water, uitvoerbaarheid, beheer en onderhoud, LCC-kostenraming, draagvlak en maatschappelijke meerwaarde.

Welke alternatieven zijn onderzocht ?

In de verkenning zijn, op basis van het hiervoor aangehaalde besluit en de nader vastgestelde versterkingsopgave, drie integrale alternatieven ontwikkeld. Deze integraliteit zit in een aantal elementen:

- een veilige oplossing op basis van een helder en uniform veiligheidsconcept voor alle kaden;
- een goede inpassing van het technische profiel op basis van het Kader Ruimtelijke Kwaliteit;
- goede overgangen tussen de verschillende kaden in de hoekpunten van het eiland;
- een uniform gebruik van materiaal en dijkmeubilair;
- eenheid in verscheidenheid.



Figuur S.5 Voorbeeld van integraliteit; bij de aansluiting Verbindingsweg worden zuidkade en westkade in één lijn gelegd, en krijgt de westkade in het deel tussen west en bocht dezelfde hoogte als de zuidkade opdat de bezoeker van Marken een helder beeld van de entree van het eiland krijgt. Dit principe geldt voor alle alternatieven.

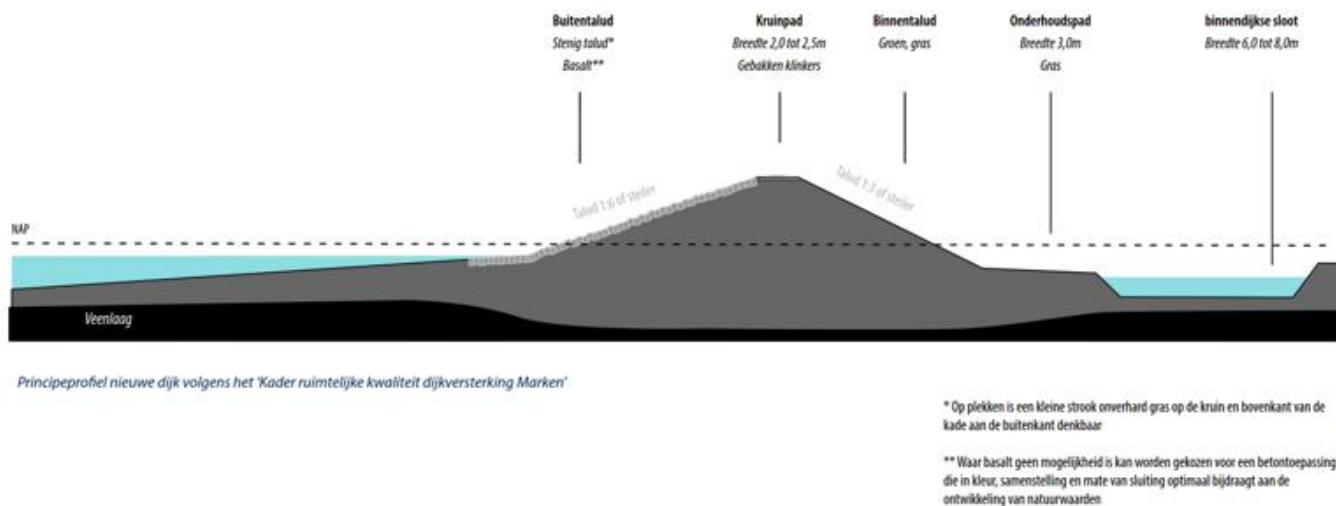
In alle alternatieven is uitgebreid gekeken naar de uitvoerbaarheid en de mogelijkheden om de negatieve effecten van zettingen in de ondergrond op de stabiliteit van de dijk te beperken.

Als eerste stap is dit gedaan door te streven naar een beperking van de zettingen door een beperking van de hoogte en breedte van de nieuwe kade. Dit is mogelijk door uit te gaan van een kortere plancyclus of door een hoger overslagdebiet toe te staan. Op basis van deze twee elementen zijn drie alternatieven vastgesteld. Deze alternatieven noemen we de basialternatieven.

Tabel S.1 Conceptuele basis van de alternatieven

Naam alternatief	planperiode	maximale overslag
Langcyclische versterking (LCV1)	50 jaar	5 l/ms
Kortcyclische versterking (KCV1)	25 jaar	5 l/m/s
Overslagbestendige versterking (OV1)	50 jaar	10 l/m/s

Per alternatief zijn de noodzakelijke kadehoogtes en breedtes bepaald op basis van de uitgangspunten in het technisch ontwerp kader en is het dwarsprofiel vormgegeven op basis van de principes uit het Kader Ruimtelijke kwaliteit. Dit dwarsprofiel leidt voor de alternatieven voor de zuidkade tot een substantiële verbreding van de kade; voor de westkade blijft deze verbreding beperkt tot maximaal circa 1-2 meter. In figuur S.6 is het principeprofiel van een kade op basis van het Kader Ruimtelijke Kwaliteit opgenomen.



Figuur S.6 Karakteristieken van het principeprofiel

Voor de zuidkade zijn ook verschillende methoden van aanleg/uitvoering onderzocht. In de uitwerking van het alternatief LCV1 is aangesloten bij een voorstel van de werkgroep dijkversterking van de Eilandraad Marken om een nieuwe dijk aan te leggen op een ondergrond van zand, in plaats van het aanwezige veen. Met deze grondverbetering is het risico van schade aan de dijk door zettingen na aanleg zoveel mogelijk beperkt. Ook in de uitwerking van KCV1 en OV1 zijn maatregelen opgenomen om de zettingen tijdens en na realisatie zoveel mogelijk te beperken: verticale drainage en/of het toepassen van overhoogte. In deze alternatieven wordt de grond in een aantal slagen laagsgewijs opgebracht om de zettingen te beheersen.

Een belangrijke constatering bij de doorrekening van de profielen met het nieuwe ontwerpinstrumentarium was dat de hoogte van de kades aanzienlijk beperkt kan worden door de toevoeging van een buiten- en een binnenberm. Daarom zijn in alle alternatieven voor beide kades buitenbermen opgenomen.

Voor de **zuidkade** zijn in drie basialternatieven verschillende keuzes gemaakt voor de richting (naar binnen, naar buiten of in beide richtingen) van de dijkversterking. Dit zijn geen keuzes die noodzakelijkerwijs verbonden zijn aan de betreffende alternatieven, ook andere combinaties zijn mogelijk. De keuzes zijn gemaakt om de bandbreedte van de effecten in het ruimtebeslag in de verbreding van de kade in beeld te krijgen. Bij de keuze van het voorkeursalternatief kan de voorkeur voor de richting van dijkversterking worden vastgelegd en afwijken van hetgeen is uitgewerkt in de basialternatieven.

Voor de **westkade** bleek na de bepaling van de benodigde hoogtes en breedtes dat de kade in het grootste alternatief (cyclus 50 jr en overslag 5 l/m/s) te realiseren is met een beperkte ophoging binnen het bestaande profiel of met een zeer kleine (maximaal circa 2 meter) verbreding buitenwaarts. In de andere alternatieven is de resulterende hoogte zodanig dat deze gelijk is aan of lager is dan de huidige kadehoogte. Aanpassing van de bekleding is in elk alternatief noodzakelijk. Beredeneerd is dat het dan zinvol is om direct het beperkte hoogtetekort aan te pakken om te voorkomen dat dit na een volgende toetsronde op afzienbare termijn alsnog noodzakelijk is. Voor de westkade resteert daarom één alternatief, welke is aangeduid als Westkade.

De relevante maten voor de **westkade** zijn aangegeven in tabel 5.2a en voor de **zuidkade** in tabel 5.2b.

Tabel 5.2a Maatvoering westkade

alternatief	maatvoering westkade		
	Ontwerp- hoogte ⁴ (m)	Breedte buitenberm (m)	Breedte binnen- berm (m)
Westkade	1,57	2,5	3

Tabel 5.2b Maatvoering en versterkingsrichting basialternatieven zuidkade

alternatief	maatvoering zuidkade			Versterkingsrichting
	Ontwerp- hoogte ⁵ (m)	Breedte buiten- berm (m)	Breedte binnen- berm (m)	
LCV1	2,37	5	3 ⁶	buitenwaarts
KCV1	1,77	5	6	binnenwaarts
OVB1	2,15	5	7	vierkant (binnen- en buitenwaarts)

De kenmerkende profielen van deze basialternatieven zijn opgenomen in onderstaande figuren.

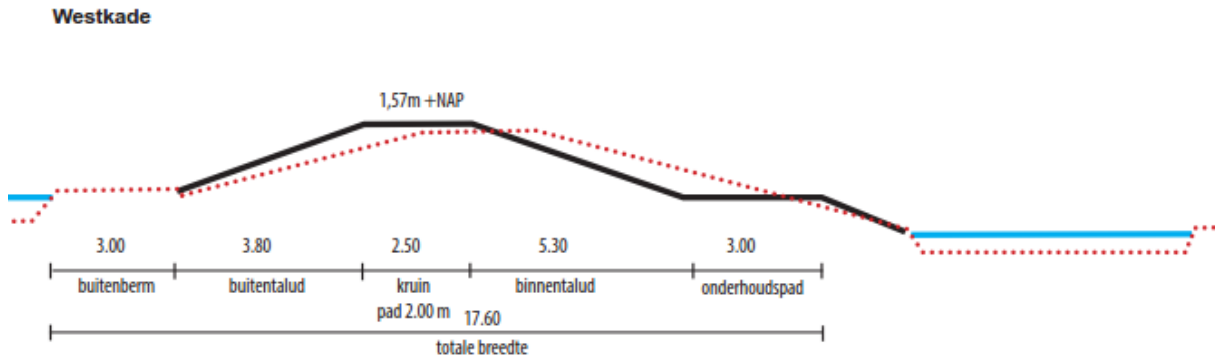
- **profiel westkade**

Het profiel van de versterking van de westkade is opgenomen in figuur S. 7. De zwarte lijn is het nieuwe dwarsprofiel; de rode lijn het huidige. De teensloot aan de binnenzijde kan gehandhaafd blijven; de knik in het binnentalud heeft als doel de zichtlijn tussen kade en sloot te versterken. Het onderste, minst steile gedeelte van het binnentalud fungeert tevens als onderhoudstrook.

⁴ Huidige hoogte (gemiddeld): 1,45 m

⁵ Huidige hoogte (gemiddeld): 1,35 m

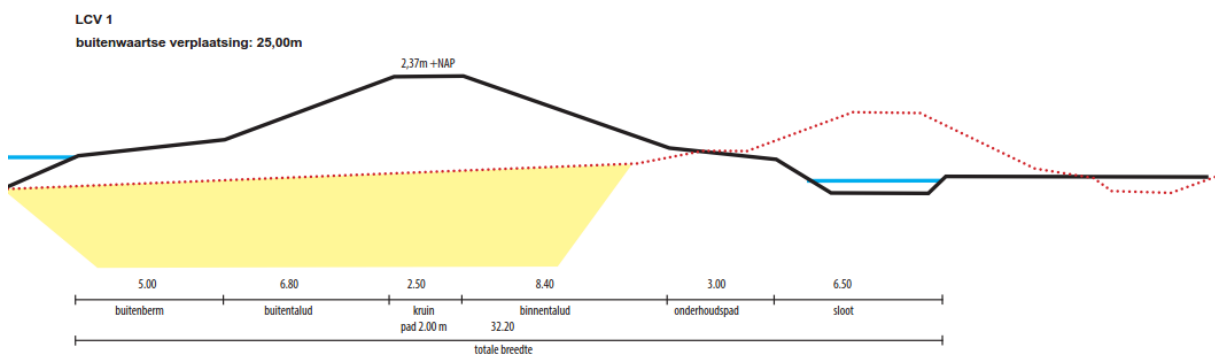
⁶ Deze binnenberm doet dienst als onderhoudstrook; vanwege de grondverbetering is voor de stabiliteit geen steunberm noodzakelijk.



Figuur S.7 Profiel Westkade;

- **profiel zuidkade-LCV1**

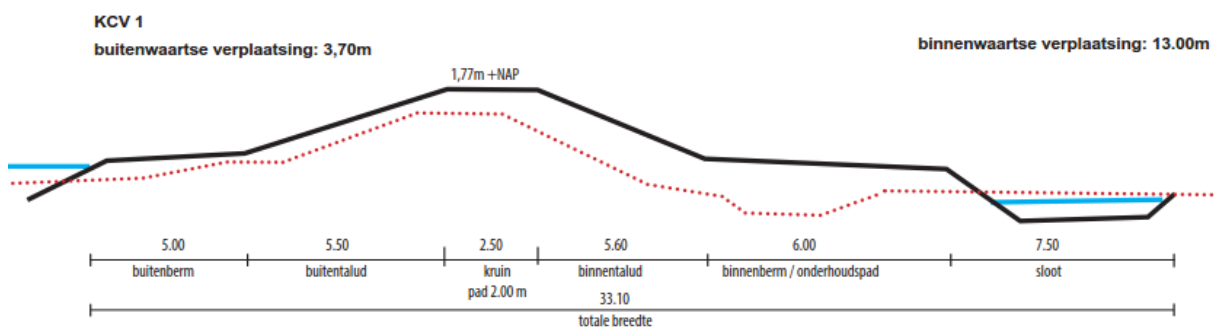
LCV1 resulteert in het grootste profiel voor de zuidkade. Dit is opgenomen in figuur S.8. De zwarte lijn is het nieuwe dwarsprofiel; de rode lijn het huidige. De bestaande kade wordt afgegraven; het materiaal wordt benut in de nieuwe kade. De teensloot schuift mee met de dijk, vanuit het Kader Ruimtelijke Kwaliteit (ambitie om aan beide zijden van de dijk water te ervaren). De gele kern representeert de grondverbetering welke binnen dit alternatief wordt toegepast om zettingen te minimaliseren.



Figuur S.8 Profiel LCV1 – zuidkade

- **profiel zuidkade-KCV1**

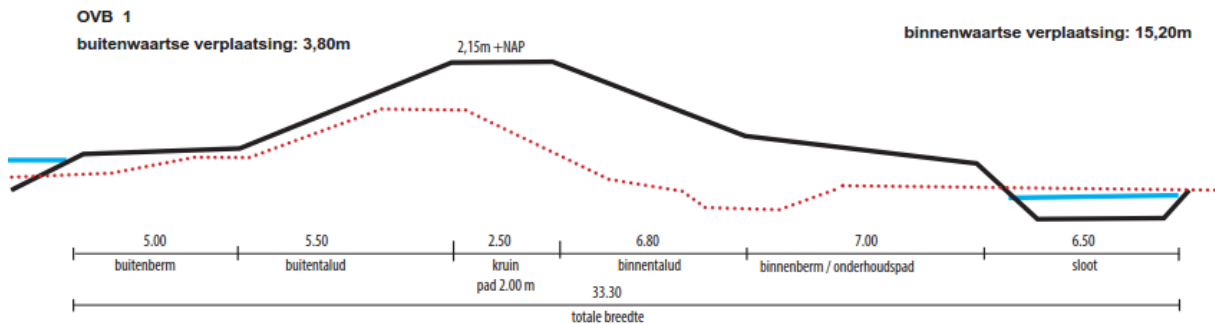
KCV1 resulteert in het kleinste profiel voor de zuidkade. Het profiel is opgenomen in figuur S.9. De zwarte lijn is het nieuwe dwarsprofiel; de rode lijn het huidige. De teensloot schuift circa 13 meter naar binnen; voor een tweede cyclus over 25 jaar is aanvullend ruimtebeslag van enkele meters opgenomen.



Figuur S.9 Profiel KCV1-zuidkade;

- **profiel zuidkade OVB1**

Het profiel van OVB1 zit qua maatvoering tussen beide voorgaande alternatieven in. Het profiel is opgenomen in figuur S.10. De zwarte lijn is het nieuwe dwarsprofiel; de rode lijn het huidige. De versterking wordt naar twee kanten uitgevoerd; de teensloot schuift circa 3 meter naar binnen.



Figuur S.10 Profiel OVB1-zuidkade

- **Inpassing van de alternatieven**

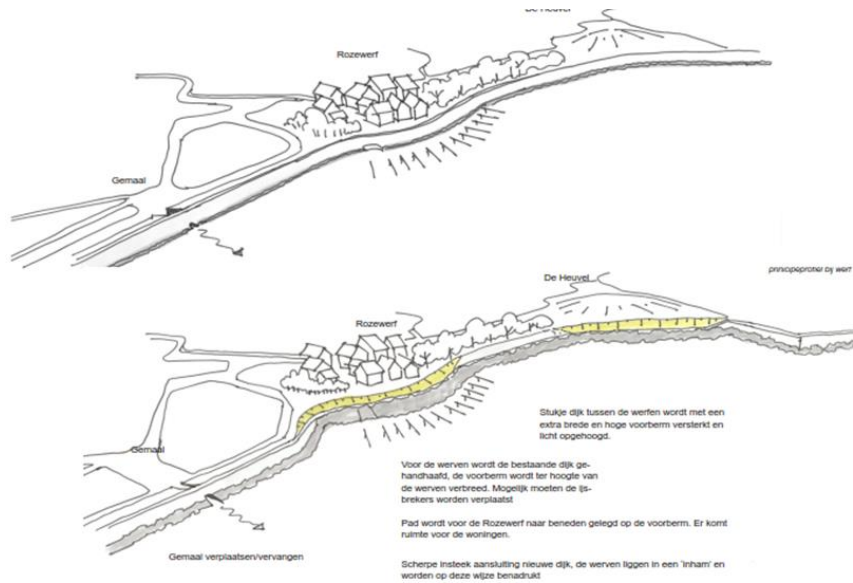
In het kader van de integrale uitwerking van de alternatieven is in de Verkenning een eerste uitwerking gemaakt van de landschappelijke inpassing van de kade. Als voorbeeld is in figuur S.11 een deel van de zuidkade getoond in de huidige situatie en na realisatie van alternatief LCV1.



Figuur S.11 Zuidkade tussen de Rozewerf en de vuurtoren, huidig (boven) en in LCV1 vanaf dezelfde locatie.

Ook is gekeken naar de inpassing op specifieke locaties zoals de hoekpunten van het eiland (zie figuur S.5) en de versterking bij de Rozewerf (zie figuur S.12). Hier is de optie om voor de werf en het archeologisch monument De Heuvel een bredere buitenberm te realiseren waarop het wandel-

en fietspad komt te liggen. Hiermee wordt de leefruimte en de privacy voor de bewoners op de Rozewerf vergroot.



Figuur S.12 Versterking bij de Rozewerf, huidige beeld en principeprofiel bij een buitenwaartse versterking

Wat zijn de effecten van de alternatieven ?

De effecten van de alternatieven zijn in twee stappen onderzocht. Als eerste stap zijn de drie hiervoor beschreven basialternatieven vergeleken op basis van het vastgestelde beoordelingskader. De beoordeling op de diverse criteria is bediscussieerd met de betrokken overheidspartners. De effecten zijn beoordeeld met een 7-punts +/- schaal met de volgende betekenis:

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

In hoofdstuk 7 van de MIRT-Verkenning is per criterium aangegeven wat de basis van de beoordeling is. Afhankelijk van het thema en criterium is dit:

- toetsing aan een beleidsdoelstelling of ander vastgesteld kader;
- vergelijking ten opzichte van de autonome ontwikkeling als referentiesituatie (de situatie op Marken in 2025 zonder maatregelen om de kades te versterken); die referentiesituatie is in dat geval altijd beoordeeld als neutraal (0);
- een relatieve vergelijking tussen de verschillende alternatieven.

Als tweede stap is geanalyseerd of optimalisaties mogelijk zijn door andere uitvoeringsmethodes of versterkingsrichtingen (binnenwaarts/buitenwaarts) te koppelen aan de basialternatieven of door ontwerpelementen uit een basialternatief te recombineren tot nieuwe, afgeleide alternatieven.

De vergelijking van de basialternatieven is hieronder gepresenteerd op basis van de verschillen tussen de effecten van de versterking van de zuidkade. Immers, voor de westkade is in alle basialternatieven dezelfde uitwerking opgenomen. In de analyse van kosten en effecten is

daarnaast rekening gehouden met een periode van 100 jaar. Dit betekent dat in de alternatieven LCV1 en OVB1 twee versterkingscycli zijn opgenomen en in KCV1 vier.

• **Vergelijking van de basisalternatieven**

Tabel S.3 Overzichtstabel beoordelingen

Thema	Criterium	Westkade	Zuidkade		
			LCV1	KCV1	OVB1
Waterveiligheid	Overstromingskans	+	++	+	+
	Borging	+	+	+	+
Ruimtelijke kwaliteit	Continuïteit op het schaalniveau van het eiland	+	-	0	-
	Verscheidenheid binnen eenheid	+	+	+	+
	Passend bij de maat en schaal van Marken	+	-	+	-
	Vorm: principe-profiel	+	0/+	0/+	0/+
	Vorm: patina van de tijd	+	--	0	-
Archeologie	Behoud van archeologische waarden	-	--	-	-
Cultuurhistorie	Behoud / versterking van cultuurhistorische waarden	0	-	0	0
Ruimtegebruik	Wonen en werken	0	0	0	0
	Landbouw	0	0	-	-
	Recreatie	0	0	0	0
Natuur	Natura 2000	0/-	-	0/-	0/-
	Natuurnetwerk Nederland (NNN)	0	0	-	-
	Weidevogelgebied	0	0	-	-
	Flora- en faunawet (soortenbescherming)	-	-	-	-
Bodem en water	Bodem	0	--	-	-
	Zetting	0	+	-	-
	Water	0	0	0	+
Uitvoerbaarheid	Technische uitvoerbaarheid	0	-	0	0
	Uitvoeringstijd	0	0	--	-
	Grondverwerving	0	0	-	-
	Overlast	0/-	0/-	--	-
Beheer en onderhoud	Uitvoering beheer en onderhoud	0	+	0/+	0/+
	Overlast	0	0/+	0	-

Thema	Criterium	Westkade	Zuidkade		
			LCV1	KCV1	OVB1
LCC Kostenraming	Investeringskosten	0	-	0	0/-
	LCC-kosten (netto contact)	0	-	0	0
	Financierbaarheid	+	0	+	+
Draagvlak		0	+	-	0
Maatschappelijke meerwaarde	Ruimte voor meekoppelkansen	+	+	+	+
	Ruimte voor MLV-maatregelen laag 2 en 3	0	0	0	0

• **Vergelijking van de alternatieven per thema**

Alle alternatieven zijn positief beoordeeld op het thema **Waterveiligheid**. Uit de vergelijking blijkt dat LCV1 meerwaarde heeft ten opzichte van KCV1 en OVB1 vanwege de meer robuuste uitvoering (maatvoering en wijze van aanleg).

Bij de beoordeling op het thema **Ruimtelijke Kwaliteit** leidt de grotere maatvoering van LCV1 er juist toe dat deze negatiever wordt beoordeeld dan KCV1 en OVB1. KCV1 is voor de ruimtelijke kwaliteit het meest gunstige alternatief. Dit hangt vooral samen met de maatvoering; naarmate de ingreep kleiner is, is de beoordeling van de ruimtelijke kwaliteit gunstiger.

Voor **Archeologie** leidt LCV1 in potentie tot grote effecten vanwege de grondverbetering. Ook in de andere alternatieven zijn effecten niet uit te sluiten en is nader veldonderzoek noodzakelijk. LCV1 is het meest negatief beoordeeld.

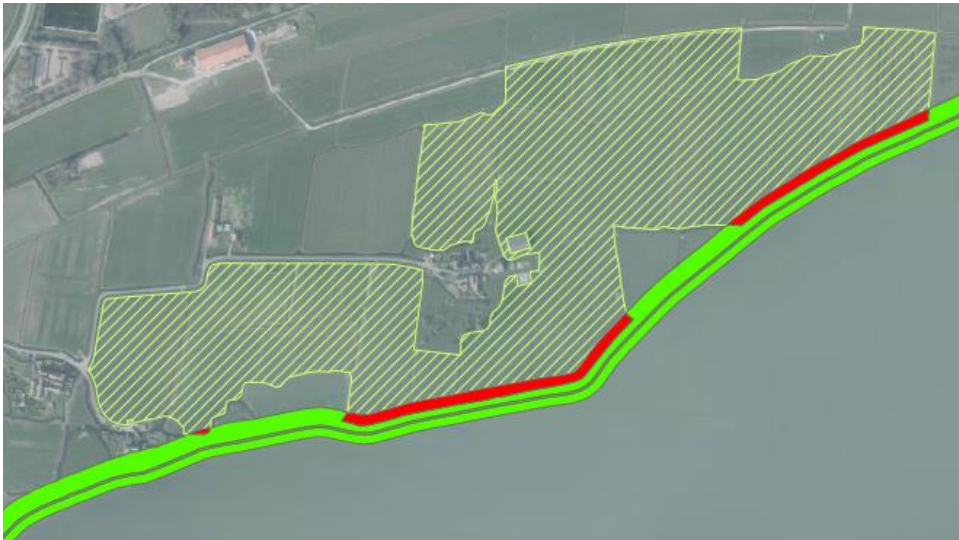
Ook voor het aspect **Cultuurhistorie** is LCV1 negatiever dan de andere alternatieven. Dit heeft te maken met het afgraven van de bestaande zuidkade in LCV1. In de andere alternatieven blijft de bestaande dijk meer herkenbaar.

Voor het thema **Ruimtegebruik** is LCV1 het meest gunstige alternatief. Het eiland Marken wordt in dit alternatief uitgebreid. In KCV1 en OVB1 vindt ruimtebeslag op agrarische grond plaats. Deze alternatieven zijn hierdoor negatief beoordeeld binnen dit thema.

Alle alternatieven leiden tot negatieve effecten binnen het thema **Natuur**. LCV1 is het meest negatief voor Natura2000 vanwege het grootste ruimtebeslag buitendijks. Het alternatief is wel als vergunbaar binnen de Natuurbeschermingswet beoordeeld. Hiervoor zal in de volgende fase een passende beoordeling moeten worden opgesteld.

KCV1 en OVB1 hebben meer nadelen voor de ecologische hoofdstructuur (NNN) vanwege het ruimtebeslag binnendijks. Dit is geïllustreerd in figuur 5.13.

Alle alternatieven leiden tot negatieve effecten op een aantal beschermde soorten.



Figuur S.13 Ruimtebeslag KCV1 in NNN-gebied op Marken

Binnen het thema **Bodem en water** is LCV1 het meest positief op het criterium zettingen en het meest negatief op het criterium bodem.. Door de grondverbetering nemen de restzettingen substantieel af. OVB1 is relatief positief voor de waterhuishouding, aangezien de aanvullende waterhuishoudkundige maatregelen om overslag te mitigeren bijdragen aan het voorkomen van overlast door neerslag en het robuuster maken van het watersysteem in de dagelijkse situatie.

Binnen het thema **Uitvoerbaarheid** is het beeld wisselend. LCV1 is qua technische uitvoerbaarheid als negatief beoordeeld ten opzichte van KCV1/OVB1 vanwege de uitvoeringsrisico's voor de stabiliteit van de bestaande kade bij de grondverbetering. LCV1 is echter gunstiger dan de andere alternatieven op het gebied van uitvoeringstijd, grondverwerving (risico voor de planning) en overlast tijdens de uitvoering. KCV1 is relatief meer negatief vanwege de extra benodigde versterkingscycli binnen dit alternatief.

Ook binnen het thema **Beheer en onderhoud** is LCV1 positiever beoordeeld dan KCV1 en OVB1. Door de grotere maatvoering en robuustheid (grotere draagkracht voor materieel) is onderhoud eenvoudiger en met minder overlast voor de omgeving uit te voeren.

Voor het thema **LCC Kostenraming** is LCV1 het duurste alternatief, zowel qua investering als qua totale LCC-kosten (100 jaar). Qua investering is KCV1 het meest gunstig; qua LCC-kosten zijn KCV1 en OVB1 gelijkwaardig.

Het alternatief LCV1 is vanuit het thema **draagvlak** het meest positief beoordeeld. Bepalende elementen hierin zijn de meerwaarde op de criteria overstromingskans en beperken van zettingen (door de grondverbetering), alsmede de buitenwaartse uitbreiding waardoor ruimtebeslag op agrarische gronden wordt voorkomen.

De bewoners op Marken zijn zeer betrokken en hebben hun deskundigheid in het proces ingezet. Ze hebben voorkeur voor een buitenwaartse oplossing, waarbij geen grondaankoop nodig is. Ook willen ze graag een dijk op grondverbetering, om zo de zettingsproblematiek te verminderen.

Alle alternatieven bieden ruimte voor meekoppelkansen en zijn daarmee positief beoordeeld binnen het thema **Maatschappelijke meerwaarde**. In de Verkenning zijn vier pakketten met meekoppelkansen gedefinieerd:

- Optimalisatie waterhuishouding;
- Ontwikkelingen Bukdijk;
- De mooiste wandeling van Holland;
- Verbinding met het water.



Figuur S.14 Verbeelding mogelijke invulling meekoppelkans Verbinding met het water

• **Mogelijkheden voor optimalisatie of herschikking van ontwerpelementen**

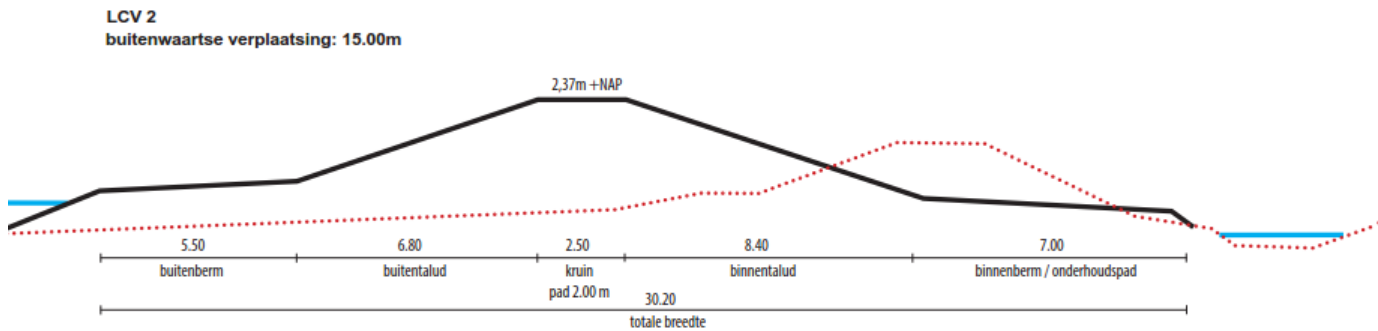
Op basis van de zwakke punten per alternatief is gekeken naar optimalisatiemogelijkheden van de basialternatieven en naar mogelijkheden om ontwerpelementen anders te combineren dan in de basialternatieven om de kansrijkheid van de alternatieven te vergroten. De kansrijkheid van een alternatief wordt groter als de waterveiligheidsdoelstelling op een zelfde wijze is geborgd, tegen lagere kosten of met minder externe effecten. Deze afgeleide alternatieven zijn in het kort benoemd als optimalisaties.

Deze optimalisatiemogelijkheden zijn in deze fase globaal geanalyseerd. Hiermee ontstaat een basis die richting geeft aan de uitwerking van het voorkeursalternatief in de planuitwerkingsfase. Daartoe zijn de optimalisaties eerst beschreven in relatie tot het alternatief waarvan ze zijn afgeleid. Aan het eind van deze paragraaf is een integrale tabel opgenomen waarin de optimalisaties ten opzichte van elkaar zijn beoordeeld.

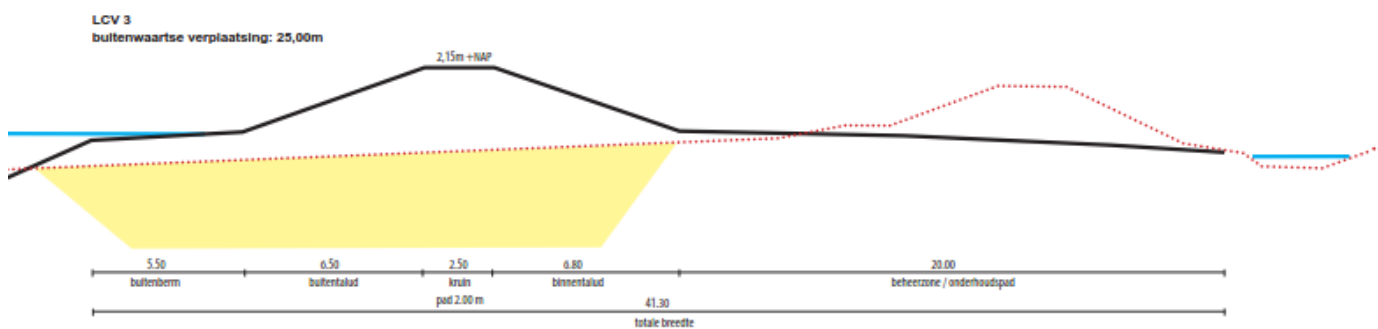
LCV

Het onderscheidende nadeel van LCV1 ten opzichte van de andere alternatieven zit in de substantieel hogere kosten (aanleg en LCC). Deze hogere kosten hebben vooral te maken met de grotere maatvoering (meer materiaalgebruik) en met de grondverbetering. Het aanknopingspunt voor optimalisatie van LCV1 is derhalve het beperken van kosten. Dit is op twee manieren mogelijk:

- Uitvoering van LCV zonder grootschalige grondverbetering. Met een buitenwaartse versterking op basis van een laagsgewijze opbouw met zettingsbeperkende maatregelen zoals beschreven voor KCV en OVB wordt het risico op (verschillen in) zettingen beheerst. Deze optimalisatie is benoemd als LCV2.
- Toestaan van een hogere overslag waardoor een lagere dijk mogelijk is en er derhalve minder materiaal nodig is; deze optimalisatie is benoemd als LCV3.



Figuur S.15: LCV2; optimalisatie van basisalternatief LCV1 (geen grootschalige grondverbetering)



Figuur S.16: LCV3; optimalisatie van basisalternatief LCV1 (lagere kade door meer overslag toe te staan)

LCV2 leidt ten opzichte van LCV1 en LCV3 tot een relevant kostenvoordeel en tot een meer positieve beoordeling (minder negatief) voor ruimtelijke kwaliteit en archeologie. LCV2 leidt tot een minder positieve beoordeling voor beheer en onderhoud en voor draagvlak dan LCV1 en LCV3. Binnen de andere thema's is het verschil deels positief/deels negatief of verandert er in de beoordeling niets.

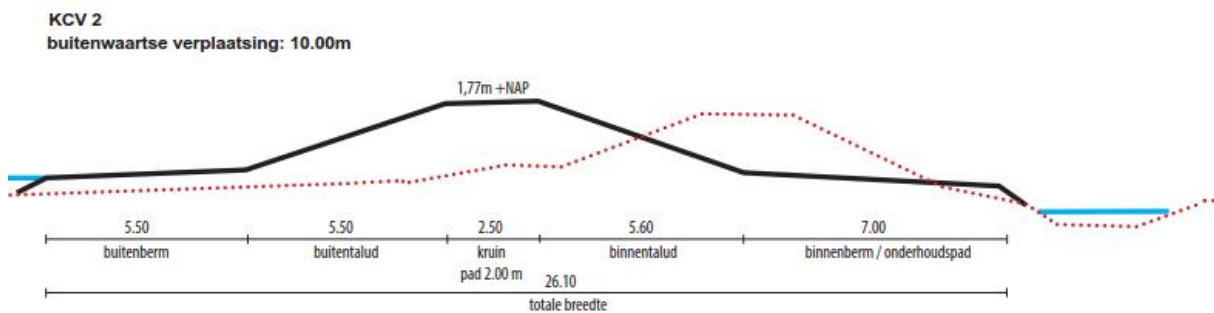
Samenvattend leidt LCV3 tot beperkte voordelen ten opzichte van LCV1. Deze komen vooral voort uit de toegevoegde waterhuishoudkundige maatregelen. Voor de ruimtelijke kwaliteit wordt LCV3 negatiever beoordeeld dan LCV1 omdat de afstand tussen de kade en de teensloot erg groot wordt en daarmee de relatie tussen de kade en het water van de teensloot afneemt. Hier ligt een ontwerppoging voor de planuitwerkingsfase.

• KCV en OVB

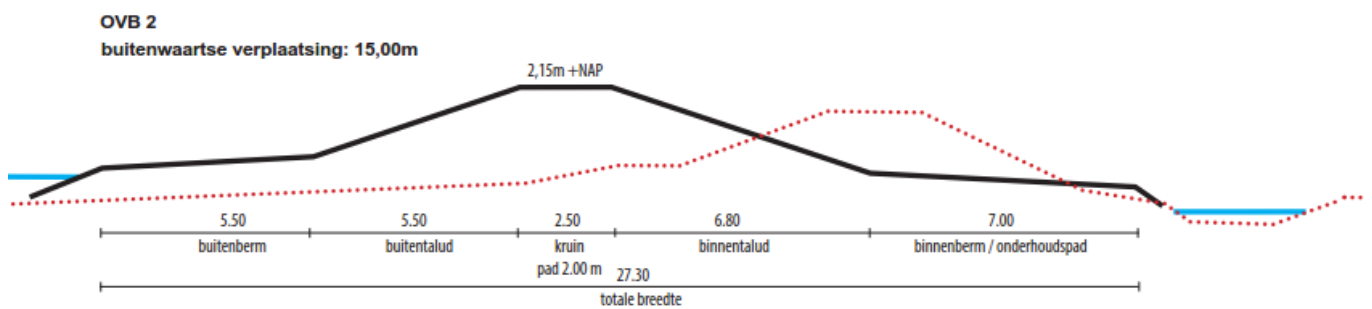
De meest onderscheidende negatieve effecten van KCV1 en OVB1 ten opzichte van LCV1 worden veroorzaakt doordat in deze alternatieven een binnenwaartse respectievelijk vierkante dijkversterking is opgenomen. Het ruimtebeslag op het eiland veroorzaakt negatieve effecten voor ruimtegebruik, natuur, grondverwerving en draagvlak. Voor beide alternatieven is derhalve optimalisatie mogelijk door de bestaande teensloot te handhaven en van daaruit naar buiten de kade te verbreden en te versterken. Het eiland wordt dan niet meer kleiner maar weer wat groter. Dit is positief voor Marken. Er is geen ruimtebeslag op gronden van derden en er is dus geen grondverwerving noodzakelijk. De buitenwaartse afgeleide alternatieven zijn aangeduid als KCV2 en OVB2.



Figuur S.17 Teensloot als grens voor uitbreiding buitenwaarts, zoals in LCV2/3, KCV2 en OVB2



Figuur S.18: KCV2; optimalisatie van basisalternatief KCV op basis van beperking effecten ruimtegebruik en natuur



Figuur S.19: OVB2; optimalisatie van basisalternatief OVB op basis van beperking effecten ruimtegebruik en natuur

KCV2 heeft de op de volgende criteria voordelen ten opzichte van KCV1:

- Binnen het thema ruimtegebruik voor het criterium landbouw; (geen ruimtebeslag)
- Binnen het thema natuur voor het criterium aantasting NNN en weidevogelgebied; (geen resp. minder ruimtebeslag)
- Binnen het thema bodem en water voor het criterium zetting (in KCV2/OVB2 alleen aan de buitenzijde, in KCV1/OVB1 aan beide zijden);
- Binnen het thema uitvoerbaarheid voor het criterium grondverwerving (geen aankoop noodzakelijk);
- Draagvlak, vanwege bovenstaande punten.

KCV2 en OVB2 zijn negatief ten opzichte van KCV1 resp. OVB1 op het criterium cultuurhistorie omdat in de buitenwaartse uitbreiding de bestaande dijk volledig wordt afgegraven. Het verschil in kosten is beperkt.

In tabel S.4 zijn de vier afgeleide alternatieven voor de zuidkade ten opzichte van elkaar vergeleken.

Tabel S.4 Overzichtstabel beoordelingen afgeleide alternatieven voor de zuidkade

Thema	Criterium	Zuidkade				
		LCV2	LCV3	KCV2	OVB2	
Waterveiligheid	Overstromingskans	+	++	+	+	
	Borging	+	+	+	+	
Ruimtelijke kwaliteit	Continuïteit op het schaalniveau van het eiland	-	-	0	-	
	Verscheidenheid binnen eenheid	+	+	+	+	
	Passend bij de maat en schaal van Marken	-	-	+	-	
	Vorm: principe-profiel	0/+	-	0/+	0/+	
	Vorm: patina van de tijd	-	--	0	-	
	Behoud van archeologische waarden	-	--	-	-	
Archeologie	Behoud / versterking van cultuurhistorische waarden	-	-	-	-	
Cultuurhistorie	Behoud / versterking van cultuurhistorische waarden	-	-	-	-	
	Ruimtegebruik	Wonen en werken	0	0	0	0
		Landbouw	0	0	0	0
Recreatie		0	0	0	0	
Natuur	Natura 2000	-	-	-	-	
	Natuurnetwerk Nederland (NNN)	0	0	0	0	
	Weidevogelgebied	0	0	0	0	
	Flora- en faunawet (soortenbescherming)	-	-	-	-	
Bodem en water	Bodem	-	--	-	-	
	Zetting	0/-	+	0/-	0/-	
	Water	0	+	0	+	
Uitvoerbaarheid	Technische uitvoerbaarheid	0	-	0	0	

Thema	Criterium	Zuidkade			
		LCV2	LCV3	KCV2	OV2
	Uitvoeringstijd	-	0	--	-
	Grondverwerving	0	0	0	0
	Overlast	-	0/-	--	-
Beheer en onderhoud	Uitvoering beheer en onderhoud	0/+	+	0/+	0/+
	Overlast	0	0/+	0	0
LCC Kostenraming	Investeringskosten	0/-	-	0	0/-
	LCC-kosten netto contant	0	-	0	0
	Financierbaarheid	+	0	+	+
Draagvlak		0/+	+	0	0
Maatschappelijke meerwaarde	Ruimte voor meekoppelkansen	+	+	+	+
	Ruimte voor MLV-maatregelen laag 2 en 3	0	0	0	0

Hoe gaat het verder ?

De drie basialternatieven en vier afgeleide alternatieven zijn maakbaar (uitvoerbaar zonder onaanvaardbare overlast) en vergunbaar (onder meer Natura2000, Flora- en faunawet, archeologie en cultuurhistorie), dus ze zijn alle mogelijk. En de alternatieven zijn aanzienlijk compacter dan het plan uit 2012.

Op basis van de uitkomsten van de Verkenning wordt een advies voor een voorkeursalternatief ontwikkeld. Dit advies wordt opgesteld door het regionaal bestuurlijk overleg waarin de in dit project betrokken overheden⁷ samenwerken. Gehoord het advies stelt de minister van Infrastructuur en Milieu het voorkeursalternatief vast. Dit voorkeursalternatief wordt vervolgens in de planuitwerkingsfase uitgewerkt tot een concreet ontwerp, dat juridisch zal worden vastgelegd in een Projectplan Waterwet en andere noodzakelijke vergunningen. In deze fase is ook nog een nadere optimalisatie mogelijk.

Globaal ziet de planning er als volgt uit:

- Zomer 2016: vaststellen voorkeursalternatief
- Zomer 2016- eind 2017: planuitwerkingsfase: uitwerking voorkeursalternatief en vastleggen in Projectplan Waterwet en andere vergunningen;
- Begin 2018: selecteren aannemer;
- Medio 2018 – 2022: Realisatie.

⁷ Ministerie I&M, Hoogwaterbeschermingsprogramma, Rijkswaterstaat, Hoogheemraadschap Noorderkwartier, provincie Noord-Holland, gemeente Waterland, Veiligheidsregio Zaanstreek-Waterland