



Rijkswaterstaat
Ministerie van Infrastructuur en Milieu

MIRT VERKENNING DIJKVERSTERKING MARKEN

Rapportage Alternatieven

Datum	3 juni 2016
Status	D.2

Colofon

Uitgegeven door	Sweco Nederland B.V.
Informatie	
Telefoon	
Fax	
Uitgevoerd door	
Opmaak	
Sweco ref.nr.	SWNL-0179703
Datum	3 juni 2016
Status	Definitief
Versienummer	D.2

Inhoud

Samenvatting—9

1 Inleiding—29

- 1.1 Aanleiding—29
- 1.2 Projectbeschrijving—33
 - 1.2.1 De versterkingsopgave—33
 - 1.2.2 Technisch Ontwerpkader—34
 - 1.2.3 Kader Ruimtelijke Kwaliteit—35
 - 1.2.4 Beoordelingskader—36
- 1.3 Leeswijzer—36

2 Wat vooraf ging—39

- 2.1 Waterveiligheid op Marken—39
- 2.2 Pilot Meerlaagse Veiligheid—40
- 2.3 MIRT-Onderzoek Meerlaagse Veiligheid—42
- 2.4 Betrokkenheid en participatie—44

3 De Veiligheidsopgave—45

- 3.1 Normering—45
- 3.2 Herijking—47
 - 3.2.1 Kunstwerken—48
- 3.3 Vaststelling van de scope—49

4 Het plangebied: analyse van de referentiesituatie—51

- 4.1 Waterveiligheid—51
 - 4.1.1 De dijken rond Marken—51
 - 4.1.2 Kunstwerken—51
- 4.2 Ruimtegebruik en ruimtelijke kwaliteit—52
 - 4.2.1 Gebruikswaarde—53
 - 4.2.2 Belevingswaarde—56
 - 4.2.3 Toekomstwaarde—58
- 4.3 Landschap, Cultuurhistorie en Archeologie—59
 - 4.3.1 Landschap en cultuurhistorie—59
 - 4.3.2 Archeologie—62
- 4.4 Natuur—65
 - 4.4.1 Natura 2000—65
 - 4.4.2 NNN en weidevogelgebied—72
 - 4.4.3 Beschermde soorten Flora- en faunawet—73
- 4.5 Bodem—75
- 4.6 Woon- en leefmilieu—77
 - 4.6.1 Verkeer—77
 - 4.6.2 Kabels en leidingen—77
 - 4.6.3 Geluid—78
 - 4.6.4 Luchtkwaliteit—78
 - 4.6.5 Externe veiligheid—78
 - 4.6.6 Conventionele explosieven—78

5 De alternatieven—79

- 5.1 Algemeen—79
- 5.2 Kaders voor het ontwerp van de alternatieven—81

5.2.1	Technisch ontwerp kader—81
5.2.2	Ruimtelijk kader—84
5.3	Alternatieven voor de dijkversterking—87
5.3.1	Toelichting op de uitwerking van de alternatieven—87
5.3.2	Westkade—87
5.3.3	LCV1-zuidkade—88
5.3.4	KCV1-zuidkade—89
5.3.5	OVb1-zuidkade—90
5.4	Inpassing van de alternatieven—92
5.4.1	Westkade ten noorden van de haven—92
5.4.2	De haven—93
5.4.3	Westkade ten zuiden van de haven—93
5.4.4	Zuidkade ten westen van de Rozewerf—94
5.4.5	De Rozewerf en de Heuvel—94
5.4.6	Zuidkade ten oosten van de Heuvel—98
5.4.7	De hoekpunten van Marken—100
5.5	Samenvatting Alternatieven en kenmerken—103

6 Meekoppelkansen—105

6.1	Algemeen—105
6.2	Pakket 1; Optimalisatie Waterhuishouding—106
6.3	Pakket 2: Ontwikkeling Bukdijk—107
6.4	Pakket 3: Mooiste wandeling van Holland—109
6.5	Pakket 4: Verbinding met het water—112

7 Analyse en beoordeling van de alternatieven—115

7.1	Toelichting op de beoordeling—115
7.2	Waterveiligheid—116
7.2.1	Overstromingskans—116
7.2.2	Borging—116
7.3	Ruimtelijke kwaliteit, Archeologie en Cultuurhistorie—117
7.3.1	Continuïteit op het schaalniveau van het eiland—118
7.3.2	Verscheidenheid binnen eenheid—118
7.3.3	Passend bij de maat en schaal van Marken—119
7.3.4	Vorm: principe-profiel—119
7.3.5	Vorm: patina van de tijd—120
7.3.6	Behoud van archeologische waarden—120
7.3.7	Behoud / versterking van cultuurhistorische waarden—121
7.4	Ruimtegebruik—122
7.4.1	Wonen en werken—122
7.4.2	Landbouw—122
7.4.3	Recreatie—123
7.5	Natuur—123
7.5.1	Natura 2000—123
7.5.2	NNN/Weidevogelgebied—126
7.5.3	Effecten op beschermde soorten Flora- en faunawet—126
7.6	Bodem en water—128
7.6.1	Bodem—128
7.6.2	Water—129
7.7	Uitvoerbaarheid—130
7.7.1	Technische uitvoerbaarheid—130
7.7.2	Uitvoeringstijd—131
7.7.3	Grondverwerving—132
7.7.4	Overlast—132

7.8	Beheer en onderhoud—133
7.8.1	Uitvoering beheer en onderhoud—133
7.8.2	Overlast—133
7.9	LCC Kostenraming—134
7.9.1	Investerings- en LCC kosten—135
7.9.2	Financierbaarheid—136
7.10	Draagvlak—136
7.11	Maatschappelijke meerwaarde—140
7.11.1	Ruimte voor meekoppelkansen—140
7.11.2	Ruimte voor MLV-maatregelen laag 2 en 3—140
7.12	Effecten van meekoppelkansen—141
7.12.1	Pakket Optimalisatie waterhuishouding—141
7.12.2	Pakket Ontwikkeling Bukdijk—141
7.12.3	Pakket Mooiste wandeling van Holland—141
7.12.4	Pakket Verbinding met het water—142
8	Overzicht beoordeling alternatieven—143
8.1	Overzichtstabel—143
8.1.1	Vergelijking op basis van zuidkade—143
8.1.2	Vergelijking van de alternatieven per thema—144
8.1.3	Sterke en zwakke punten van de alternatieven—146
8.2	Mogelijkheden voor optimalisatie van alternatieven of tot herschikking van ontwerpelementen tot meer kansrijke alternatieven—147
8.3	Samenvattende vergelijking van de afgeleide alternatieven—155
9	Van Verkenning naar Realisatie—158
9.1	Planuitwerkingsfase—158
9.1.1	Projectplan Waterwet—158
9.1.2	Milieueffectrapportage—158
9.1.3	Natuurbeschermingswet—158
9.1.4	Bestemmingsplan—158
9.1.5	Archeologisch onderzoek—159
9.2	Vergunningen—161
9.3	Realisatie—161
9.4	Beheer en onderhoud—161
10	Conclusies en aanbevelingen—163
10.1	Conclusies—163
10.2	Aanbevelingen—164
Bijlage 1	Lijst begrippen en afkortingen—166
Bijlage 2	Literatuurlijst—169
Bijlage 3	Technische ontwerputgangspunten—171
Bijlage 4	Illustraties—183
Bijlage 5	Betrokken instanties en belanghebbenden—185
Bijlage 6	Groslijst Meekoppelkansen—187

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. Overal 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.

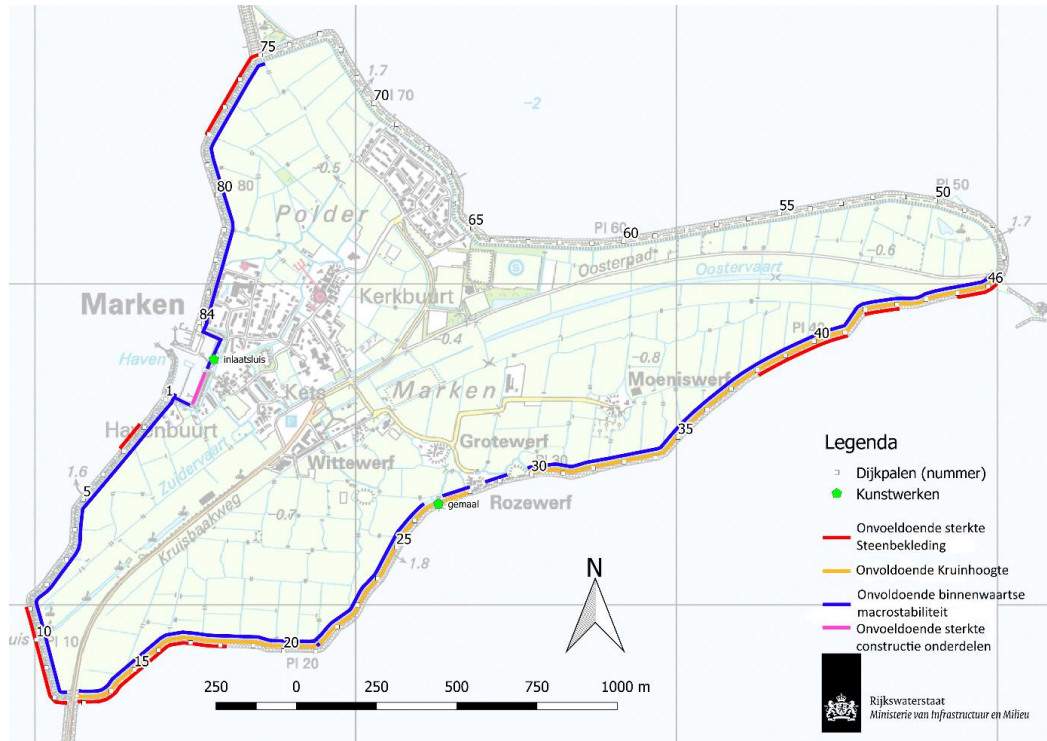
Ook de fysieke omstandigheden maken van de dijkversterking op Marken een bijzonder project. Marken ligt op een ondergrond van veen en kleilagen. Dit leidt ertoe dat door zettingen de bestaande dijken continue langzaam maar zeker wegzakken in het veen. En dat bij een ophoging versnelde zettingen tot risico's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

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

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, onderzoeksinstellingen en marktpartijen. Dit onderzoek heeft geleid tot de versterkingsopgave die is afgebeeld in figuur S.2.



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,

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 ontwerp kader 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;

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.

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



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

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.

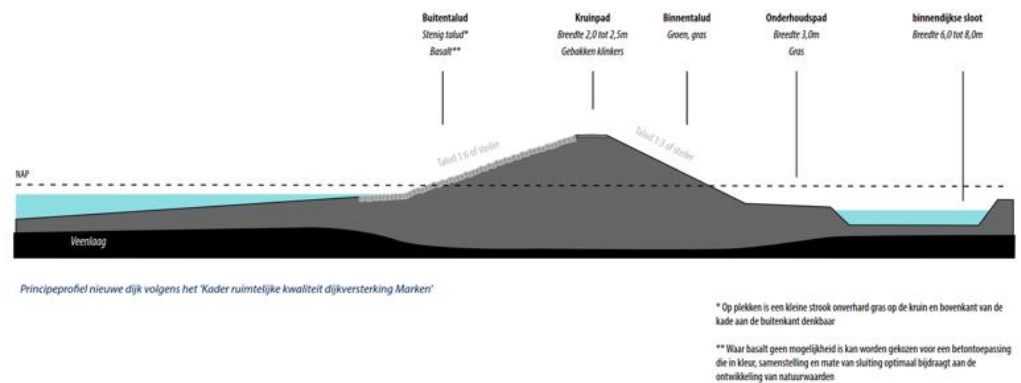
In alle alternatieven is uitgebreid gekeken naar de uitvoerbaarheid en de mogelijkheden om de negatieve effecten van zettingen in de ondergrond op de stabiliteit van de dijk te beperken.

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 basisalternatieven.

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 (OVb1)	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 OVB1 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 basisalternatieven 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 basisalternatieven.

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 buiten-berm (m)	Breedte binnen-berm (m)
Westkade	1,57	2,5	3

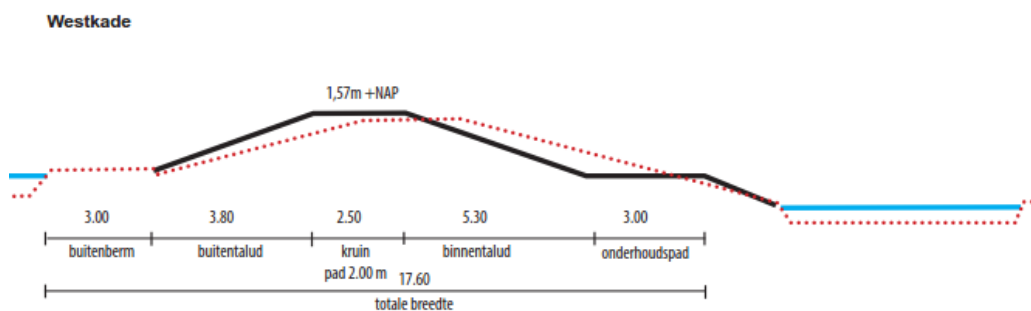
Tabel S.2b Maatvoering en versterkingsrichting basialternatieven zuidkade

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.

*Figuur S.7 Profiel Westkade;*

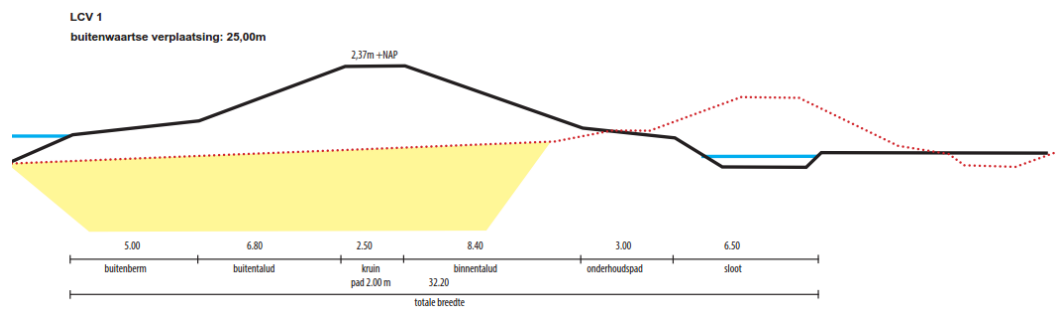
⁴ Huidige hoogte (gemiddeld): 1,45 m

⁵ Huidige hoogte (gemiddeld): 1,35 m

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

- **profiel zuidkade-LCV1**

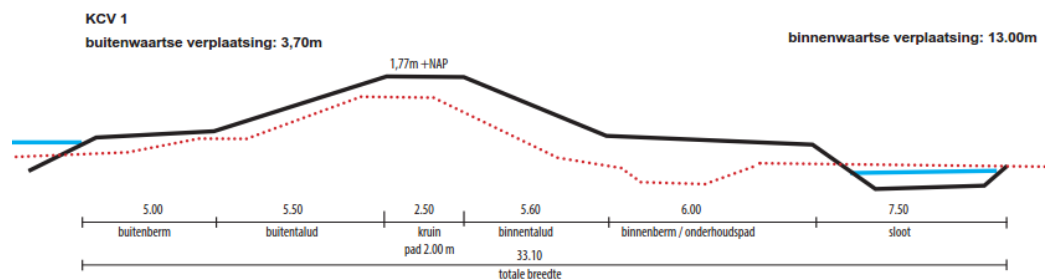
LCV1 resulteert in het grootste profiel voor de zuidkade. Dit is opgenomen in figuur S.8. De zwarte lijn is het nieuwe dwarsprofiel; de rode lijn het huidige. De bestaande kade wordt afgegraven; het materiaal wordt benut in de nieuwe kade. De teensloot schuift mee met de dijk, vanuit het Kader Ruimtelijke 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**

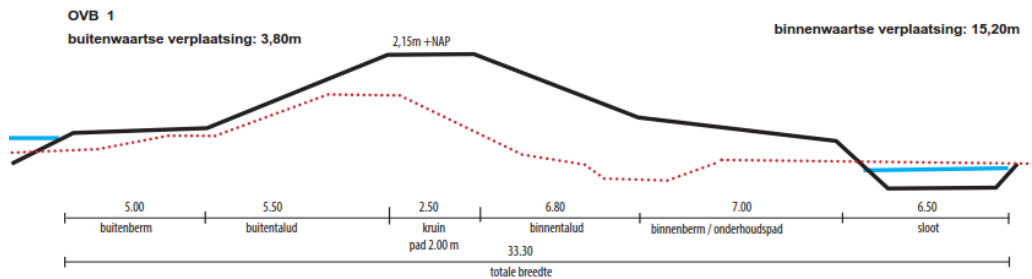
KCV1 resulteert in het kleinste profiel voor de zuidkade. Het profiel is opgenomen in figuur S.9. De zwarte lijn is het nieuwe dwarsprofiel; de rode lijn het huidige. De teensloot schuift circa 13 meter naar binnen; voor een tweede cyclus over 25 jaar is aanvullend ruimtebeslag van enkele meters opgenomen.



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

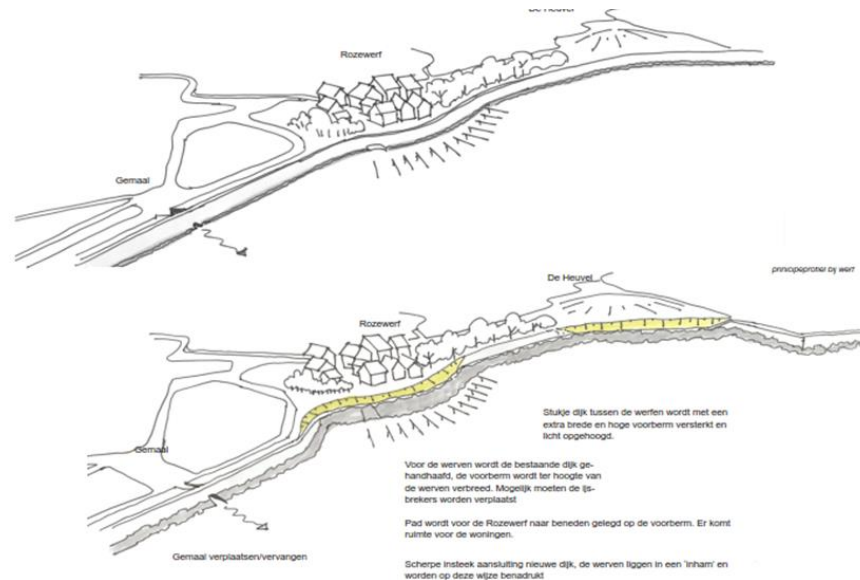
- **Inpassing van de alternatieven**

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 basisalternatieven 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/+ beperkt positief effect
- 0 (vrijwel) geen effect
- 0/- beperkt 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 basisalternatieven of door ontwerpelementen uit een basisalternatief te recombineren tot nieuwe, afgeleide alternatieven.

De vergelijking van de basisalternatieven is hieronder gepresenteerd op basis van de verschillen tussen de effecten van de versterking van de zuidkade. Immers, voor de westkade is in alle basisalternatieven 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/+
Archeologie	Vorm: patina van de tijd	+	- -	0	-
	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	- -	-	-

Thema	Criterium	West-kade	Zuidkade		
			LCV1	KCV1	OVb1
	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	-
LCC Kostenraming	Investeringskosten	0	-	0	0/-
	LCC-kosten (netto contant)	0	-	0	0
	Financierbaarheid	+	0	+	+
Draagvlak		0	+	-	0
Maatschappelijke meerwaarde	Ruimte voor meekoppelkanalen	+	+	+	+
	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 5.13 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.

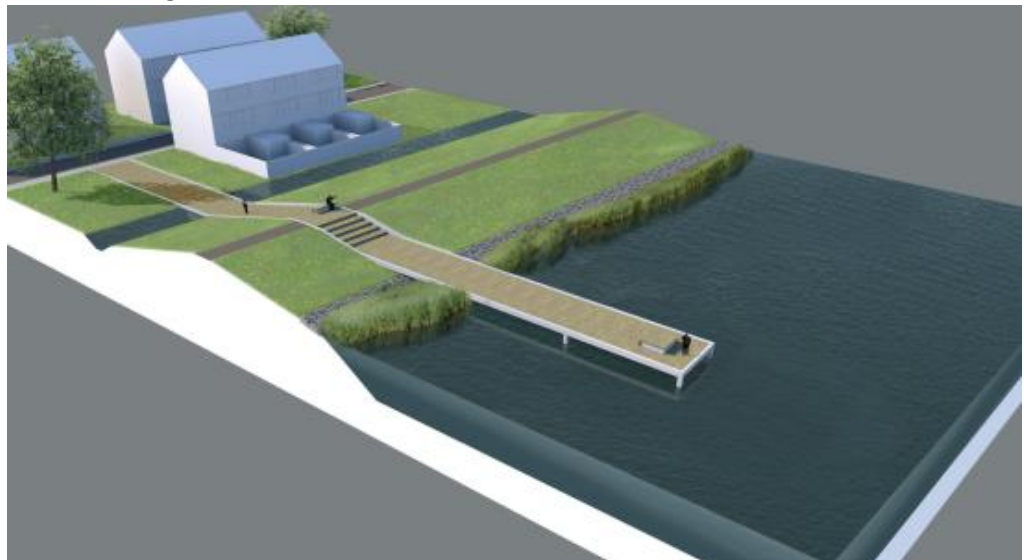
Ook binnen het thema **Beheer en onderhoud** is LCV1 positiever beoordeeld dan KCV1 en OVB1. Door de grotere maatvoering en robuustheid (grotere draagkracht voor materieel) is onderhoud eenvoudiger en met minder overlast voor de omgeving uit te voeren.

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 meekoppelkansen Verbinding met het water

• Mogelijkheden voor optimalisatie of herschikking van ontwerpelementen

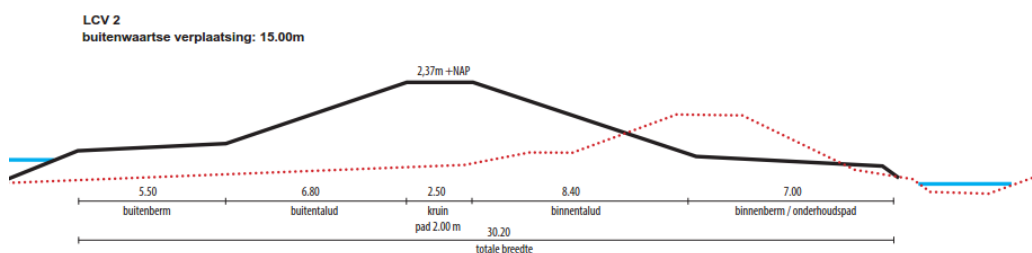
Op basis van de zwakke punten per alternatief is gekeken naar optimalisatiemogelijkheden van de basisalternatieven en naar mogelijkheden om ontwerpelementen anders te combineren dan in de basisalternatieven om de kansrijkheid van de alternatieven te vergroten. De kansrijkheid van een alternatief wordt 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.

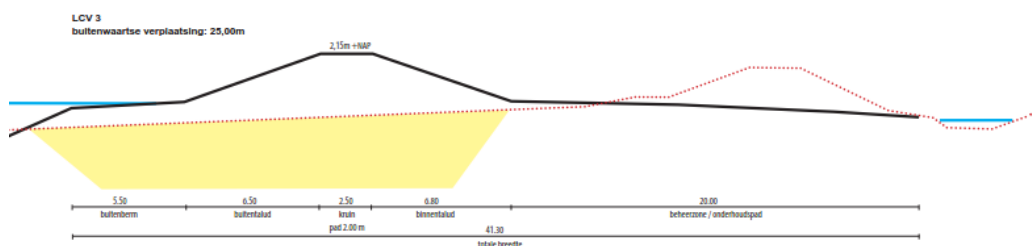
LCV

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.

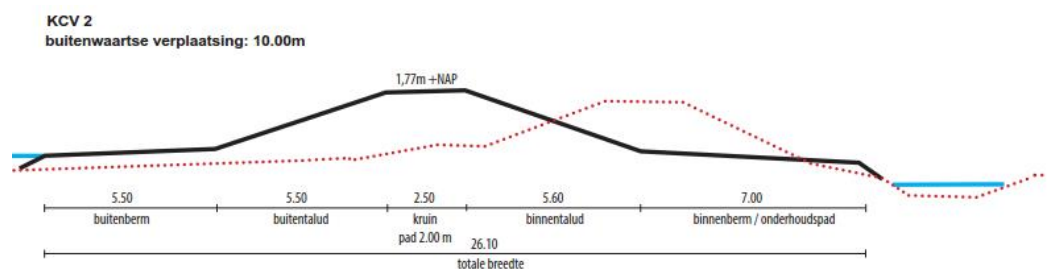
Samenvattend leidt LCV3 tot beperkte voordelen ten opzichte van LCV1. Deze komen vooral voort uit de toegevoegde waterhuishoudkundige maatregelen. Voor de ruimtelijke kwaliteit wordt LCV3 negatiever beoordeeld dan LCV1 omdat de afstand tussen de kade en de teensloot erg groot wordt en daarmee de relatie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

• KCV en OVB

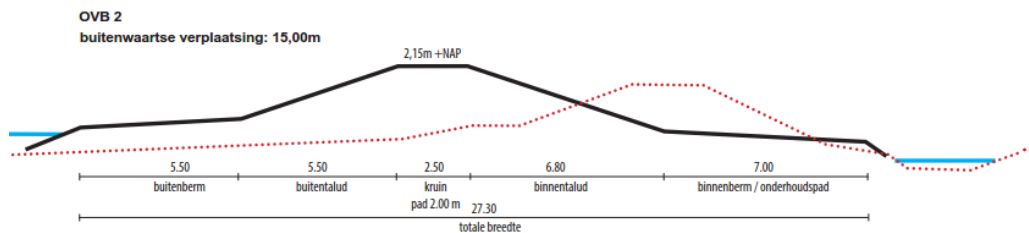
De meest onderscheidende negatieve effecten van KCV1 en OVB1 ten opzichte van LCV1 worden veroorzaakt doordat in deze alternatieven een binnenwaartse respectievelijk vierkante dijkversterking is opgenomen. Het ruimtebeslag op het eiland veroorzaakt negatieve effecten voor ruimtegebruik, natuur, grondverwerving 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	-
Archeologie	Behoud van archeologische waarden	-	--	-	-
Cultuurhistorie					

Thema	Criterium	Zuidkade			
		LCV2	LCV3	KCV2	OV2
	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
	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 meekoppelingen	+	+	+	+
	Ruimte voor MLV-maatregelen laag 2 en 3	0	0	0	0

Hoe gaat het verder ?

De drie basisalternatieven 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

1 Inleiding

Dit hoofdstuk beschrijft kort de aanleiding voor de dijkversterking, het gebied waar het project zich afspeelt en de scope van het project. Verder is een leeswijzer opgenomen.

1.1 Aanleiding

Het eiland Marken

Marken is een voormalig eiland in de voormalige Zuiderzee. Sinds 1957 is het met een dijk verbonden met Monnickendam. Marken ligt tegenwoordig in het Markermeer en valt onder de gemeente Waterland. Marken kent ca 1800 inwoners. De totale dijk van Marken heeft een lengte van 8,56 kilometer; onderverdeeld in 3,33 km zuidkade, 1,85 km westkade (excl. Haven) en 3,38 km noordkade. Het eiland zelf is circa 250 hectare groot.



Figuur 1.1 Plattegrond Marken

Marken is een bijzondere plek. Hoewel verbonden met de vaste wal ademt het nog steeds de sfeer van een eiland. Overal 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. Er zijn vele rijks- en gemeentelijke monumenten. Het eiland ontvangt jaarlijks bijna een half miljoen toeristen.



Figuur 1.2 Parels van Marken: de monumenten

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.

De bijzondere kwaliteiten en omstandigheden hebben een belangrijke invloed gehad op de opzet en de uitvoering van de MIRT-Verkenning Dijkversterking Marken.



Figuur 1.3 Parels van Marken: de haven

Waterveiligheid op Marken

De waterveiligheid op Marken voldoet niet 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. Om de problemen aan te pakken is sinds 2008 gewerkt aan de dijkversterking. Het daaruit volgende dijkversterkingsplan (2012) kon op weinig draagvlak rekenen, vanwege het ruimtebeslag en de effecten op het landschap en de cultuurhistorische waarde. Daarnaast bleken de kosten van het plan hoog.

Om die reden is in 2013 een pilot gestart naar de mogelijkheden van meerlaagse veiligheid. Bij het concept meerlaagse veiligheid (MLV) wordt naast preventie van overstromingen d.m.v. de dijk (laag 1) ook gekeken naar mogelijke maatregelen in de ruimtelijke ordening (laag 2) en rampenbeheersing (laag 3). Op basis van het in 2014 verrichte MIRT-onderzoek is geconcludeerd dat voor Marken op de korte tot middellange termijn alleen met behulp van maatregelen in de eerste laag aantoonbaar en kosteneffectief kan worden voldaan aan de basisveiligheid.

MIRT-Verkenning

Vervolgens is een MIRT-Verkenning opgestart om oplossingen voor laag 1 nader uit te werken. De MIRT-Verkenning betreft de omringkade rond Marken. De Verkenning richt zich op het uitwerken van oplossingen middels dijkversterking. De centrale ambitie in deze fase is het vinden van oplossingen die passen bij de fysieke kenmerken (dijken op veen; veel zettingsproblematiek) en de ruimtelijke omgeving (cultuurhistorie; beschermd dorpsgezicht) van Marken. Derhalve is in deze 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.

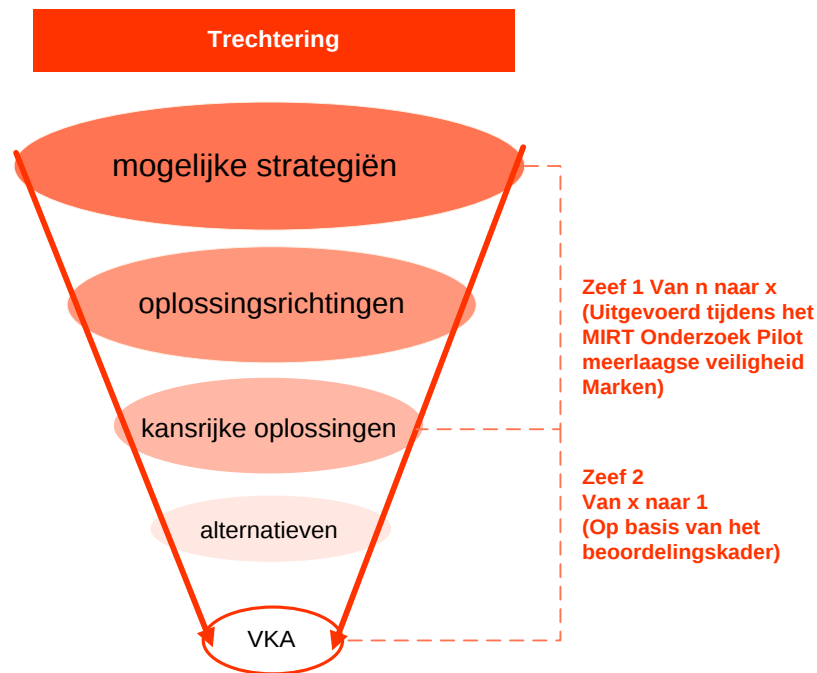


Figuur 1.4 Parels van Marken: de vuurtoren

Deze rapportage beschrijft het gevoerde proces, de ontwikkelde alternatieven en de beoordeling van de alternatieven. Tevens geeft deze rapportage een doorkijk naar het vervolgproces tot en met de realisatie.

Dit project valt onder het Hoogwaterbeschermingsprogramma (HWBP). Alle projecten binnen het HWBP doorlopen vanuit de MIRT-systematiek drie projectfases, namelijk: verkenningsfase, planuitwerkingsfase en de realisatiefase. Dit project bevindt zich nu in de verkenningsfase. Deze verkenning betreft dus een MIRT- én een HWBP-Verkenning.

In het kader van de Verkenning worden de oplossingsrichtingen die na het MIRT-onderzoek zijn overgebleven gecombineerd tot drie integrale alternatieven, waarbinnen technische en ruimtelijke oplossingen in samenhang worden ontworpen. Het trechteren naar uiteindelijk het voorkeursalternatief is weergegeven in figuur 1.5.



Figuur 1.5 Trechteren van mogelijke oplossingsrichtingen via kansrijke oplossingen naar VKA

1.2 Projectbeschrijving

1.2.1 De versterkingsopgave

In het kader van de verkenning worden de oplossingsrichtingen die na het MIRT-onderzoek [ref1] als kansrijke oplossingen zijn gekozen gecombineerd tot drie integrale alternatieven. In de alternatieven zijn de technische en ruimtelijke oplossingen in samenhang ontworpen. Alle alternatieven zijn gebaseerd op mogelijkheden om de negatieve effecten van zettingen in de ondergrond op de stabiliteit van de dijk te beperken.

De alternatieven onderscheiden zich conceptueel op basis van de planhorizon voor het ontwerp en het toegestane overslagdebiet. Op basis van deze twee elementen zijn de volgende alternatieven vastgesteld.

Tabel 1.1 Conceptuele basis van de alternatieven

Naam alternatief	planperiode	maximale overslag
Langcyclische versterking (LCV)	50 jaar	5 l/ms
Kortcyclische versterking (KCV)	25 jaar	5 l/m/s
Overslagbestendige versterking (OVb)	50 jaar	10 l/m/s

Ten behoeve van de verkenning is de omringkade van Marken onderverdeeld in drie hoofdtracés. De keuze van de drie hoofdtracés komt voort uit het gegeven dat de veiligheidsopgave, maar ook de uitgangssituatie vanuit landschap en ruimtelijke kwaliteit, niet overal gelijk is. Dit hangt samen met de oriëntatie van de zijden van het eiland ten opzichte van het Markermeer en de daarmee samenhangende belasting en golfloop. Daarnaast is de diepteligging van het voorland en de hoogte van de voorberm van invloed op de tracé indeling. De hoofdtracés⁸ zijn:

⁸ De waterkering rondom Marken wordt lokaal kade genoemd. In de Verkenning is deze term ook gehanteerd. Omdat het om een primaire waterkering gaat, wordt in het project over dijkversterking gesproken.

- westkade : aan de luwe Gouwzee, naar verhouding beperkte belasting en golfoploop. De westkade wordt onderbroken door de haven van Marken;
- zuidkade: aan het grote water van het Markermeer. Naar verhouding grootste belasting en golfoploop vanwege de oriëntatie op de overheersende zuidwestelijke windrichting;
- noordkade: aan het grote water van het Markermeer, naar verhouding minder vaak belast vanwege de oriëntatie op het noorden. Noorderwind komt minder vaak voor.

De west- en de zuidkade hebben een compacte en karakteristieke kruin. De noordkade is breder en oogt platter.

In de Verkenning is de versterkingsopgave opnieuw bepaald op basis van de overstromingskansnormen en bijbehorende rekensystemen. Vastgesteld is dat deze de west- en de zuidkade betreft. Voor de noordkade is er geen versterkingsopgave. De verkenning betreft daarom de zuid- en westkade. Aansluiting van deze kades met de noordkade is wel meegenomen, evenals de meekoppelkansen van de noordkade. In hoofdstuk 3 is de versterkingsopgave nader toegelicht.



Figuur 1.6 Parels van Marken: de Rozewerf

1.2.2

Technisch Ontwerpkader

Als technische basis voor de uitwerking van de alternatieven is als eerste stap een technisch ontwerpkader opgesteld.

In het ontwerpkader [ref 2] zijn uitgangspunten vastgelegd voor de technische invoerparameters voor de berekeningen van de dijkprofielen. In bijlage is hier inhoudelijk op ingegaan.

Het ontwerpkader is vastgelegd in een proces met een expertteam waarin deskundigheid vanuit het Hoogwaterbeschermingsprogramma, het Kennisplatform Risicobenadering, Rijkswaterstaat, Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier en marktpartijen is verzameld. Met de inzet van dit expertteam is de meest actuele stand van kennis ten aanzien van het ontwerpen met het nieuwe ontwerpinstrumentarium benut. De nieuwe normering, waarmee dit ontwerpinstrumentarium samenhangt, is beschreven in paragraaf 3.1.

1.2.3 *Kader Ruimtelijke Kwaliteit*

Om te komen tot een oplossing die past bij Marken is binnen het project een Kader Ruimtelijke Kwaliteit [ref 3] opgesteld. Deze is in september 2015 vastgesteld door de gemeenteraad van de gemeente Waterland.

Onder ruimtelijke kwaliteit wordt in dit kader primair het geheel van landschappelijke, archeologische en cultuurhistorische waarden verstaan. Omdat de verschijningsvorm van de dijk en hetgeen daarmee samenhangt mede bepalend is voor de natuurwaarden op en aan de dijk is in het ruimtelijk kader ook de link met de natuur gelegd.



Figuur 1.6 Kader Ruimtelijke kwaliteit

Het kader ruimtelijke kwaliteit is opgesteld voorafgaand aan de uitwerking van de alternatieven. Het ruimtelijk kader heeft mede richting gegeven aan dit ontwerpproces:

- het reikt vanuit de ruimtelijke kwaliteit aandachtspunten aan voor het ontwerp.
- het formuleert criteria aan de hand waarvan het mogelijk is om vanuit ruimtelijke kwaliteit de wenselijkheid van alternatieven te beoordelen.

Het kader ruimtelijke kwaliteit biedt zowel een handreiking als een toetsingskader. Het kader biedt inzicht in hoe met de dijkversterking kan worden ingespeeld op de cultuurhistorische waarden en ruimtelijke kenmerken van het gebied en waar het ontwerp voor de dijkversterking vanuit landschap en cultuurhistorie aan moet voldoen. De criteria bieden een afwegingskader. Het gaat om de mate waarin oplossingen aan de criteria voldoen. Oplossingen die niet aan de criteria voldoen vallen niet automatisch af. Dat blijft een bestuurlijke afweging.

Het kader ruimtelijke kwaliteit bouwt voort op de hydrobiografie [ref 4] en de gebiedsatlas [ref 5] die binnen het MIRT-Onderzoek zijn ontwikkeld en is gerelateerd aan de gemeentelijke welstandsnota [ref 56]. Ook sluit zij aan op de Handreiking landschappelijke inpassing ruimtelijke kwaliteit van het HWBP [ref 7].

In het kader Ruimtelijke kwaliteit is de volgende opgave voor het ontwerp geformuleerd.

We streven een oplossing na die de waterveiligheid binnen de vastgestelde normen garandeert, aansluit bij het DNA van Marken en waarde toevoegt. De opgave is een omringkade te ontwikkelen die inspeelt op de specifieke kenmerken van Marken en die Marken nu en in de toekomst (gegeven de verschillende klimaatscenario's en gegeven de zetting in de ondergrond) tegen hoog water beschermt. De ambitie is de dijkversterking zodanig uit te werken dat deze Marken tegelijkertijd tot een nog interessantere plek maakt om te wonen, te werken, te vertoeven en daarbij ecologische veerkracht toevoegt. "Safety first, quality too".

1.2.4 Beoordelingskader

Voorafgaand aan de uitwerking van de alternatieven is een beoordelingskader vastgesteld. Het kader is gebaseerd op het eerder door het bestuurlijk overleg vastgestelde kader van het MIRT-Onderzoek [ref1], de Richtlijnen voor het MER [ref 8] en de Handreiking Verkenning HWBP [ref 9].

Het kader omvat circa twintig criteria, verdeeld over de volgende thema's/aspecten:

- Waterveiligheid;
- Ruimtelijke kwaliteit, Landschap, Cultuurhistorie en Archeologie;
- Ruimtegebruik;
- Natuur;
- Bodem en water;
- Uitvoerbaarheid;
- Beheer en onderhoud;
- LCC-Kosten;
- Draagvlak;
- Maatschappelijke meerwaarde.

De beoordeling van de alternatieven op basis van dit kader is opgenomen in hoofdstuk 7. Het beoordelingskader is vooraf opgesteld om de relevante beslisinformatie voor de vaststelling van een voorkeursalternatief te genereren. Er is niet vooraf een relatief gewicht aan de diverse criteria toegekend. Dat is het domein van de bestuurlijke besluitvorming.

1.3 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 is ingegaan op de planhistorie en het planproces. Wat is de achtergrond voor deze MIRT-Verkenning, wie zijn in het proces betrokken en op welke wijze?

De scope van de versterkingsopgave is toegelicht in hoofdstuk 3. Omdat deze scope is gebaseerd op een nieuwe normering voor waterveiligheid is in dit hoofdstuk eerst die nieuwe normering toegelicht.

Hoofdstuk 4 beschrijft de fysieke projectomgeving: het eiland Marken. Dit hoofdstuk geeft de basis voor de beschrijving van de inpassing en de beoordeling van de alternatieven. De uitwerking van de alternatieven is vervolgens toegelicht in hoofdstuk 5.

In hoofdstuk 6 is ingegaan op mogelijke meekoppelkansen: mogelijke initiatieven die bij realisatie in combinatie met de dijkversterking tot een win-winsituatie kunnen leiden.

De beoordeling van de alternatieven komt aan de orde in hoofdstuk 7. Bij het lezen van dit hoofdstuk is van belang te onderkennen dat de drie gedefinieerde alternatieven alle in één mogelijke uitvoeringsvariant zijn uitgewerkt. Dit betekent niet dat bij de keuze voor dat alternatief ook de betreffende uitvoeringsvariant vaststaat. Bij de vaststelling van het voorkeursalternatief is het mogelijk dat wordt gekozen voor een andere uitvoeringsvariant of een combinatie van elementen uit de drie alternatieven. In de planuitwerkingsfase is binnen een te kiezen alternatief een verdere optimalisatie mogelijk. De effecten in hoofdstuk 7 zijn beschreven op basis van de uitgewerkte variant van het betreffende alternatief. In hoofdstuk 8 is ingegaan op optimalisatiemogelijkheden door kenmerken van de onderzochte alternatieven te combineren of door binnen een alternatief een andere uitvoeringsvariant te kiezen.

In hoofdstuk 9 wordt ingegaan op het vervolg van de Verkenning. Welke stappen zijn nog nodig om tot realisatie over te gaan? In hoofdstuk 10 tenslotte zijn conclusies en aanbevelingen opgenomen.

In bijlage 1 is een lijst met gebruikte begrippen en afkortingen opgenomen. Een overzicht van gebruikte achtergronddocumenten is opgenomen in bijlage 2. Middels [ref. nr] is hier in de tekst naar verwezen.

In bijlage 3 is nader ingegaan op enkele relevante ontwerptechnische uitgangspunten.

Verspreid door de tekst staan illustraties. De illustraties die als figuur in de tekst qua formaat moeilijk leesbaar zijn, zijn tevens op A3 formaat opgenomen in bijlage 4. Bij de figuren waarvoor dit aan de orde is, is dit ook aangegeven.

In bijlage 5 is een overzicht van betrokken organisaties opgenomen. Deze sluit aan bij de toelichting van het gevoerde proces in paragraaf 2.4.

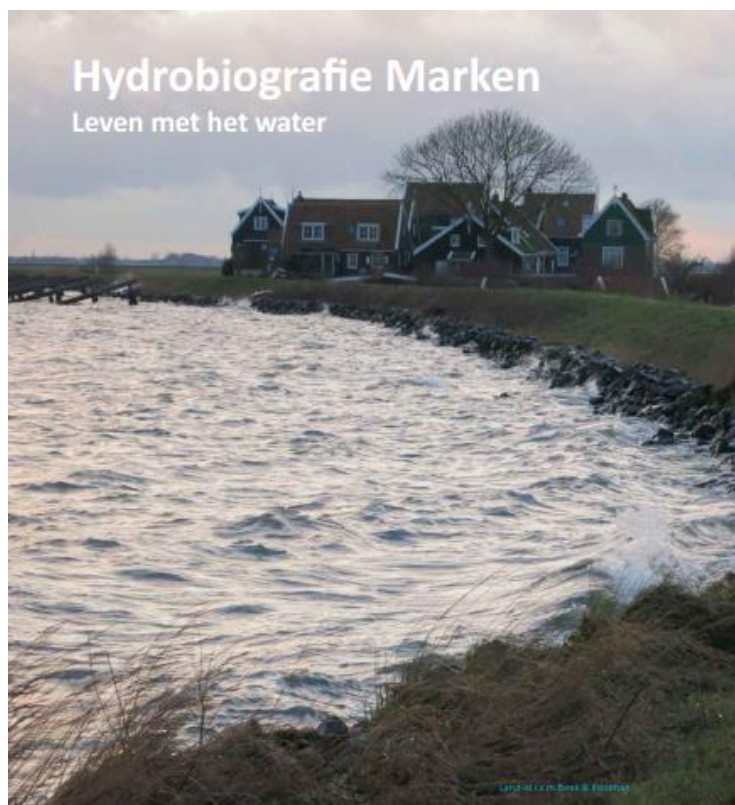
Bijlage 6 bevat een groslijst meekoppelkansen, ter aanvulling van de informatie hierover in hoofdstuk 6.

2 Wat vooraf ging

In dit hoofdstuk is de voorgeschiedenis van de MIRT-Verkenning beschreven. Tevens is ingegaan op het gevoerde proces en de samenwerking met de omgeving.

2.1 Waterveiligheid op Marken

De geschiedenis van Marken is een geschiedenis van strijd en omgaan met water. In de hydrobiografie Marken Leven met het Water [ref 4] is deze geschiedenis beschreven vanaf het ontstaan van het eiland Marken in de 12^e eeuw.



Figuur 2.1 Hydrobiografie van Marken

Sinds de aanleg van de Afsluitdijk (afsluiting in 1932) ligt Marken niet meer in zee, is de (storm)vloed niet meer aanwezig en is de waterveiligheidssituatie op Marken drastisch verbeterd. Ook de aanleg van de Houribdijk (afsluiting in 1975) draagt bij aan een veiliger Marken.

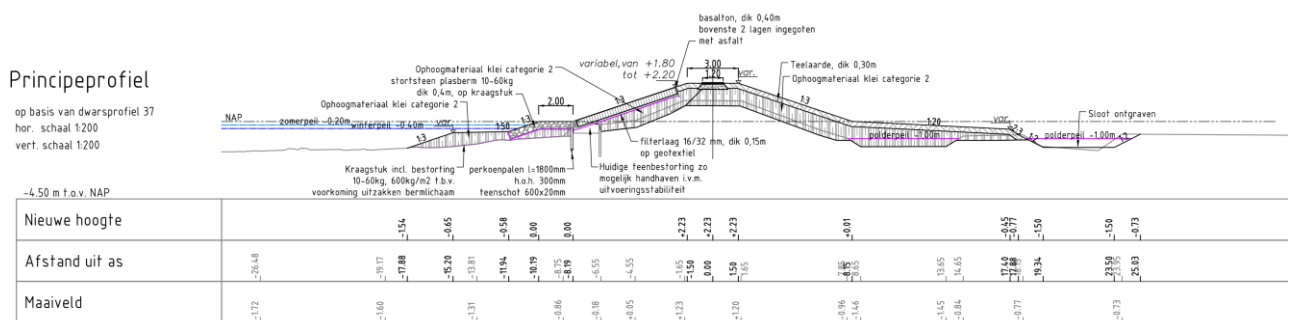
Van 2003 tot en met 2011 zijn de tweede toetsronde⁹ [ref 10] en derde toetsronde [ref 11] uitgevoerd. Uit de toetsingen is gebleken dat delen van de keringen op Marken niet voldoen op de faalmechanismen binnenwaartse stabiliteit, bekleding en hoogte. De tweede toetsronde toonde aan dat de west- en de zuidkade niet meer

⁹ Een toetsronde is een periode van een aantal jaar waarin alle primaire keringen in Nederland worden geoetst of ze voldoen aan de waterveiligheidsnormen. De eerste toetsronde was van 1996-2001, de tweede van 2003 tot 2006 en de derde van 2006 tot 2011. Deze is daarna verlengd. In 2017 start de vierde toetsronde. De juridische basis hiervoor is de Waterwet.

voldeden; in de derde toetsronde bleken ook de noordkade en de haven niet te voldoen.

De totale lengte van de kering is circa 9 km. Hiervan dient op basis van de beschreven toetsronden het grootste gedeelte te worden versterkt.

In 2012 is een dijkversterkingsplan gemaakt (Definitief ontwerp Dijkverbetering West- en zuidkade Marken. DHV, december 2012). De hoogtes en benodigde profielen zijn uiterekend op 1:1250 volgens de norm voor de destijds geldende wetgeving met als uitgangspunt een reguliere vierkante versterking. Dit leidde tot de maximale ontwerphoogtes voor de westkade van 2,21m + NAP en voor de zuidkade van 2,41 m +NAP en steunbermen van 10 meter en meer (zie volgend principeprofiel).



Het concept meerlaagse veiligheid onderscheidt:

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

Uit de vingeroefening bleek dat deze benadering op Marken mogelijk kansen biedt en nader onderzoek zinvol is.

De regionale bestuurders zijn in het bestuurlijk overleg van 28 augustus 2013 overeengekomen om een pilot naar de mogelijkheden van meerlaagse veiligheid op Marken te starten. De dijkverbetering wordt hierdoor uitgesteld. Dit besluit om een pilot meerlaagse veiligheid op Marken te starten is op 10 september bekrachtigd door de minister van Infrastructuur en Milieu. De pilot heeft een dubbeldoelstelling. Het doel is om te komen tot een maatwerkoplossing voor de waterveiligheid op Marken én om tegelijkertijd kennis en ervaring op te doen over de toepasbaarheid van meerlaagse veiligheid.

Het bereiken van een maatwerkoplossing is verder uitgewerkt in de ambitie "Markant, leefbaar en veilig Marken". Deze ambitie is vastgesteld in het bestuurlijk overleg van juli 2014. Daaronder wordt verstaan:

- Markant: De oplossing vraagt maatwerk voor Marken en moet passen bij de specifieke (cultuur)historie en de landschappelijke en ruimtelijke eigenschappen.
- Leefbaar: Voor een attractieve woon-, werk en leefomgeving en een helder handlingsperspectief. Markers weten wat te doen en hoe ze elkaar kunnen helpen mocht tijdens een storm de kering toch (dreigen te) falen.
- Veilig Marken: De waterveiligheid en hulpverlening voor de bewoners van Marken moet nu en in de toekomst op orde zijn. Rijk, provincie, gemeente, hoogheemraadschap en de Veiligheidsregio staan achter de oplossing voor Marken.

De pilot is gestart als een MIRT Onderzoek.

2.3

MIRT-Onderzoek Meerlaagse Veiligheid

Het MIRT-Onderzoek Meerlaagse Veiligheid is uitgevoerd in de periode 2013-2014.



Figuur 2.4 Rapportage MIRT-Onderzoek

Het MIRT-onderzoek is in twee fasen uitgevoerd. In fase 1 zijn de hoekpunten van het speelveld verkend en zijn strategieën ontwikkeld. In fase 2 zijn de strategieën geconcretiseerd tot vijf kansrijke oplossingsrichtingen. Daarbij zijn ook maatregelen afgevallen. Dit betreft veelal maatregelen in laag 2 omdat deze voor Marken minder kansrijk bleken. Dat heeft te maken met de ondergrond en (begrensde) omvang van het eiland Marken en het onderhoud dat nodig is om de omringkade in stand te houden.

Er zijn vier oplossingen ontwikkeld, waarin de basisveiligheid op Marken geborgd wordt via laag 1 en (deels) laag 3. In deze oplossingen worden geen aanvullende maatregelen genomen in laag 2. Laag 3 wordt ingezet om de evacuatiefractie van 55% te behalen en om via bewustwording van het overstromingsrisico en het handelingsperspectief bij burgers te vergroten. Dit 'basispakket' crisisbeheersingsmaatregelen heeft als doel dat de veiligheidsregio en hulpdiensten over voldoende kennis en ervaring beschikken om in een geval van een (acute) dreiging adequaat te reageren en dat de bewoners weten wat de risico's zijn en wat ze in het geval van een mogelijke overstroming moeten doen.

Daarnaast is één oplossing ontwikkeld waarin de basisveiligheid in beginsel ook via laag 1 is geborgd, maar waarin op lange termijn wordt toegewerkt naar een waterrobuuste inrichting van Marken. Deze oplossing voorziet ook in maatregelen zoals het aanpassen van woningen of het ophogen van de aanwezige infrastructuur (laag 2). Er is nader onderzoek nodig om te bepalen wat werkelijk mogelijk en nodig is. Daarnaast wordt ingezet op een 'uitgebreid pakket' crisisbeheersingsmaatregelen (laag 3). Basisveiligheid wordt dan op termijn behaald middels laag 1, 2 en 3.

Op basis van dit MIRT-Onderzoek is besloten om alle lagen binnen de pilot verder uit te werken. Er is besloten om laag 1 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. De pilot MLV Marken wordt daarmee voortgezet.

Op basis van dit MIRT-Onderzoek is het volgende besloten als basis voor de volgende fase.

Voor laag 1 (de dijkversterking) moeten de volgende kansrijke maatregelen worden uitgewerkt:

- a. voor de westkade een optimum zoeken tussen kortcyclisch versterken en een beperkte reguliere versterking;
- b. voor de noordkade¹⁰ versterken binnen huidige ruimtebeslag met markante kruin (optimale versterkingscyclus te bepalen afhankelijk van keuzes voor west- en zuidkade);
- c. 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.

Voor laag 2 is besloten om nader te onderzoeken hoe op lange termijn waterrobuust ontwikkelen van Marken inhoudelijk vorm kan krijgen en of het mogelijk en gewenst is om in de praktijk concrete stappen te zetten.

Voor laag 3 is besloten te onderzoeken of en hoe de basismaatregelen (bewustwording, evacuatie, handelingsperspectieven bewoners) tot realisatie gebracht kunnen worden.

Het besluit voor laag 1 legt de inhoudelijke basis vast voor de MIRT-Verkenning, waarvan de resultaten in dit rapport zijn gepresenteerd.

Parallel is op basis van de besluiten voor de lagen 2 en 3 ook nader onderzoek verricht naar de veiligheidslagen 2 en 3. De conclusies hiervan zijn elders gerapporteerd.¹¹

¹⁰ Inmiddels is vastgesteld dat er voor de noordkade geen versterkingsopgave is; zie hiervoor hoofdstuk 3. Dit deel van het besluit is daarom niet verder uitgewerkt.

¹¹ Laag 2: Marken boven water; Waterbewust en zelfredzaam bouwen op Marken. RWS, februari 2016

2.4 Betrokkenheid en participatie

Het onderzoek ten behoeve van de MIRT-Verkenning Dijkversterking Marken is uitgevoerd in samenwerking met vele betrokken organisaties en belanghebbenden. Het onderzoek is uitgevoerd in opdracht van Rijkswaterstaat, en is begeleid door een projectteam met naast Rijkswaterstaat vertegenwoordiging vanuit het Ministerie van Infrastructuur & Milieu, het hoogwaterbeschermingsprogramma (HWBP), het Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier, de provincie Noord-Holland, de gemeente Waterland en de Veiligheidsregio Zaanstreek-Waterland. Boven dit projectteam staan een Stuurgroep Directeuren en een Regionaal Bestuurlijk Overleg. Stuurgroep en bestuurlijk overleg zijn tussentijds over de voortgang geïnformeerd en hebben tussentijds besluiten genomen om het onderzoek richting te geven.

Gedurende het onderzoek is zeer intensief overleg gevoerd met de werkgroep Dijkversterking van de Eilandraad Marken. In dit overleg is uitvoerig gesproken over onder meer de nieuwe normering, de versterkingsopgave, het Kader Ruimtelijke Kwaliteit en het beoordelingskader, de technische uitgangspunten en de maakbaarheid/uitvoerbaarheid van de alternatieven en de concept-rapportage. De werkgroep heeft actief eigen ideeën ingebracht welke in het onderzoek zijn opgenomen en verwerkt zijn in één van de uitgewerkte alternatieven (LCV). Op verzoek van de werkgroep heeft twee keer overleg met de Deltacommissaris plaatsgevonden waarin is ingegaan op de achtergrond van de nieuwe normering, het ontwerp-kader en de ruimte om tot een oplossing te komen die voor langere tijd de waterveiligheid op Marken borgt.

Daarnaast is overleg gevoerd met een Klanbordgroep waarin naast lokale vertegenwoordiging ook regionale organisaties op het gebied van natuur, landschap, recreatie, milieu en erfgoed zijn vertegenwoordigd. Met de Klankbordgroep zijn de kaders en de alternatieven en de concept-rapportage besproken. In bijlage 5 is een lijst met betrokken organisaties opgenomen.

Als onderdeel van het ontwerp- en beoordelingsproces zijn twee bredere ontwerp-ateliers gehouden waarin zowel (leden van) de werkgroep Dijkversterking als de Klankbordgroep hebben deelgenomen.

In mei 2016 is een openbare informatieavond gehouden om de informatie en de ontwikkelde alternatieven breed met de Marker bevolking te delen. Daarnaast is een aantal Nieuwsbrieven uitgebracht waarin de omgeving over de voortgang van het project is geïnformeerd.

3 De Veiligheidsopgave

In de Verkenning is de versterkingsopgave opnieuw vastgesteld. In dit hoofdstuk is deze herijking toegelicht. Deze herijking is gebaseerd op de nieuwe normering welke van kracht wordt bij het in werking treden van de herziening van de Waterwet op 1 januari 2017. Derhalve is eerst op de nieuwe normering ingegaan.

3.1 Normering

In de afgelopen jaren is een nieuwe methode voor de normering van waterveiligheid ontwikkeld. Deze normering wordt vastgelegd in de nieuwe Waterwet zoals die naar verwachting op 1 januari 2017 van kracht wordt. In dit project is geanticipeerd op deze nieuwe normstelling. Het verschil tussen de oude en de nieuwe normering is geïllustreerd in figuur 3.1.



Figuur 3.1 Normering van oud (overschrijdingskansen) naar nieuw (overstromingskansen)

De aanleiding voor deze nieuwe normstelling lag in de volgende constatering.

De huidige normen kennen hun oorsprong in de jaren 60. Sindsdien is het aantal mensen en is de economie achter de dijken sterk toegenomen. Ook kunnen we veel nauwkeuriger voorspellen hoe overstromingen kunnen verlopen, en hoeveel schade en slachtoffers deze met zich mee kunnen brengen. In het ene gebied wonen veel mensen in een laaggelegen polder, daar loopt het water heel snel en diep de polder in. Dat zijn gevaarlijke plekken. Andere gebieden zijn veel veiliger, daar loopt het water langzaam een ondiepe polder in. Bovendien kan ook de sterkte van een kering veel beter berekend worden. Met deze kennis kunnen we in meer detail iets zeggen over risico's die optreden, en deze risico's ook veel gericht bestrijden. Deze inzichten zijn verwerkt in de nieuwe aanpak. Daarbij kijken we zowel naar de kans op een overstroming, als naar de mogelijke gevolgen. Hiervoor zijn nieuwe uitgangspunten opgesteld.

Deze uitgangspunten zijn:

- De kans dat iemand overlijdt door een overstroming mag niet groter zijn dan 1:100.000 per jaar. Dit noemen we het 'basisbeschermingsniveau' dat voor iedereen in Nederland achter de dijken geldt.
- Leidt een overstroming tot een grote maatschappelijke verstoring in een gebied, met bijvoorbeeld veel slachtoffers en grote economische schade, dan wordt het gebied extra beschermd.

- Dit wordt uitgewerkt door te kijken naar de risico's: de kans op overstromen én de gevolgen van de overstroming.
- De gevolgen van een overstroming bepalen de overstromingskans die we aanvaardbaar vinden.
- Elementen die een rol spelen bij deze berekening zijn:
 - De verwachte situatie in 2050 voor het aantal inwoners en de economische waarde.
 - De gevolgen hangen af van de situatie achter de dijk, de snelheid van overstromen en hoe hoog het water komt.
 - Hoe groter de gevolgen, hoe strenger de norm voor de overstromingskans.

Signaleringsnorm en ondergrens

Deze uitgangspunten zijn vertaald in de norm waarop de dijk beoordeeld wordt.

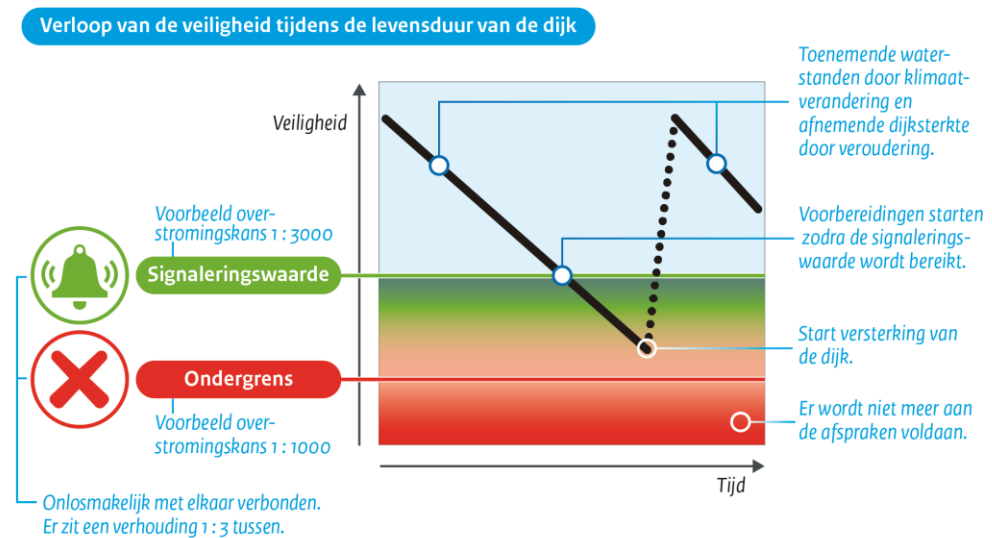
Deze bestaat uit twee waarden:

- 1) de signaleringsnorm, dat is het signaal dat voorbereidingen moeten worden getroffen om de dijk te gaan versterken en
- 2) de ondergrens, daar mag de dijk niet onder komen omdat dan niet meer aan het basisbeschermingsniveau wordt voldaan.

De signaleringsnorm en de ondergrens zijn onlosmakelijk met elkaar verbonden in een verhouding 1 op 3. Dit zorgt er voor dat tijdig maatregelen genomen kunnen worden voordat de ondergrens bereikt wordt. Voor de dijken rond Marken is de vastgestelde signaleringsnorm een overstromingskans van 1:300 (per jaar). De bijbehorende ondergrens is 1:100 (per jaar).

De ondergrens is gebaseerd op het afgesproken basisbeschermingsniveau. De signaleringsnorm beschrijft dus een situatie die gunstiger is dan dit basisbeschermingsniveau.

Gedurende de levensduur van een dijk neemt de veiligheid ervan af. Dit komt door de steeds hogere waterstanden door klimaatverandering en omdat de dijk ouder wordt en daardoor minder sterk. Onderstaande figuur geeft de niveaus grafisch weer. De dalende grafiek geeft de afnemende veiligheid weer tijdens de levensduur van de dijk. De opgaande lijn van de versterking loopt een beetje schuin, want versterken kost tijd.



Figuur 3.2 Uitwerking nieuwe normering; de als voorbeeld aangegeven waarden van 1:3000 en 1:1000 in de figuur zijn voor Marken 1:300 en 1:100.

Wat gebeurt er als de signaleringsnorm wordt overschreden ?

Op projectniveau:

Als de signaleringsnorm wordt overschreden gaan waterschappen en Rijkswaterstaat het werk aan de dijk zoveel mogelijk combineren met andere projecten in het gebied. Ook zorgen ze voor de planning, de financiering en maken ze een ontwerp voor de dijkversterking. Daarna vindt de uitvoering plaats. De dijkversterking is daarmee op tijd klaar voordat de ondergrens wordt bereikt en het gebied blijft veilig.

Op programmaniveau:

Als de signaleringsnorm wordt overschreden melden de waterbeheerders de dijk aan bij het Hoogwaterbeschermingsprogramma.

Het Hoogwaterbeschermingsprogramma programmeert alle versterkingen op basis van de achtereenvolgende stappen:

- 1) Prioritering op basis van urgentie; hoe verder onder de signaleringsnorm, hoe urgenter.
- 2) Programmering vanuit het beschikbare budget.
- 3) Bestuurlijk overleg met de regio over de voorstellen. Waar mogelijk kan de versterking gecombineerd worden met andere initiatieven (meekoppelen).

Elk jaar wordt het Hoogwaterbeschermingsprogramma op basis van deze stappen geactualiseerd; dit is dus een cyclisch proces.

3.2 Herijking

Binnen de MIRT-Verkenning is een herijking van de toetsing van de dijken rond Marken uitgevoerd op basis van de nieuwe normstelling en met het nieuwe instrumentarium. Binnen dat nieuwe instrumentarium is de term toetsing vervangen door beoordeling. In deze herijking is de indeling in dijkvakken gehanteerd zoals aangegeven in figuur 3.3.



Figuur 3.3 Dijkvakindeling Marken

De beoordeling heeft plaatsgevonden op basis van de volgende parameters:

- hoogte: is de dijk voldoende hoog ?
- macrostabiliteit: blijft de dijk liggen zoals die ligt, kan de dijk gaan schuiven?
- bekleding: is de stenen bekleding van de dijk nog op orde, ontstaan hier geen zwakke plekken?

Daarnaast is gekeken of de dijk goed onderhouden kan worden en of door achterstallig onderhoud de veiligheid onder druk staat. Het onderzoek is in detail beschreven in [ref.12].

3.2.1 Kunstwerken

Binnen het projectgebied bevinden zich een aantal waterkerende constructies:

- damwanden ter plaatse van de haven (westzijde);
- inlaat ter plaatse van de haven (westzijde);
- gemaal gelegen aan de zuidzijde.

In de haven voldoet een deel van de damwand niet qua constructieve sterkte en een deel van de haven is afgekeurd op binnenwaartse stabiliteit. Naar verwachting zal het verankeren van de damwand en het plaatsen van een stevige beschoeiing in de binnenteen van de dijsloot voldoende soelaas bieden om de problemen op te lossen. Er zijn geen maatregelen nodig die een ruimtelijke consequentie hebben. Het gemaal voldoet aan de veiligheidseisen.

3.3 Vaststelling van de scope

Op basis van de herbeoordeling is de volgende versterkingsopgave vastgesteld.

Voor de noordkade geldt dat deze geen versterkingsopgave heeft. Technisch gezien kan gesteld worden dat de kering voldoet aan de eisen en ook vanuit de omgevingsanalyse is geen aanleiding om de kering aan te pakken. Er is ook vooruitgekeken naar de volgende toetsingsronde (2023). Een deel van de noordkade heeft dan mogelijk een hoogtetekort. In deze Verkenning is wel gekeken naar meekoppelkansen op of langs de noordkade.

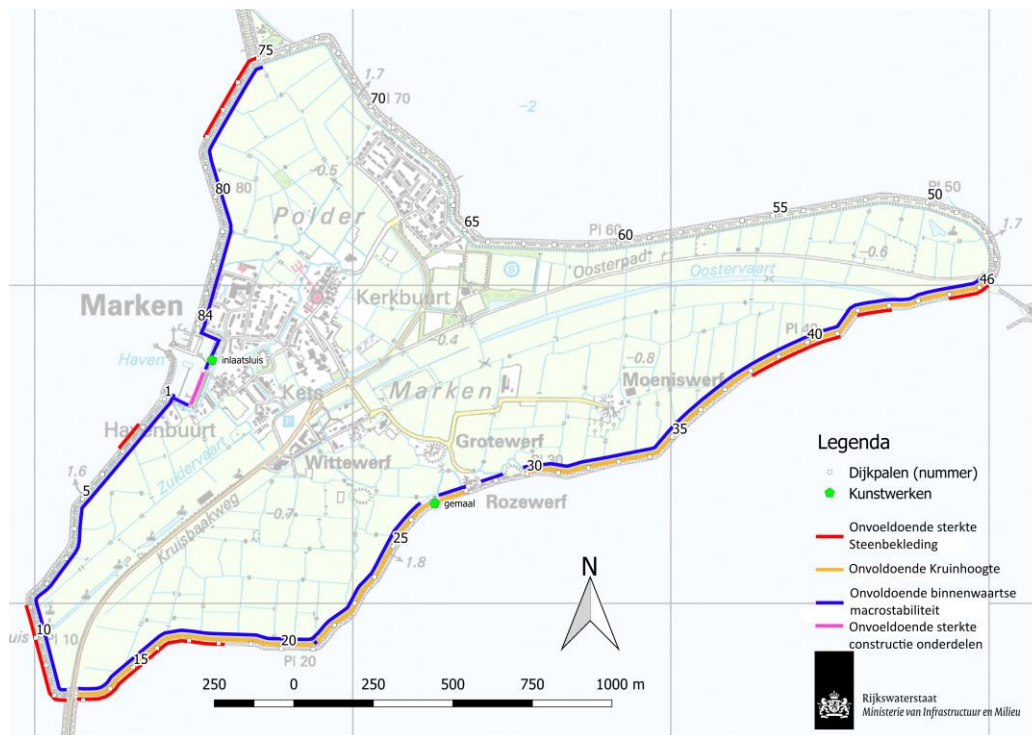
De westkade heeft een duidelijke opgave ten aanzien van de sterkte van delen van de steenbekleding en een geringe opgave ten aanzien van de binnenwaartse macrostabiliteit. Daarnaast ligt er een beheer en onderhoudsopgave op de overige delen van de steenbekleding, het binnentalud en het fietspad. Daarom komt de westkade in zijn geheel in aanmerking voor een integrale versterking.

De grootste versterkingsopgave ligt op de zuidkade. De kade 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.

De dijken ter hoogte van de Rozewerf zijn beperkt te laag, voor een ontwerp voor 50 jaar. De zorg voor de stabiliteit van de terp en de woningen, het gebruik van de dijk door bewoners en passanten en de cultuurhistorische waarde van de woning en de voor de dijk gelegen ijsbrekers vragen om een maatwerkoplossing.

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.

Op basis van de herijking bestaat de scope voor de uitwerking van de alternatieven in de MIRT-Verkenning uit opgaven voor zowel de zuidkade als de westkade, inclusief de haven. Voor de noordkade bestaat geen opgave.



Figuur 3.34 Scope dijkversterking Marken

In de eerstvolgende beoordelingsronde¹² (2023) worden alle dijken rond Marken opnieuw beoordeeld. De west- en de zuidkade zijn dan net versterkt en zullen daarom voldoen aan de normen. Voor de noordkade moet worden afgewacht of er dan een resultaat onder de signaleringsnorm uitkomt waardoor een nieuw versterkingsproject moet worden opgestart. De verwachting op basis van het onderzoek is dat de noordkade grotendeels zal voldoen aan de signaleringsnorm.

¹² Voorheen: toetsronde

4 Het plangebied: analyse van de referentiesituatie

In dit hoofdstuk is de huidige situatie van het milieu en de leefomgeving beschreven als basis voor de effectanalyse. Voor die effectanalyse in hoofdstuk 7 is de referentiesituatie het uitgangspunt. Die referentiesituatie bestaat uit de huidige situatie en de autonome ontwikkelingen (ontwikkelingen buiten het project dijkversterking) tot circa 2025/2030. In het werkdocument effectbeoordeling [ref 13] is nadere informatie en kaartmateriaal opgenomen.

4.1 Waterveiligheid

De waterveiligheid op Marken voldoet niet aan de huidige eisen. Een deel van de dijk heeft stabiliteitsproblemen of is te laag. Bovendien is de steenbekleding van de dijk op een aantal plaatsen aan de zuidkade en de westkade ingezakt of ligt deze los. De waterveiligheidsopgave is nader beschreven in hoofdstuk 3.

Een deel van de steenbekleding is in 2015 opnieuw aangelegd, het maaibeheer van het binnentalud is geïntensiveerd en de steenbestorting is aangevuld. Met deze maatregelen is de staat van de dijk in de periode tot aan de daadwerkelijke versterking verbeterd.

Indien de dijkversterking niet plaatsvindt, kan, wanneer geen andere ingrepen worden gedaan, de veiligheid op Marken niet geborgd worden. Gezien de autonome bodemdaling van 2-7 mm/jaar en een tektonische kanteling van 1 mm/jaar zal de waterveiligheidssituatie in de autonome ontwikkeling afnemen.

4.1.1 De dijken rond Marken

De totale dijk van Marken heeft een lengte van 8,56 kilometer; onderverdeeld in 3,33 km zuidkade, 1,85 km westkade (excl. Haven) en 3,38 km noordkade. Het eiland zelf is circa 250 hectare groot.

4.1.2 Kunstwerken

Gemaal

Gemaal Marken is gelegen in dijktraject¹³ 13b (Marken) nabij het buurtschap Rozerwerf (zie de volgende figuur) ter hoogte van dijkpaal 26.

¹³ Voorheen: dijkkring

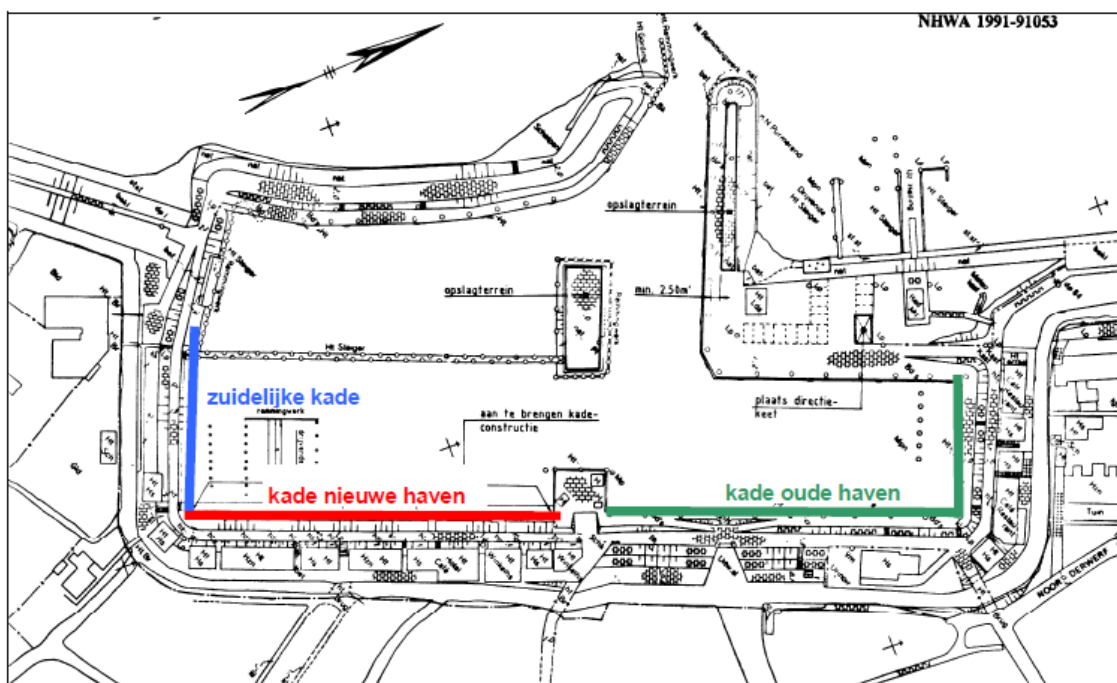


Figuur 4.1: Locatie van gemaal Marken

Het gemaal, dat gebouwd is in het jaar 1998, pompt water af naar het Markermeer.

Haven

Ter plaatse van de Marker haven bevinden zich stalen damwanden als kadeconstructie.



Figuur 4.2 Locaties kadeconstructies haven

4.2

Ruimtegebruik en ruimtelijke kwaliteit

Ruimtegebruik en ruimtelijke kwaliteit is beschreven aan de hand van de thema's gebruikswaarde (wat is er aanwezig; hoe wordt het gebruikt), belevingswaarde (hoe wordt het beleefd) en toekomstwaarde (welke potenties zijn er?). Binnen het project is het Kader Ruimtelijke Kwaliteit opgesteld. Deze is vastgesteld door de gemeente Waterland. De rol van dit kader binnen het project is toegelicht in hoofdstuk 1.

De criteria welke in deze paragraaf zijn beschreven onder gebruiksruimte zijn in het beoordelingskader (hoofdstuk 7) opgenomen onder de thema's Ruimtegebruik en Water. De criteria onder belevingswaarde zijn daar behandeld binnen het thema Ruimtelijke kwaliteit. Het thema toekomstwaarde komt in het beoordelingskader terug in het thema Maatschappelijke meerwaarde.

4.2.1 Gebruikswaarde

Wonen en werken

Marken is onderdeel van de gemeente Waterland. Het eiland heeft momenteel circa 1.800 inwoners. De bebouwing is opgedeeld in diverse buurtschappen die oorspronkelijk los van elkaar lagen (de werven). De dorpskern bestaat uit de aan elkaar gegroeide Havenbuurt, Kerkbuurt en Kets en ligt aan de westkant van Marken. In het noorden ligt de wijk Minneweg, gebouwd in 1970. De Grotewerf, Moeniswerf, Rozewerf en Wittewerf fungeren als aparte buurtschappen (zie figuur 4.3).



Figuur 4.3 Plattegrond Marken

Door de aanwijzing van Marken als een rijksbeschermd stads- /dorpsgezicht en als bufferzone in de provinciale verordening zijn er geen grootschalige uitbreidingen van woonkernen mogelijk en worden er eisen gesteld aan de nieuwbouw en het onderhoud van bestaande woningen.



Figuur 4.4 Karakteristieke paalwoningen op Marken

Op Marken zijn diverse bedrijven gevestigd. Binnen de kern bevinden zich diverse toeristisch-/recreatie-georiënteerde bedrijven. Ook wordt op Marken landbouw bedreven (zie hierna). De meeste Markers hebben een betrekking bij bedrijven buiten Marken en rijden in groten getale van het eiland af in de ochtend.

Landbouw

Op Marken zijn momenteel zes agrarische bedrijven gevestigd. Het eiland Marken omvat zo'n 160 ha cultuurgrond. Een deel ervan is in gebruik bij één nog actief melkveebedrijf. De rest (het grootste deel) wordt zeer extensief gebruikt en is in handen van deeltijd- of hobby-boeren. Binnen de landbouw wordt rekening gehouden met weidevogels op het eiland.

Recreatie

Recreatie en toerisme zijn de belangrijkste bron van inkomsten op Marken. Het eiland wordt door circa een half miljoen toeristen per jaar bezocht, wat door een deel van de bewoners als een behoorlijke belasting wordt ervaren. Toeristen bezoeken het eiland zowel voor waterrecreatie als recreatie op het land.

Op het eiland zelf zijn vooral de werven en musea toeristische trekpleisters. De haven van Marken is vooral van belang voor waterrecreatie.

De omringkade speelt een belangrijke rol voor recreatie. Over de gehele lengte van de dijk loopt een wandel- en fietspad waardoor er een rondje rond het hele eiland gemaakt kan worden.

Aan de dijk (buitendijks) liggen enkele zwemplekken: nabij de Minnebuurt, de vuurtoren en bij de Havenbuurt. Bij de havenbuurt en de vuurtoren zijn ook strandjes die van belang zijn voor watergebonden recreatie en dagrecreatie. Ook bij de Roze-werf is een strandje.

Op andere plekken langs de dijken liggen kleine boten van bewoners. In 2014 heeft Rijkswaterstaat een proces gestart om dit gebruik te reguleren. Nieuwe ligplaatsen zijn niet toegestaan.

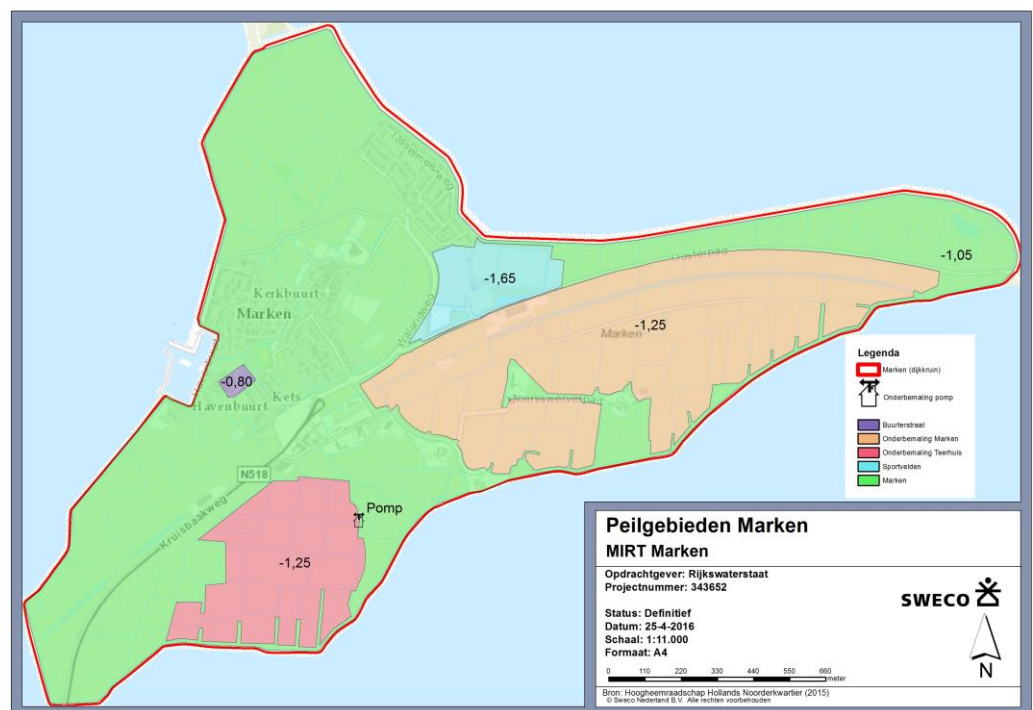
Waterhuishouding

Het streefpeil van het Markermeer is voor de winter vastgesteld op -0,40 m NAP en voor de zomer op -0,20 m NAP.

In het voorgenomen peilbesluit IJsselmeergebied 2017 is een voorlopig peilvoornemen geformuleerd: in de winter een gemiddelde waterstand van -0,25 m tot -0,33 m NAP waarbij het peil voor waterveiligheid en scheepvaart niet onder -0,40 m NAP mag zakken. Voor de zomer is een flexibele waterstand van -0,10 m NAP tot -0,30 m NAP geformuleerd. Dit betekent een beperkte wijziging ten opzichte van de huidige situatie.

Naar verwachting zal het peilbesluit in 2016 ter visie gelegd worden en uiterlijk in 2021 volledig operationeel zijn uitgewerkt en zijn geëffectueerd.

Op Marken zelf is het peil -1,05 m NAP. Er liggen twee peilgebieden met onderbemaling van -1,25 m NAP. Daarnaast zijn er twee gebieden met een eigen peil, de Buurtenstraat met -0,80 m NAP en de sportvelden met -1,65 m NAP. De dijkslot met het peil van -1,05 m NAP loopt ook langs de lagere peilgebieden. De lagere peilgebieden hebben daarmee beperkt effect op de dijk en vice versa.



Figuur 4.5: Peilgebieden op Marken

De afwatering op Marken heeft tot 1930 plaatsgevonden op natuurlijke wijze. Rond 1850 hadden de vele sloten op het eiland Marken een belangrijke functie voor de afwatering. Rond de werven waren sloten gegraven, zodat de afwatering van de bewoonde hogere gronden op natuurlijke wijze kon geschieden. Via een drietal sluizen, bij de Haven, de Rozewerf en de vuurtoren werd bij ebstand op de Gouwzee en de Zuiderzee geloosd. Het patroon van deze sloten was grillig en volgde veelal de loop van oude veenstroompjes.

Kenmerkend voor Marken was de aanleg van het boogkanaal, het Goudriaankanaal, op initiatief van Koning Willem I in 1825 met als doel destijds om een ontsluiting voor Amsterdam te realiseren toen er nog geen Noordzeekanaal was. Het watergangstelsel op Marken heeft in de periode 1850-1932 nauwelijks veranderingen ondergaan. Na de afsluiting van de Zuiderzee zou de mogelijkheid tot natuurlijke lozing gering zijn. Daarom werd er een gemaal gebouwd op de plaats van de sluis bij de Rozewerf. De sluis aan de oostzijde van het eiland verdween en de sluis bij de Haven werd verbouwd tot inwateringsluis. Ook nu is het slotenpatroon nog onregelmatig. Delen van het Goudriaankanaal zijn ook nog zichtbaar.

De sloten op Marken wateren af naar de dijksloten die aan de binnenzijde van de dijk, als een ring om Marken liggen. Via deze dijksloot stroomt het water naar het lozingspunt bij het gemaal bij de Rozewerf.

4.2.2

Belevingswaarde

Continuïteit op het schaalniveau van het eiland

De omringkade laat zich op het hoogste schaalniveau lezen als één doorgaande dijk met een continuïteit in profiel (taluds, kruinbreedte, hoogte) en materialisering. Wel is er onderscheid tussen de verschillende dijkdelen, waarbij bijvoorbeeld de noordkade duidelijk lager en breder is dan de zuid- en de westkade. Desondanks vormt de dijk een geheel. De continuïteit wordt versterkt door de aanwezigheid van de sloot die vrijwel direct langs de binnenkant van het talud loopt.

De omringkade tekent het silhouet van het eiland, maakt van Marken een duidelijk begrensde eenheid. Ofschoon de dijk laag is, is deze nadrukkelijk in het beeld aanwezig. Het vormt de lijst om het kunstwerk Marken. De dijk omsluit het open polderland, met een kleinschalig onregelmatige verkaveling, waarin de verschillende werven als compacte clusters liggen.



Figuur 4.6 Continuïteit op het schaalniveau van het eiland

Passend bij de maat en schaal van Marken

De dijk is smal en laag en dat is altijd zo geweest, dat hoort bij Marken. Vanaf het eiland toont de omringkade zich als een lage grasdijk waarop het polderlandschap doorloopt tot op de kruin. Vanaf het water bezien is de dijk hard en stenig en torenen de werven met gemak boven de dijk uit.

Het contrast tussen de weidsheid van het Markermeer en het kleine eiland is vanaf de dijk optimaal beleefbaar. De dijk is beperkt van maat en schaal en heeft een compact profiel, zowel in de hoogte als de breedte als in de algehele lijnvoering van het dijktracé. De compactheid maakt dat vanaf de dijk er direct contact is met het water. De vormgeving en inrichting van de dijk is ingetogen.

De vele markante knikpunten zorgen voor een steeds wisselend uitzicht op de omgeving. Dit is met name langs de zuidkade van belang, deze kent zowel de meeste knikpunten als de meeste verbijzonderingen aan of nabij de dijk. Door het geknikte verloop zijn onder aan de dijk kleine baaien en strandjes ontstaan als kleine verbijzonderingen van de dijk.

De noordkade is sinds de laatste dijkversterking aldaar minder smal dan de west- en de zuidkade.



Figuur 4.7 Passend bij de maat en schaal van Marken

Vorm

De dijk is geen kreukvrije dijk. Aan de dijk zijn voortdurend grotere en kleinere ingrepen gedaan. Dit voortdurende veranderproces is af te lezen aan de dijk, en geeft de dijk authenticiteit. Aan de teen van de dijk, op de overgang naar het water, voegen basaltblokken, keien of puin een extra verdediging toe. Daarmee is de overgang van land naar water vrijwel overal scherp. Op een aantal plaatsen zijn aan de voet van de dijk smalle stortbermen aanwezig.



Figuur 4.8 Compact profiel

De omringkade heeft aan de zuid- en de westzijde een relatief smalle kruin van ongeveer 2,5-3 m waarop een fiets- en wandelpad is gelegen. Aan de noordzijde is de dijk duidelijk veel breder. De dijk is niet toegankelijk voor autoverkeer. Het pad op de dijk is verhard met gebakken klinkers of betonklinkers.

De dijk heeft aan de zuid- en de westzijde een zeer steil binnentalud van 1:2/1:1 met grasbekleding. Aan de binnenzijde wordt de dijk begeleid door een in breedte wisselende watergang. Deze sloot varieert qua breedte en is in verhouding met de dijk redelijk breed, vaak breder dan de kruin van de dijk.

Het buitentalud is minder steil dan het binnentalud (1:2/1:3) en is bekleed met basalt of basaltblokken. De basaltblokkenbekleding is veelal gedeformeerd en is op enkele plekken in 2015 in het kader van onderhoud geherprofileerd.

De entree ven Marken

Doordat de omringkade juist ter hoogte van de kruising met de N518 is verlaagd, wordt het passeren van de omringkade vanaf de weg vrijwel niet ervaren. Voor de automobilist is niet direct duidelijk wanneer hij op Marken is.

4.2.3

Toekomstwaarde

Marken is een ruimtelijk en cultuurhistorisch waardevolle plek. Het is een uniek eiland dat in zijn geheel is aangemerkt als beschermd stads- en dorpsgezicht. Het is essentieel dat voor de dijkversterking een oplossing wordt ontwikkeld die recht doet aan de eigenheid van Marken en die op een zorgvuldige wijze met de unieke landschappelijke, cultuurhistorische en archeologische kwaliteiten omgaat. De dijkversterking biedt kansen om de huidige knelpunten op te lossen en mee te nemen bij de ruimtelijke opgaven die er spelen:

- De omringdijk als de 'lijst' die het 'kunstwerk' Marken omsluit: de dijk kent een sterke continuïteit en rijgt diverse historische elementen aan een;
- Een compact en eenduidig profiel: overwegend smal en steile taluds, met een smal pad over de kruin;
- Direct contact met het water vanaf de dijk;
- Zacht van binnen, stenig van buiten: de dijk heeft een groen binnentalud en een stenig buitentalud;
- Eenduidige materialisering
- De omringdijk wordt gekenmerkt door vele knikken, waardoor er vanaf de dijk steeds wisselende zichten op de omgeving zijn.

Daarbij is het van meerwaarde wanneer de dijkversterking ook aan andere functies meekoppelkansen biedt.

4.3 Landschap, Cultuurhistorie en Archeologie

4.3.1 Landschap en cultuurhistorie

Het Landschap van Marken

Marken behoort tot het oude zeekeilelandschap. Dit landschapstype, dat voornamelijk in het noordelijk deel van de provincie Noord-Holland voorkomt, kenmerkte zich in het Pleistoceen door wadvlakten die werden doorsneden door kreken. Op deze vlakten hebben zich na de laatste IJstijd veenkussens ontwikkeld. Door klink en oxidatie zijn de veenkussens uiteindelijk weer verdwenen en is het onderliggende landschap weer aan de oppervlakte gekomen. De kreken vormen nu hooggelegen ruggen in het landschap en de wadvlakten zijn laaggelegen kommen. Doordat het oude zeekeilelandschap als veengebied is ontgonnen zijn ook nu nog de karakteristieke kenmerken van een veenlandschap op het eiland zichtbaar: een wijds landschap met een onregelmatige blokken verkaveling.

De verkaveling op het eiland is representatief voor de kleinschaligheid van het landschap. De vele kleine stukjes grasland omringd door sloten geven de maat en schaal van het gehele eiland weer. De maatvoering van de omringkade sluit hierbij aan. Omdat de dijk smal en laag is, bevindt men zich letterlijk dichtbij het landschap. Men heeft het gevoel onderdeel uit te maken van het landschap en tegelijkertijd het landschap van een afstand te kunnen overzien.

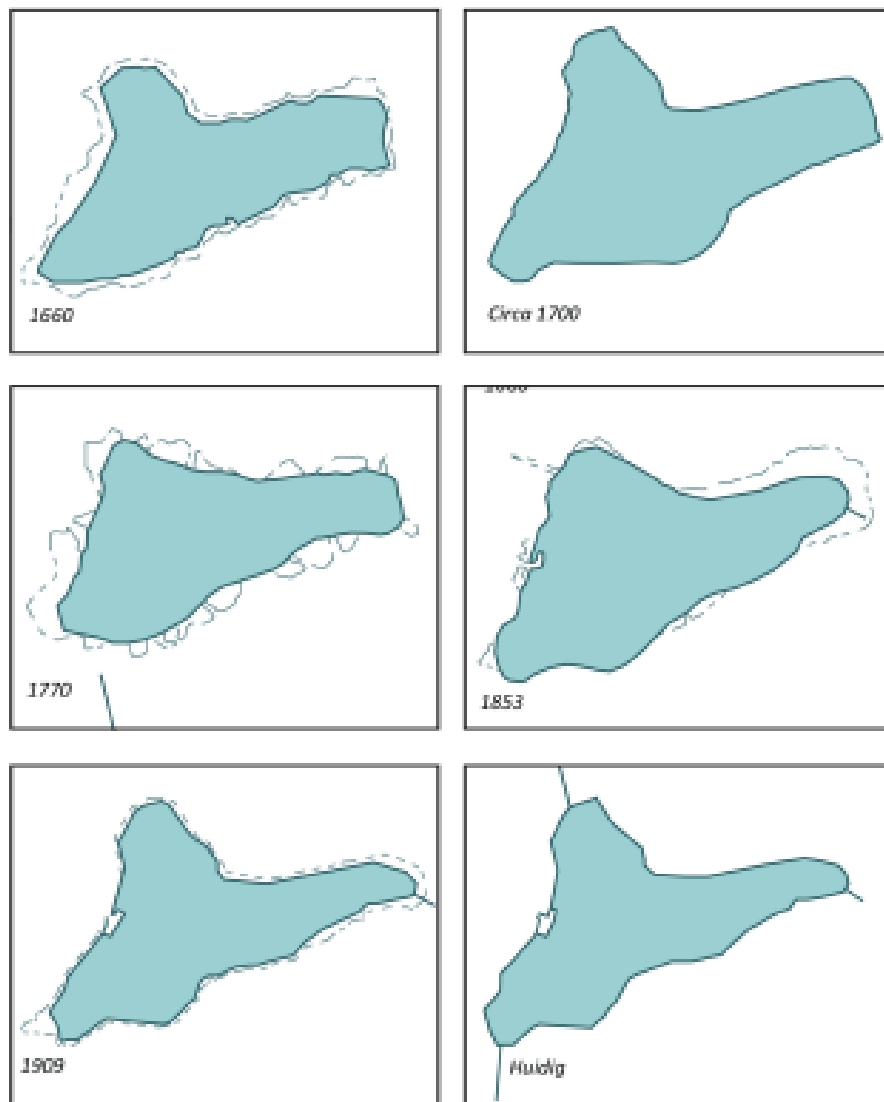


Figuur 4.9 Marker landschap

Vanaf de dijk ziet men aan de binnenzijde het open landschap. Zowel vanaf de provinciale weg als ook vanaf de omringkade is het eiland als kom goed beleefbaar. Er is nauwelijks sprake van opgaande begroeiing. In het open, lage landschap vallen diverse hogere elementen extra op. Zo zijn de werven met bebouwing, de vuurtoren, de kerk en de overige bebouwing in het dorp, de bosschages ten noorden van het Goudriaankanaal en de schuren van de boerderijen vanaf de gehele dijk continu zichtbaar. Daarnaast beleeft men continu de natuur: de rietkragen langs de vele sloten, de vele weidevogels en het vee in het weiland.

Cultuurhistorische waarden

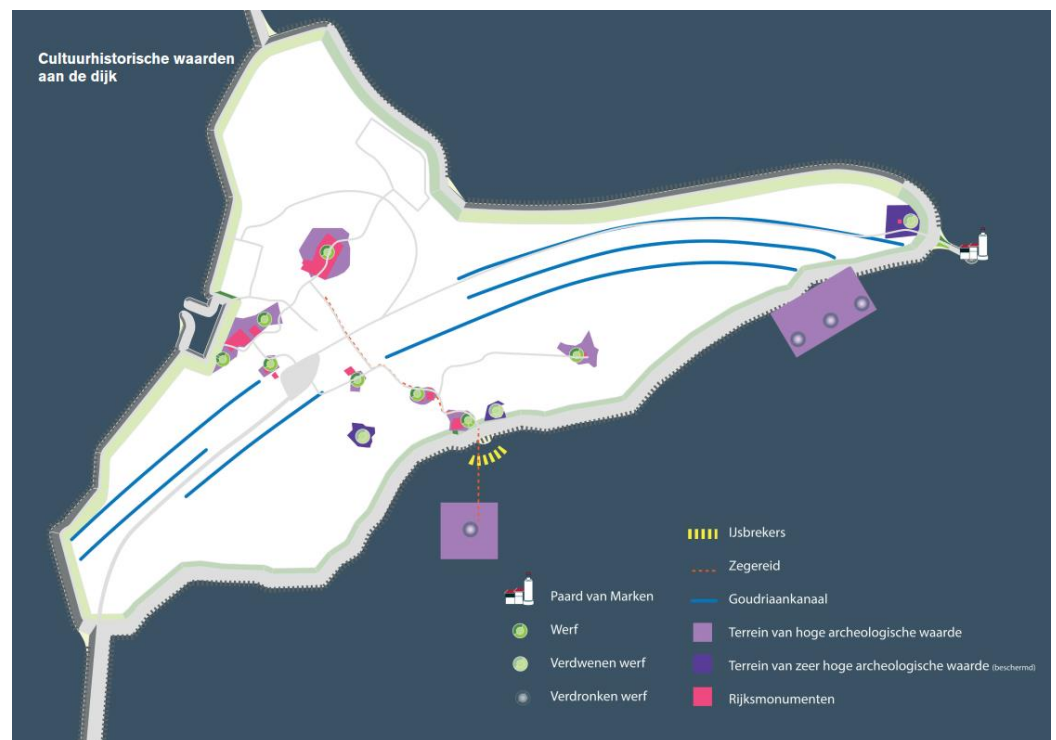
De talloze knikpunten in de dijk laten zien dat de omgang met het water een continue waakzaamheid gebod dat leidde tot een continu proces van aanpassen en bijsturen. Marken toont als geen andere locatie de geschiedenis van ruim 900 jaar leven met water. Het toont hoe condities keer op keer zijn gewijzigd en hoe de mens daarop heeft gereageerd.



Figuur 4.10 Vorm/omtrek Marken door de eeuwen heen [ref 3]

Naast het keren van het water heeft ook de afwatering zich ontwikkeld; waren het eerst de ebsluisjes die het water bij laag water afvoerden, na de afsluiting van de Zuiderzee pompte het gemaal het water uit waarbij een fijnere afstemming van het waterpeil mogelijk werd.

Marken is in zijn totaliteit, met inbegrip van een deel van de Gouwzee, aangeduid als beschermd dorpsgezicht (sinds 1971). Het aantal monumenten (rijk, provincie en gemeente) is groot. Hierdoor wordt zorgvuldige inpassing van nieuwe ontwikkelingen zoals de dijkversterking gevraagd.



Figuur 4.10: Cultuurhistorische monumenten [ref 3]

Met name langs de zuidkade, en in mindere mate langs de westkade, zijn cultuurhistorische monumenten aanwezig.

- Aan de oostpunt staat de vuurtoren, het paard van Marken, deze is aangeduid als rijksmonument.
- De ijsbrekers bij de Rozewerf, waarvan het grondlichaam waarop de bebouwing is gebouwd is aangeduid als een gebied van hoge archeologische waarde, zijn provinciaal monument.
- De panden op de Rozewerf zijn rijksmonument (8), gemeentelijk monument (2) of beeldbepalend (in het kader van het beschermd dorpsgezicht) (1)
- Aan de Westdijk vormt de haven met haar talrijke beeldbepalende panden en een aanzienlijk areaal aan gebied van een hoge archeologische waarde een aandachtsgedebied.

4.3.2 Archeologie

Aardkundige en archeologische waarden

Aardkundige waarden

Aardkundige waarden zijn die onderdelen van het landschap die iets vertellen over de natuurlijke ontstaanswijze van het gebied. Deze waarden hebben een relatie met de geologische opbouw, de geomorfologie (landvormen), de geohydrologie en de bodems van een gebied.

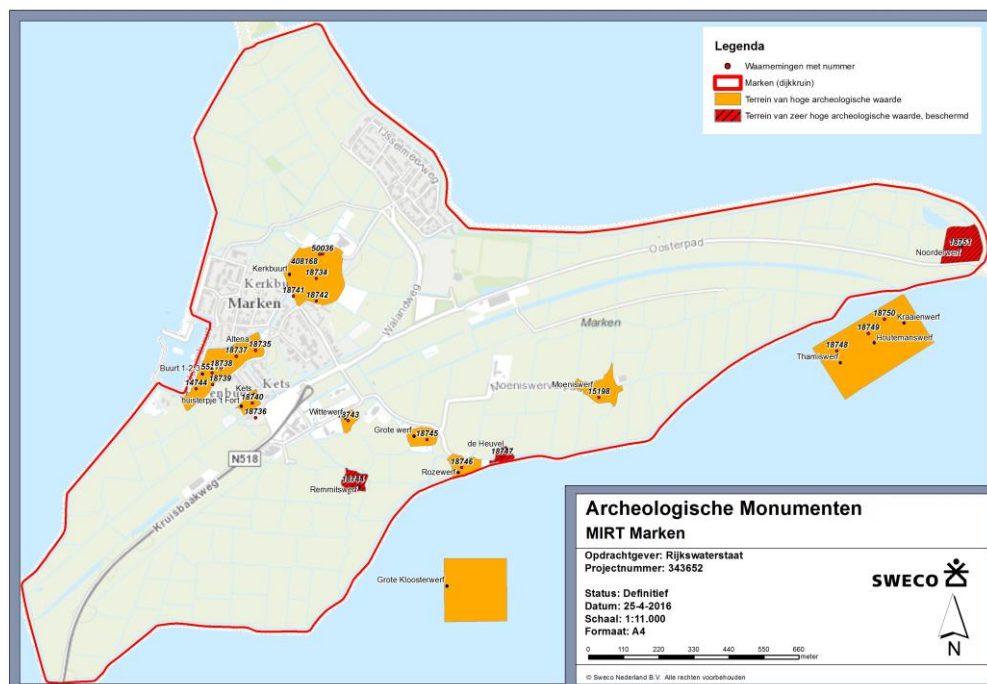
Geheel Marken is, als erosierest van een veengebied dat zich uitstreckte tot in de voormalige Zuiderzee, door de provincie aangewezen als aardkundig waardevol gebied. Een aardkundig monument of waardevol gebied heeft geen status als een rijks- of gemeentelijk monument, maar is bedoeld om interesse voor het gebied op te wekken en de kennis over dit gebied onder een breder publiek te verspreiden.

Archeologische waarden

Voor heel Marken, met name binnen de dijkkring, kan gesteld worden dat een lage trefkans op archeologische waarden wordt verwacht. Langs de dijkkring en buitendijks is een hoge trefkans op archeologische waarden [ref 14].

Met name langs de zuidkade, en in mindere mate langs de westkade, zijn archeologische waarden aanwezig (zie figuur 4.11).

- Aan de zuidkade ligt de Rozewerf, met buitendijks de karakteristieke ijsbrekers. Het grondlichaam waarop de bebouwing is gebouwd is aangeduid als een gebied van hoge archeologische waarde.
- Aan de zuidkade ligt ook de verdwenen werf de Heuvel; een terrein van zeer hoge archeologische waarde (rijksmonument).
- Buitendijks liggen op korte afstand van de dijk de verzwolgen werven Grote Kloosterwerf, Thamswerf, Houtemanswerf en Kraaienwerf. Deze zijn omgeven door terreinen van hoge archeologische waarde.



Figuur 4.11: Archeologische monumenten en archeologische waarnemingen

Aan de westkade vormt de haven met haar talrijke beeldbepalende panden en een aanzienlijk areaal aan gebied van hoge archeologische waarde (het grondlichaam onder de Havenbuurt) een aandachtsgebied. Aan het oostelijke deel van de noordkade ligt de verdwenen Noorderwerf, omgeven door terrein van zeer hoge archeologische waarde (rijksmonument).

Op Marken staan nog diverse werven. Door de jaren heen zijn door dijkdoorbraken en overstromingen de dijken op Marken binnendijs verplaatst en werven 'verdrongen' (zie figuur 4.11).

Geomorfologie en verwachting archeologie diepere waterbodem

Hollandveen Laagpakket (inclusief Flevomeer Laag)

Het Hollandveen kan bestaan uit vele veensoorten, vaak ook in opeenvolgingen van voedselrijkdom; soms bestaat het echter ook slechts uit rietveen. De dikte van het veen kan uiteenlopen van enkele centimeters tot meer dan 5 meter. De top van het veen kan echter tijdens de vorming van latere afzettingen zoals de Flevomeer Laag, de Almere Laag en zelfs de Zuiderzee Laag nog geërodeerd zijn. Binnen het onderzoeksgebied kan dit deels ook het geval zijn. In alle boringen waarin de top van de Wormer-afzettingen is aangetroffen wordt dit pakket afgedekt door organisch materiaal, dat in de beschrijvingen als veen is vermeld.

De Flevomeer Laag bestaat uit (veen-)detritus; los verspoelde veendeeltjes - met diametergrootte die meestal variërend tussen millimeters tot enkele centimeters - en vaak gemengd met wisselende hoeveelheden klei, silt en zand. Vivianiet, een zwavelijzer verbinding, komt regelmatig tussen het organische materiaal in de laag voor. De Flevomeer-afzettingen zijn ondiepe meerbodemaafzettingen die door latere erosie slechts lokaal in het onderzoeksgebied voorkomen. In de Noordoostpolder en Flevoland komen ze op grotere schaal voor.

Laagpakket van Wormer

De mariene afzettingen van het Laagpakket van Wormer - die dateren uit het Midden-Holoceen en onderdeel uitmaken van de getijdebekken-afzettingen van centraal Noord-Holland - komen voor in het zuidwestelijk deel van het IJsselmeer/Markermeer. De afzettingen van dit laagpakket worden in de oude literatuur ook wel 'Oude Zeeklei', 'Oude Getijde Afzettingen' of 'Afzettingen van Calais' genoemd. In het onderzoeksgebied bestaan ze uit kleien met een wisselend gehalte aan humus en kalk en zeer fijn tot matig fijn zand. De zandige afzettingen zijn grotendeels gevormd in geul- of wadplaat-milieu, terwijl de kleien vooral ontstaan zijn in een wad- of kweldermilieu. De kleiige afzettingen verder van de geulen en kreken vandaan - de komafzettingen - zijn zwaar, vaak (hoger lutumgehalte) kalkloos, humeus en doorworteld. In vrijwel alle boringen ter hoogte van de zuidelijke dijk van Marken, met een einddiepte beneden 6 meter -NAP, komt de top van de Wormerafzettingen binnen 6 meter -NAP voor. Daar waar de top van het Laagpakket van Wormer zich op dit dieptebereik bevindt moet rekening worden gehouden met het voorkomen van oeverafzettingen die tevens archeologisch relevant zijn, mede daar de hoogteligging vergelijkbaar is met die van klassieke Swifterbant-nederzettingen in polder Oostelijk Flevoland. Ook buitendijs, in het IJsselmeer, ten behoeve van het onderzoek voor de vaargeul naar de aan te leggen terminal Flevokust, zijn afzettingen met vergelijkbare landschappelijke eigenschappen op vergelijkbare diepte aangetroffen.

Archeologische verwachting ondiepe waterbodem

Sinds 2010 heeft 'archeologie onder water' beleidsmatig meer aandacht gekregen en is er – in algemene zin – meer onderzoek in dat kader gedaan. Voor Marken wordt hier ingegaan op de resultaten zoals opgenomen in de kaartenset voor de onderwaterbodem zoals gepubliceerd door de RCE in 2014. Op een combinatiekaart zijn alle bekende scheeps- en vliegtuigwrakken in beeld gebracht in combinatie met bekende verstoringen. Langs de Marker dijken zijn op basis van deze studie geen scheeps- en vliegtuigwrakken bekend. Bij de westkade moet rekening worden gehouden met eventuele restanten van strekdammen. Aan de zuidkade gaat het om speciëstoringen (groen) en stortplaatsen (grijs). Deze conclusies volgen uit een recente inventarisatie van Vestigia [ref 31], uitgevoerd als actualisatie en aanvulling van de bureaustudies archeologie uit 2010/2012 [ref 29,30]

Archeologisch onderzoek

Figuur 4.12 geeft een uitsnede uit de Archeologische beleidskaart van gemeente Waterland, behorende bij de Archeologienota van de gemeente. De beleidskaart leidt tot een verplichting om onderzoek uit te voeren voorafgaand aan de uitvoering van het project. Voor bijna geheel Marken geldt een verplichting tot nader onderzoek voor plannen groter dan 500 m² en dieper dan 40 cm. Voor de kernen Marken en de Minnebuurt geldt nader onderzoek voor plannen groter dan 2.500 m² en dieper dan 40 cm. Voor een aantal werven en terreinen van hoge archeologische waarden gelden zwaardere normen.



Figuur 4.12: Uitsnede uit Archeologische beleidskaart Gemeente Waterland

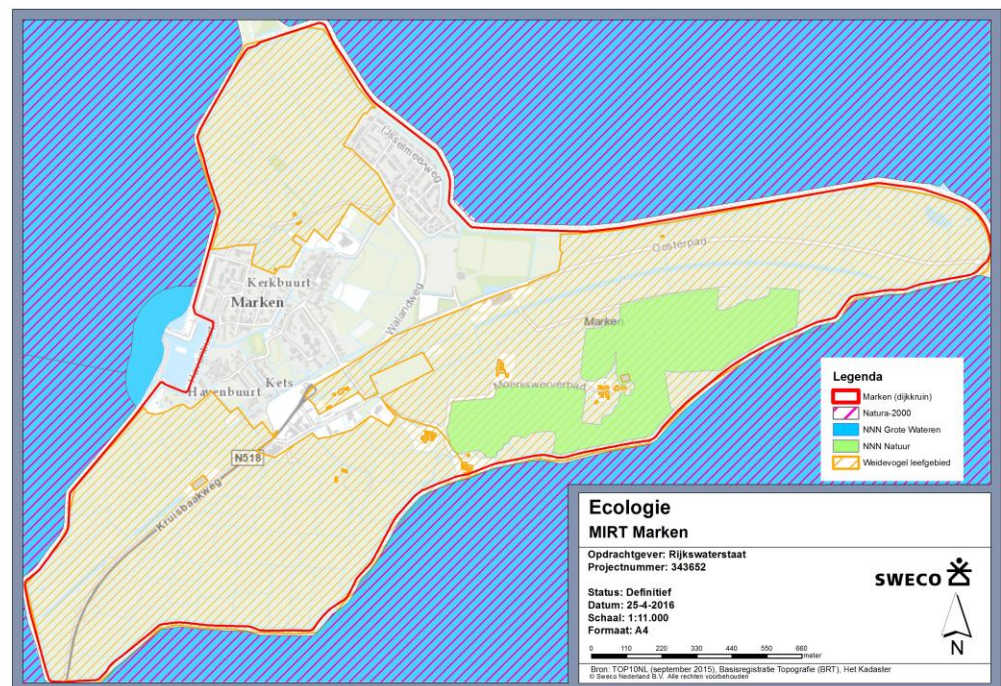
In alle gevallen wordt het vrijstellingsoppervlak voor archeologie conform het beleid van de gemeente Waterland overschreden. Er is dus sprake van een archeologische onderzoekspllicht in het kader van (en vooruitlopend op) het Projectplan Waterwet en een bestemmingsplanwijziging. [ref 31]

Het rekening houden met archeologie houdt in dat nader veldonderzoek gedaan moet worden naar archeologische waarden. Dit traject start voorafgaand aan het

verlenen van een vergunning en wordt afgesloten voordat de daadwerkelijke grondversterking plaatsvindt. Op basis van de gemeentelijke beleidskaart zal dit voor het gehele plangebied van de dijkversterking moeten plaatsvinden. Dit is verder toegelicht in hoofdstuk 9.

4.4 Natuur

In deze paragraaf wordt ingegaan op Natura 2000-gebieden en onder de Natuurbeschermingswet beschermde soorten, Natuurnetwerk Nederland (NNN) en weidevogelgebied en beschermde soorten onder de Flora- en faunawet. In figuur 4.13 zijn de beschermde natuurgebieden op en rond Marken weergegeven. Naast de gebiedsbescherming komen er ook wettelijk beschermde soorten voor.



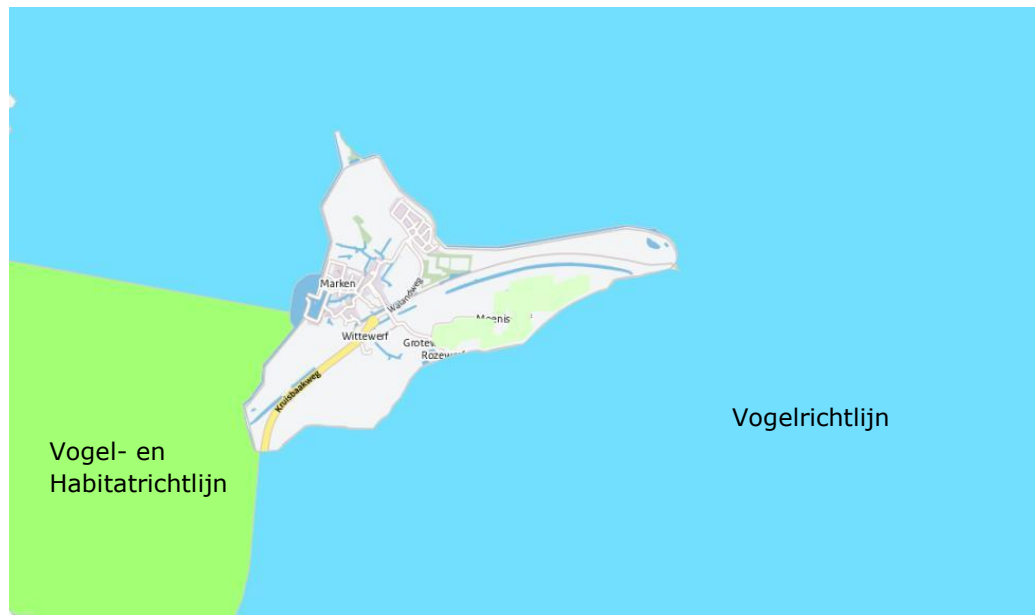
Figuur 4.13 Beschermde natuurgebieden op en rond Marken

4.4.1 Natura 2000

Marken ligt midden in het Natura 2000-gebied Markermeer & IJmeer. Dit gebied is in zijn geheel aangewezen op grond van de Vogelrichtlijn. Delen van het gebied, waaronder de Gouwzee, zijn bovendien aangewezen op grond van de Habitatrichtlijn. Het water in en direct grenzend aan de haven van Marken is hiervan uitgesloten. De bescherming van Natura 2000-gebieden is in Nederland geregeld in de Natuurbeschermingswet.

De aanwijzing van het Markermeer-IJmeer als Habitatrichtlijngebied is gebaseerd op de aanwezigheid van het habitattypen kranswierwateren (H3140), haar functie als foerageergebied voor de meervleermuis en leefgebied van de rivierdonderpad. Kranswierwateren zijn formeel alleen beschermd binnen het Habitatrichtlijngebied. Voor het habitattypen geldt een behoudsdoelstelling voor oppervlak en kwaliteit. Voor de Habitatsoorten geldt een behoudsdoelstelling voor oppervlak en kwaliteit van het leefgebied van het leefgebied voor behoud van de populatie.

De aanwijzing van het Markermeer-IJmeer als Vogelrichtlijngebied is gebaseerd op de aanwezigheid van de broedvogels visdief en aalscholver en 18 soorten niet-broedvogels (tabel 1). Het gebied heeft een functie als broedgebied, foerageergebied en rustgebied. Hiervoor zijn onder meer velden met waterplanten, mosselen en viswateren van belang. Voor alle vogelsoorten geldt een behoudsdoelstelling voor oppervlak en kwaliteit van het foerageer- c.q. broedgebied en omvang van de populatie. Deze zijn opgenomen in de Notitie significante randvoorwaarden N2000 [ref 15]



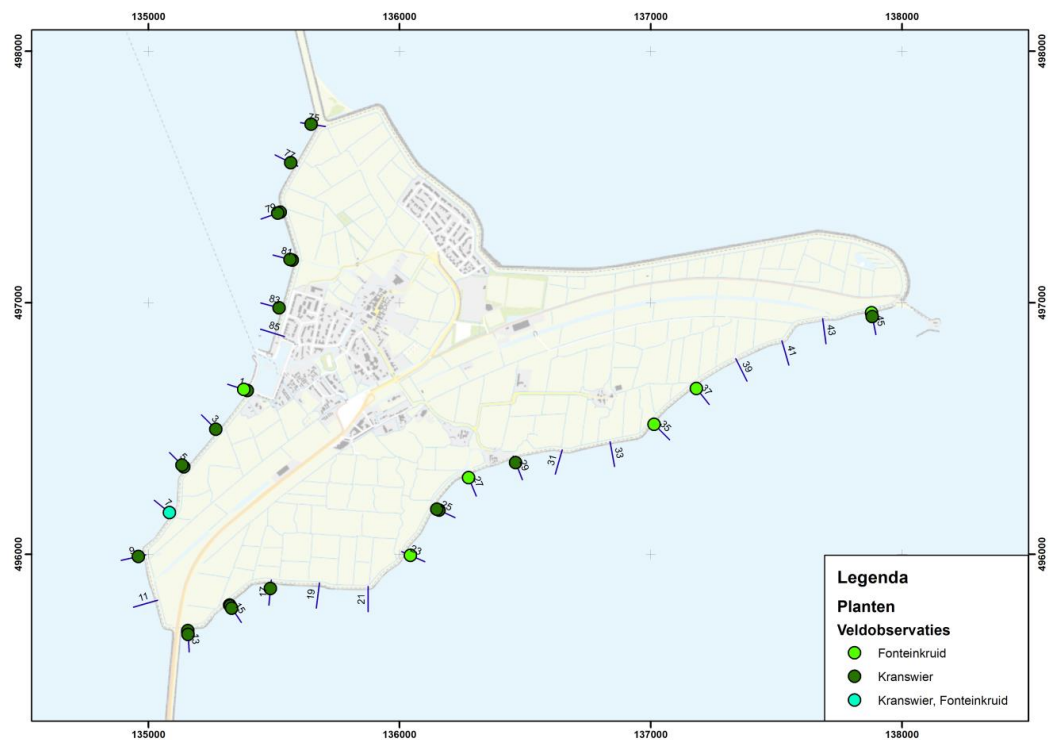
Figuur 4.14: Beschermde natuur op en rond Marken. Groen=Vogel- en Habitatrichtlijngebied, helder blauw is Vogelrichtlijngebied.

Voorkomen soorten en habitattypen omgeving omringkade Marken

Habitattype Kranswierwateren (H3140) komt langs de gehele westkade van Marken voor en ook op een aantal plaatsen langs de zuidkade (figuur 4.15). Uit een kranswierinventarisatie van RHDHV [ref 16] blijkt dat in de omgeving van de westkade plaatselijk hoge bedekkingen van sterkranswier (*Nitellopsis obtusa*) en gebogen kransblad (*Chara connivens*) voorkomen en in lage bedekkingen ook andere kranswieren, zoals ruw kransblad (*Chara aspera*). Ook komen er andere soorten waterplanten voor waaronder fonteinkruiden (*Potamogeton perfoliatus* en *Potamogeton pectinatus*), aardvederkruid (*Myriophyllum spicatum*) en slanke waterweegbree (*Alisma gramineum*).

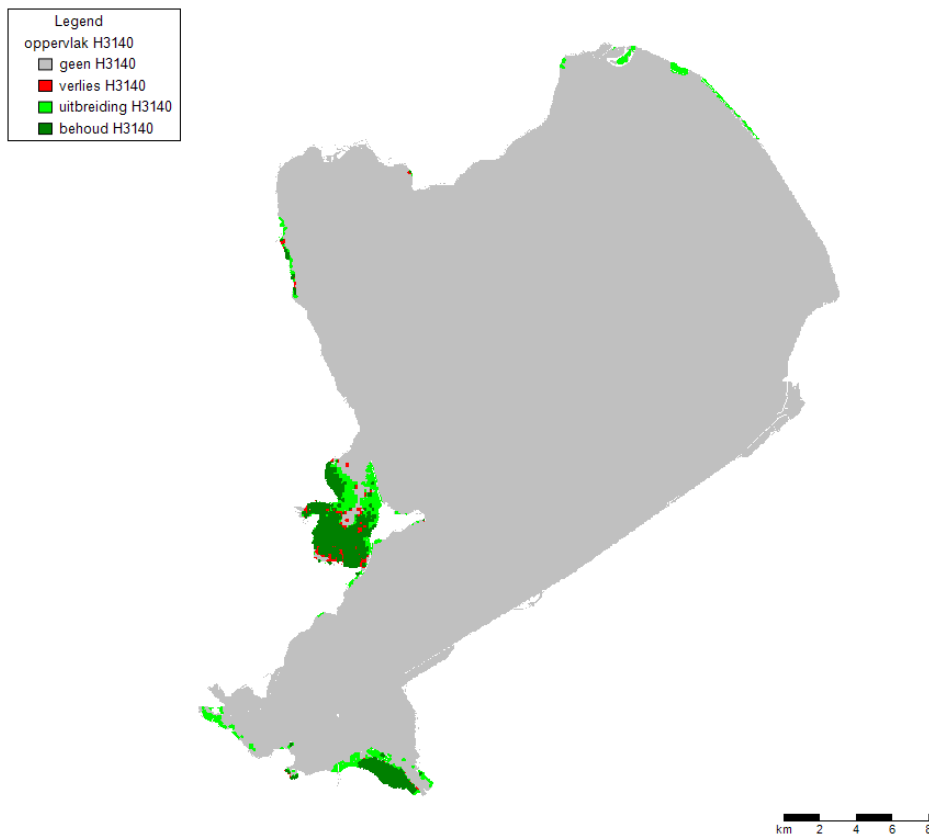
Vanaf de buitenberm loopt een vegetatievrije zone van vijf tot acht meter.

Het habitatype is formeel alleen beschermd binnen het Habitatrichtlijngebied. Dus binnen het studiegebied gaat het alleen om de kranswierwateren langs de westkade ten zuiden van de haven van Marken.



Figuur 4.15 De verspreiding van waterplantenvelden rond MarkenRaai 1 en 85 vallen buiten de begrenzing van het Natura 2000-gebied. [ref 17]

Het oppervlak H3140 is sinds de aanwijzing licht toegenomen (ca. 5%) binnen het Habitatrichtlijngebied en ook uitgebreid buiten het Habitatrichtlijngebied. [ref 18] Volgens deskundigen is er zeker sprake van een positieve trend in de ontwikkeling van kranswierwater (H3140) in het Markermeer welke zich ook voortzet na 2010. Het oppervlak H3140 is door die ontwikkeling thans groter dan de instandhoudingsdoelstelling, welke is gebaseerd op de situatie in 2004..



Figuur 4.16 Verandering oppervlak kranswierwateren H3140 in het Markermeer tussen de referentieperiode (2001) en 2010 (overgenomen uit ref 18, data RWS)

Voorkomen habitatsoorten

De Meervleermuis foerageert in het gehele Markermeer-IJmeer. Concrete waarnemingen langs de westkade zijn niet bekend, maar verondersteld mag worden dat exemplaren buitendijks boven de Gouwzee tot langs de westkade jagen. Verblijfplaatsen van deze soort zijn niet aanwezig. Hiervoor geschikte gebouwen of bomen ontbreken.

De rivierdonderpad komt verspreid voor op hard substraat. Langs de kades vormt de steenbestorting potentieel leefgebied voor de rivierdonderpad. Ook voor deze soorten geldt dat ze formeel alleen beschermd zijn binnen het Habitatrictlijngebied. Bij recent onderzoek naar de rivierdonderpad in het kader van onderhoudswerkzaamheden aan de zuid- en noordkade zijn op de beviste trajecten geen rivierdonderpaden meer aangetroffen maar alleen zwartbekgrondels [ref 19]. Tijdens recent visonderzoek tussen de steenbestorting langs de westkade is de rivierdonderpad evenmin aangetroffen [ref 20].

In veel gebieden heeft de rivierdonderpad de laatste jaren te lijden onder de opkomst van de zwartbekgrondel. Deze concurrent verdringt de rivierdonderpad. Ook in het Markermeer is deze grondel sterk in opkomst (gegevens IMARES, RAVON). Ook langs de westkade en zuidkade van Marken lijkt de zwartbekgrondel en marmergrondel de rivierdonderpad verdrongen te hebben [ref 19;20].

Voorkomen broedvogels

De visdief of aalscholver broeden niet op Marken. Het droge deel van Marken behoort ook niet tot het Natura 2000-gebied. Er zijn dan ook geen potentiële broedgebieden voor visdief of Aalscholver aanwezig.

Voorkomen niet-broedvogels

Uit de watervogeltellingen (2010-2015) blijkt dat er relatief grote aantallen ganzen (Brandgans, Grauwe gans) voorkomen langs de dijk. Deze ganzen foerageren vooral in de binnendijkse graslanden. De aantallen zijn het hoogste langs de zuidkade. In de periode juli 2010 t/m juni 2015 is het gemiddelde aantal getelde Brandgansen langs de Markendijken zelfs 227% van het doelaantal. Voor de Grauwe gans is dit 37%.

Er komen relatief geringe aantallen van de mosseletende vogelsoorten brilduiker (gemiddeld 0,8 vogels, 0,4% van het doelaantal) en kuifeend (138,8 individuen, 0,8% van het doelaantal) voor langs de westkade. Gelet op de sterke neerwaartse trend in de aanwezigheid van de brilduiker, waarvoor de doelaantallen momenteel niet worden gehaald, zijn deze aantallen toch relevant voor de instandhouding van de populatie in het Markermeer-IJmeer. De kuifeend kende ook een neerwaartse trend vanaf de jaren 1990. De trend lijkt nu te stabiliseren met aantallen die schommelen rond de instandhoudingsdoelstelling. Ook voor deze soort zijn de aangetroffen aantallen daarom relevant voor het halen voor de instandhoudingsdoelstelling (18.800 vogels). Kuifeenden en andere eenden gebruiken de luwe plekken langs de westkade als rustgebied. Ook is er foerageergebied aanwezig in de vorm van mosselen (zie verderop beschrijving aanwezige mosselen) en waterplantenvelden. Langs de zuidkade foerageren ook incidenteel brilduikers en kuifeenden in zeer kleine aantallen: gemiddeld 0,3 brilduikers en 9,2 kuifeenden.

Langs de westkade en zuidkade zijn de afgelopen jaren verder verschillende visetende en waterplantetende watervogels waargenomen. Het gaat over het algemeen om kleine aantallen en soorten met een positieve trend. Gelet op negatieve trends of aantallen die rond de instandhoudingsdoelstelling schommelen zijn de geringe aantallen van de fuut (gemiddeld 1,1 individuen, 0,7% doelaantal) en Nonnetje (gemiddeld 0,8 individuen, 1% doelaantal) langs de westkade toch relevant (tabel 4.1).

Tabel 4.1 Seizoensgemiddelde watervogels rond Marken (gemiddelde periode juli 2010 t/m juni 2015, data RWS), doelaantal conform Aanwijzingsbesluit en trends volgens SOVON

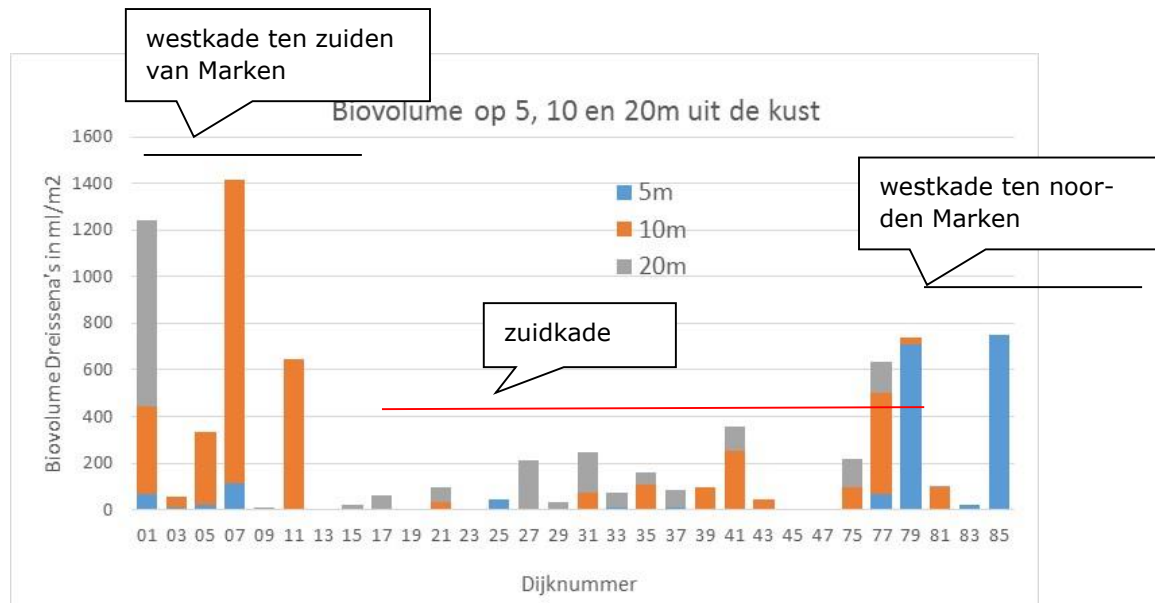
	Traject				Markermeer-IJmeer		
Soort	West (111)	Noord (114)	zuid (115)	totaal Marken	doel-aantal	lange termijn trend	trend sinds 03/04
Aalschol-ver	4,8	2,7	1,0	8,5	2600	+	?
Brand-gans	25,9	72,7	265,1	363,6	160	++	++
Brilduiker	0,8	0,0	0,3	1,1	170	--	--
Dwerg-meeuw	0,0	0,0	0,0	0,0	--	0	0
Fuut	1,1	0,0	0,8	1,9	170	-	-
Grauwe Gans	17,4	27,6	143,3	188,2	510	++	++
Grote Zaagbek	0,2	0,0	0,0	0,2	40	-	?
Krakeend	2,1	0,2	0,2	2,4	90	++	++
Kroon-eend	0,0	0,0	0,0	0,0	--	++	++
Kuifeend	138,8	4,7	9,2	152,7	18800	-	0
Lepelaar	0,0	0,0	0,0	0,0	2	++	++
Meerkoet	81,5	13,7	5,4	100,6	4500	+	+
Nonnetje	0,8	2,2	0,0	3,0	80	-	?
Slobeend	0,0	0,1	0,0	0,1	20	++	?
Smient	36,5	57,0	53,0	146,5	15600	+	?
Tafeleend	24,1	0,4	0,0	24,5	3200	0	?
Topper	0,0	0,0	0,0	0,0	70	-	?
Visdief	0,3	0,1	0,2	0,5	--		
Zwarte Stern	0,0	0,0	0,0	0,0	--	--	--

Aanwezigheid foerageergebied mosselen langs de omringkade Marken

Mosselen vormen een belangrijke voedselbron voor verschillende benthosetende duikeenden in het Markermeer-IJmeer. Voor enkele soorten, die overwinteren is het zelfs vrijwel het enige aanwezige voedsel. Dit geldt vooral voor de brilduiker en topper, maar ook voor de kuifeend zijn mosselen het belangrijkste voedsel in de wintermaanden.

Uit de mosselkartering [ref 17] blijkt dat op 5 meter van de zuidkade nauwelijks tot geen mosselen aanwezig zijn en op 10 meter en 20 meter ook op de meeste plaatsen nog in geringe dichtheden ($< 50\text{ml/m}^2$). Langs de zuidkade zijn alleen op 20 meter van dijkpaal 27 en op 10 meter van dijkpaal 42 relatief hoge mosseldichtheden aangetroffen (figuur 4.17).

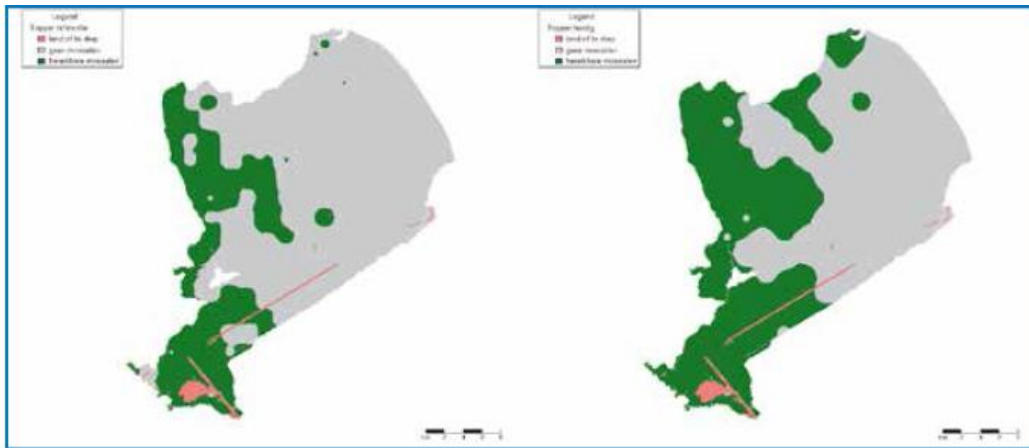
Langs de westkade zijn de dichtheden aan mosselen veel hoger dan langs de zuidkade. Ten noorden van de haven zijn op enkele plekken op 5m van de westkade hoge dichtheden mosselen aangetroffen (tot $750\text{ ml biovolume/m}^2$ één van deze plekken (raai 85) ligt formeel buiten de begrenzing van het Vogelrichtlijngebied. Op de overige plekken zijn op 5m van de westkade ten noorden van de haven vrijwel geen mosselen aangetroffen. Ten zuiden van de haven lag lokaal de hoogste dichtheid op 10m van de dijk (tot meer dan 1300 ml/m^2) (figuur 4.17).



Figuur 4.17 Biovolume mosselen/ m² langs de dijk van Marken (voor raainummers zie figuur 4.15. Gegevens ref 17).

De dichtheid aan mosselen hangt sterk samen met het aanwezige substraat. De mosselen werden vooral aangetroffen op hele schelpen en in mindere mate op schelpengruis. Op veen werden geen mosselen aangetroffen. Op de kranswieren was alleen wat mosselbroed aanwezig. Opvallend was dat op het stortsteen van de dijk geen mosselen aanwezig waren. Stortsteen is in principe een goed substraat voor hechting van mosselen. Onduidelijk is waarom er geen mosselen aanwezig waren. Zie voor meer detailinformatie over dit onderzoek de achtergrondnotitie [ref 15].

In vergelijking tot het gehele foerageergebied voor mosseleiders in het Markermeer-IJmeer zijn in 2015 alleen langs de westkade plekken met bovengemiddelde dichtheid aangetroffen. Langs de gehele zuidkade is de dichtheid aan mossel lager dan het gemiddelde.



Figuur 4.18: Aanwezigheid mosselen >50 ml/m² in (groen) in het jaar 2000 (links) en 2010 (rechts) in het Markermeer. Mosselen in diepe delen (>5m, roze) zijn onbereikbaar voor mosseletoeters dan wel liggen te diep om profijtelijk om op te foerageren (figuur overgenomen uit ref 18 op basis van data RWS).

4.4.2 NNN en weidevogelgebied

Natuurnetwerk Nederland (NNN)

De wateren om Marken heen vallen onder de NNN Grote Wateren (zie figuur 4.13).

Het gebied ten oosten van de Rozewerf, tussen Goudriaankanaal en omringkade, is overwegend opgenomen in de Ecologische hoofdstructuur (EHS), thans Natuur Netwerk Nederland (NNN), deels als vochtig weidevogelgrasland, deels als kruidenrijk en faunarijk grasland. Deze graslanden fungeren onder meer als foerageergebied voor ganzen en smienten.

Over een lengte van ca 700 meter ligt de grens van het NNN op slechts enkele meters van de dijk. Een aantal gronden zijn reeds verworven voor de realisatie van het NNN.



Figuur 4.19: Ligging van het NNN op Marken (lichtgroen).

Weidevogelgebied

Bijna het gehele eiland is aangeduid als weidevogelgebied en foerageergebied voor ganzen (zie figuur 4.13).

4.4.3

Beschermde soorten Flora- en faunawet

In 2014 heeft RHDHV de beschermde natuurwaarden geïnventariseerd rond de omringkade Marken. Hieruit komt naar voren dat er op verschillende plaatsen op de dijk ringslangen (Tabel 3 Ff-wet) voorkomen en ook overwinteringsplaatsen en (aangelegde) broeihopen. Bovendien zijn er drie populaties van de beschermde plantensoort rietorchis (Tabel 2 Ff-wet) aangetroffen aan de voet van de dijk.

Reptielen

Ringslang (tabel 3 FF-wet)

Tijdens inventarisaties in maart 2014 [ref 21] is op tien plekken op de omringkade met aan zekerheid grenzende waarschijnlijkheid een winterverblijfplaats van één of meerdere ringslangen aangetroffen. Acht aan de zuidkade, tussen Rozewerf en vuurtoren, één aan de westkade, aansluiting Bukdijk en één aan de westkade zuid. Ringslangen overwinteren tussen, maar vooral onder de zetstenen buitentaluds.

Nieuwe winterverblijfplaatsen zijn in het kader van de tijdelijke herstelmaatregelen in 2015 aangelegd. Er zijn 8 broeihopen geplaatst op het buitentalud langs de omringkade Marken (vier langs de zuidkade en vier langs de westkade). Het talud en de teensloot maakt deel uit van hun foerageergebied van de ringslang.

Het gebruik van de hopen wordt gemonitord. Resultaten hiervan worden verwerkt in de ontheffingsaanvraag en het MER welke worden opgesteld in de planuitwerkingsfase.

Amfibieën

Bruine kikker, gewone pad, groene kikker, kleine watersalamander (tabel 1 FF-wet)

Binnendijks liggen sloten en slootjes met een uitstekende waterkwaliteit. Zij vormen het leefgebied van algemene amfibieënsoorten als bruine kikker, groene kikker, kleine watersalamander en gewone pad. Zij zijn vanwege het sterk begroeide karakter ongeschikt als leefgebied voor de strikt beschermde rugstreeppad.

Zoogdieren

Vleermuizen (Habitat IV richtlijn soorten)

De meervleermuis, tweekleurige vleermuis en de ruige dwergvleermuis foerageren langs de dijk en boven het open water.

Waterspitsmuis (tabel 3 FF-wet) en noordse woelmuis (tabel 3 FF-wet, HB4-soort)

Het buitentalud van de omringkade vormt mogelijk voortplantings- en jachtgebied van de waterspitsmuis. Ook de binnenzijde van de dijk, en met name de (oevers van de) dijksloot, vormt geschikt leefgebied voor deze soort. In de oeverzone kunnen ook nesten van deze soort aanwezig zijn. Uit dit onderzoek uit 2008 komt naar voren dat de waterspitsmuis op Marken voorkomt. Het voorkomen van de noordse woelmuis nabij de dijk is op grond van dit onderzoek uitgesloten [ref 22].

Hermelijn, mol, veldmuis, wezel en woelrat (tabel 1 FF-wet)

Tussen de Rozewerf en de vuurtoren waren zowel in 2008 als in 2014 hermelijnen en wezels actief. Deze hebben hun verblijfplaatsen (holen) onder de trap bij de vuurtoren, maar zeker ook in de zuidkade.

Langs de kruin van de omringkade zijn sporen (holen) van de veldmuis gevonden. Ook de woelrat en de mol komen er voor. Verwacht mag worden dat, omdat de om-

standigheden overal vrijwel gelijk zijn, de genoemde soorten langs de gehele omringkade voorkomen. Het belangrijkste leefgebied van deze soorten zijn de kruin en het binnentalud.

Vogels

Jaarrond beschermde nestplaatsen

Jaarrond beschermde nesten zijn op de dijk en buitendijks niet aanwezig [ref 23] [. Vanwege het ontbreken van bomen en gebouwen op en rond de omringkade ontbreekt ook de potentie voor jaarrond beschermde nesten.

Niet-jaarrond beschermde nestplaatsen

Niet-jaarrond beschermde nesten zullen voorkomen in het broedseizoen. Er worden broedende vogels in de rietruigtes op het buitentalud verwacht (grauwe ganzen, wilde- en krakeenden, kleine zangvogels), in de vegetatie van het grastalud (graspieper) en tussen stenen (witte kwikstaarten). Trekvogels en wintergasten zullen in de natte graslanden en ondiepe sloten, binnendijks, broeden [ref 23].

Vissen

Rivierdonderpad (tabel 2 FF-wet) en bittervoorn (tabel 3 FF-wet)

De rivierdonderpad blijkt op grond van onderzoek van RAVON niet voor te komen langs de westkade en zuidkade. Tussen het stortsteen langs de zuidkade en westkade is weliswaar potentieel leefgebied aanwezig voor de rivierdonderpad. Echter, bij gericht onderzoek is de soort niet aangetroffen [ref 19,20]. Wel zijn de soorten marmergrondel en zwartbekgrondel aangetroffen. Deze soorten hebben het zelfde habitat en zijn concurrenten van de rivierdonderpad. Vermoedelijk is de rivierdonderpad hier weggeconcentreerd.

Bittervoorn (tabel 3 FF-wet)

De bittervoorn is tijdens veldonderzoek in 2007 aangetroffen in de Gouwzee ('). De bittervoorn komt voor in het Markermeer en plant zich voort nabij zachte bodems waar zoetwatermosselen, zoals schildersmossel en zwanenmossel voorkomen. Quagga mosselen zijn niet geschikt. Bij recent mosselonderzoek [ref 17] zijn geen geschikte zoetwatermosselen aangetroffen voor eiafzet van de bittervoorn. Het is daarom onwaarschijnlijk dat de omgeving (tot 20m) langs de westkade en zuidkade geschikt leef- en voortplantingsgebied voor de bittervoorn vormt. De bittervoorn is niet aangetroffen tussen het stortsteen [ref 19;20]. Dit is ook niet zijn habitat.

Vissen in de sloten op Marken

Er zijn geen waarnemingen bekend van beschermde vissoorten in de bermsloten langs de omringkade Marken. Het voorkomen van beschermde soorten als kleine modderkruiper (tabel 2 Ff-wet) en bittervoorn (tabel 3 Ff-wet) kan niet op voorhand uitgesloten worden. Dit dient daarom voorafgaand aan de werkzaamheden nog onderzocht te worden met een visonderzoek.

Planten

Rietorchis (tabel 2 FF-wet) en zwanenbloem (tabel 1 FF-wet)

Aan de binnenzijde (zuidkade) groeien rietorchissen, zowel de gevlekte als de ongeflekte variëteit. In totaal zijn er aan de zuidkade zeventig orchissen langs de sloot onderaan de binnenkant, tussen hectometerpaal 14 en 20 (de meeste tussen hectometerpaaltjes 14 en 15) vastgesteld. Er zijn geen rietorchissen langs de westkade aangetroffen. Langs de dijksloot aan de zuidkade groeit op één plaats de zwanenbloem.

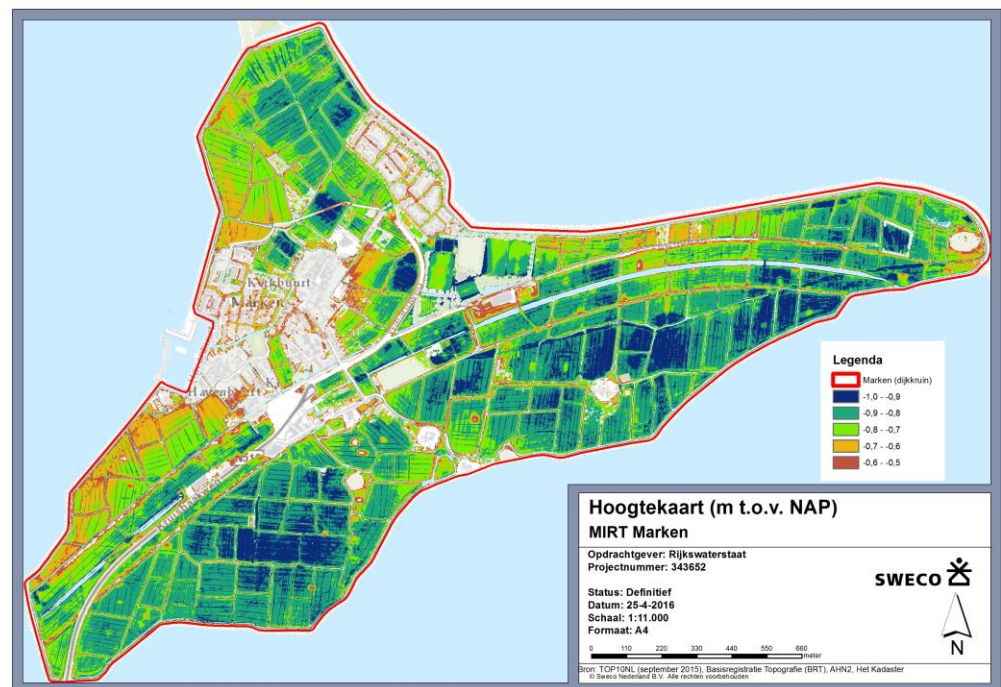
4.5 Bodem

Bodemsamenstelling en -kwaliteit

Marken behoort tot het oude zeeleilandschap. Dit landschapstype, dat voornamelijk in het noordelijk deel van de provincie voorkomt, kenmerkte zich in het Pleistoceen door wadvlakten die werden doorsneden door krekens. Op deze vlakten hebben zich na de laatste IJstijd veenkussens ontwikkeld. Door klink en oxidatie zijn de veenkussens uiteindelijk weer verdwenen en is het onderliggende landschap weer aan de oppervlakte gekomen. De krekens vormen nu hooggelegen ruggen in het landschap en de wadvlakten zijn laaggelegen kommen. Doordat het oude zeeleilandschap als veengebied is ontgonnen zijn ook nu nog de karakteristieke kenmerken van een veenlandschap op het eiland zichtbaar: een regelmatige blokverkaveling met veel sloten.

In de ondergrond bevindt zich nog een flink veenpakket, dat door ophoging en/of grondwaterstandswijzigingen kan inklinken. Bij eerdere dijkversterkingen is dit ook tot uiting gekomen door verzakkingen van de dijken zowel in de lengte als soms over de breedte.

Het maaiveld van het eiland ligt gemiddeld op 0,8 meter beneden NAP (met uitzondering van de werven). De dijk steekt hier bovenuit met gemiddeld 1,5 meter boven NAP.



Figuur 4.20: Hoogtekaart (AHN)

Uit bodemonderzoek [ref 25] blijkt dat er binnen het projectgebied (de te versterken delen van de dijk) geen bodemverontreinigingen voorkomen. Dit betekent dat er voor de dijkversterking geen belemmeringen optreden wat betreft de situatie in de bodem. De gemeente Waterland heeft in 2013 een bodembeheernota aangenomen welke randvoorwaarden voor de uitvoering vastlegt. Uit bodemloket.nl blijkt dat een in 2012/2103 een sanering heeft plaatsgevonden aan de zuidzijde van de

haven. Bij werkzaamheden hier moet mogelijk rekening worden gehouden met rest-verontreinigingen.

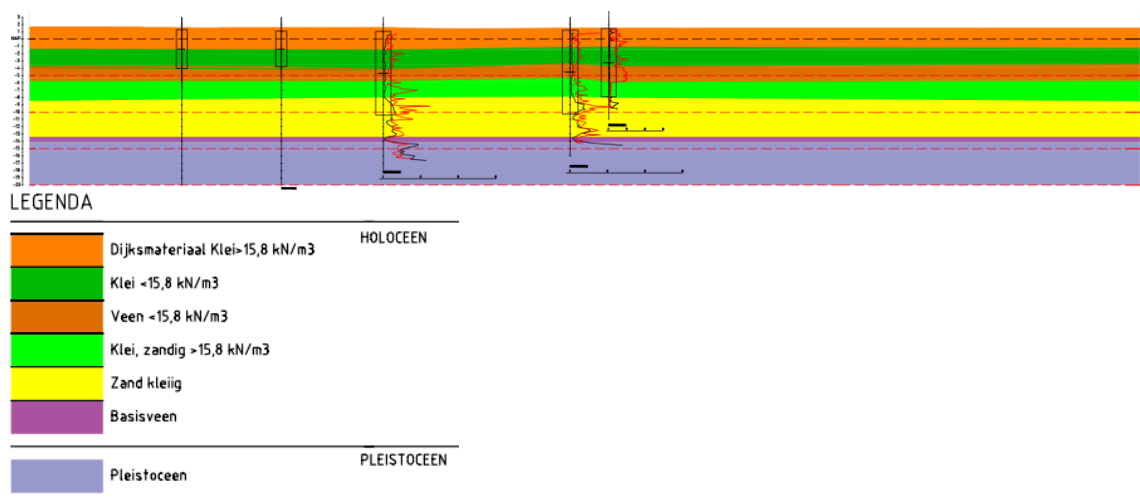
Bodemopbouw

De geomorfologische opeenvolging van de in het grondonderzoek aangetroffen lagen begint met de zandafzettingen behorende tot de laat-Pleistocene Buxtelformatie. De overgang van het Pleistoceen naar het Holoceen op circa NAP -15,0 m wordt gemarkeerd door een Basisveenlaag behorende tot de Nieuwkoopformatie. Het kleiig zand en de bovenliggende kleilaag die boven de Basisveenlaag worden aangetroffen behoren tot de Formatie van Naaldwijk (Laagpakket van Wormer) (klei en zand; kleiig). Het Laagpakket van Wormer wordt onderscheiden op grond van zijn stratigrafische positie tussen de Basisveen Laag en het Hollandveen Laagpakket. De veenlaag die circa tussen NAP -3,0 m en NAP -5,0 m is aangetroffen behoort tot het Hollandveen Laagpakket binnen de Formatie van Nieuwkoop (veen). De kleiige lagen die boven het Hollandveen Laagpakket tot het maaiveld aanwezig zijn behoren tot het Laagpakket van Walcheren binnen de Formatie van Naaldwijk (klei). Het Laagpakket van Walcheren wordt gevonden in West-Nederland en wordt per definitie aan de onderzijde begrenst door het Hollandveen Laagpakket (bron: GeoTop v1.2, DINOloket Ondergrondmodellen).

Autonome bodemdaling en zettingen

Opbouw van de ondergrond

In tegenstelling tot wat kenmerkend is voor een zeekleilandschap is de bodemopbouw bij Marken onder en langs de dijk redelijk uniform. In bijlage 3 is het geotechnisch lengteprofiel opgenomen dat als basis in deze studie is gehanteerd. Een uitsnede hieruit voor de zuidkade is weergegeven in figuur 4.21. Het geotechnisch lengteprofiel is opgesteld aan de hand van ruim 200 boringen en sonderingen van tussen 1960 en 2015. Het geotechnisch lengteprofiel is over de kruin genomen. Hierin is voor zowel de zuidkade, de westkade en de noordkade een vergelijkbare bodemopbouw te zien. De verschillende bodemlagen lopen aansluitend door zoals in bovenstaande alinea beschreven zonder onderbreking van getijdegeulen of andere discontinuïteiten.



Figuur 4.21: uitsnede uit geotechnisch lengteprofiel voor deel van de zuidkade

Het pleistoceen zit op circa NAP -15,0 m. Daarboven zit een 0,20 m dikke laag basisveen. Tot NAP -8,0 m is een laag kleiig zand aanwezig. Tot circa NAP -5,0 m bestaat de bodem uit zandige klei met daarboven een 3 tot 3,5 m dikke veenlaag (circa NAP -2,0 m). De toplaag bestaat uit klei.

De dijk bestaat uit dijksmateriaal en aan de buitenzijde is een stortsteen berm aanwezig. Ter plaatse van de dijk zijn de grondlagen minder dik (veenlaag is 2,0 m) ten opzichte van het achterland.

Bij een dijkversterking waarbij de bestaande dijk wordt aangevuld met grond is de verwachting dat in de veenlagen en het daaronder gelegen slappe kleipakket zetting gaat optreden. Dit kan op langere termijn tot circa 2m oplopen afhankelijk van het alternatief en de locatie in het dwarsprofiel.

De autonome bodemdaling is bepaald op basis van de documenten 'Deformatiemetingen bij project 'Versterken omringkade Marken' met behulp van satelliet radarinterferometrie' en de memo 'Hoogte omringkade Marken en prognose kruindaling'. Bij het uitvoeren van de metingen zijn twee perioden beschouwd tussen 1992 en 2010. De resultaten laten een bodemdaling zien van 2-7mm/jaar.

4.6 Woon- en leefmilieu

4.6.1 Verkeer

Marken is verbonden met het vaste land door de verbindingsweg N518, de Kruisbaakweg. Deze weg ligt hoger dan het eiland en in de huidige situatie ook hoger dan de omringkade.

De Kruisbaakweg volgt het tracé van het westelijk gelegen Goudriaankanaal tot aan de Wittewerf en gaat daar over in de Walanderweg. De Walanderweg loopt door naar de Minnebuurt. Het Oostwerfpad (alleen voor fietsers en voetgangers) loopt langs het oostelijke deel van het Goudriaankanaal en ontsluit de vuurtoren op het meest noordoostelijke punt van Marken.

Het eiland is maar beperkt toegankelijk voor gemotoriseerd verkeer. Dit veroorzaakt knelpunten in drukke periodes. Tevens is de bereikbaarheid van bijvoorbeeld de havens voor leveranciers van goederen beperkt. Bezoekers moeten op het parkeerterrein centraal op het eiland parkeren. De kleine parkeervoorziening op de Verbindingsdijk voor de entree van het eiland is recent opgeheven en wordt verwijderd. De buslijn vanaf Amsterdam heeft twee haltes op Marken.

Op de omringkade ligt een fiets- en wandelpad. De omringkade is niet toegankelijk voor gemotoriseerd verkeer, behalve voor beheer- en onderhoudsverkeer (tot 1 ton op de zuid- en westkade en 3 ton op de noordkade).

4.6.2 Kabels en leidingen

Op Marken is de bebouwing geconcentreerd rond de haven en op enkele werven. Afgezien van enkele woningen op de Rozewerf is er geen sprake van bebouwing op of in de dijk. Uit een uitgevoerde inventarisatie van aanwezige kabels en leidingen in of nabij de te versterken dijkdelen is gebleken dat nutsvoorzieningen eigenlijk altijd via het binnenland lopen en niet langs of in de dijk. Een uitzondering hierop vormt een datakabel naar de vuurtoren.

Verder is sprake van een aantal dijkkruisingen, plaatsen waar kabels en leidingen op het eiland aankomen. Een groot aantal liggen in of langs de toegangsweg en kruisen daar de waterkering. Ook nabij de haven komen voorzieningen aan. Verder zijn de

kabels en leidingen beperkt tot kabels die in of nabij de dijk komen zoals de voedingskabels en datakabels voor de aansturing van het gemaal.

4.6.3 *Geluid*

Er zijn geen relevante issues op het gebied van geluidskwaliteit op Marken. Het gebied is niet aangewezen als (onderdeel van) een stiltegebied in het kader van de Provinciale Milieuverordening.

4.6.4 *Luchtkwaliteit*

Er zijn geen relevante issues op het gebied van luchtkwaliteit op Marken.

4.6.5 *Externe veiligheid*

Er zijn geen relevante issues op het gebied van externe veiligheid op Marken.

4.6.6 *Conventionele explosieven*

In het plangebied van de dijkversterking, zuid- en westkade, zijn geen aanwijzingen aangetroffen die erop duiden dat er een aantoonbaar verhoogd risico op het aantreffen van conventionele explosieven bestaat [ref 26]. Dit thema heeft dan ook geen invloed op de beoordeling van de alternatieven en wordt daarom niet verder meegenomen in de beoordeling van de alternatieven. Wel komen er algemene aanbevelingen voor de uitvoering voort uit het onderzoek van de ECG.

5 De alternatieven

In dit hoofdstuk zijn de alternatieven beschreven die in de Verkenning zijn onderzocht en vergeleken. De achtergronden en het ontwerpproces zijn toegelicht. Er zijn drie basisalternatieven ontwikkeld, waarin keuzes zijn gemaakt op specifieke ontwerp elementen. De ontwerpen zijn gebaseerd op het nieuwe ontwerpinstrumentarium en de vormgeving en inpassing is gebaseerd op het Kader Ruimtelijke Kwaliteit.

5.1 Algemeen

In het kader van de verkenning zijn de oplossingsrichtingen die na het MIRT-onderzoek (zie ook hoofdstuk 2) zijn gekozen als kansrijke oplossingsrichtingen gecombineerd tot drie integrale alternatieven. In de alternatieven zijn de technische en ruimtelijke oplossingen in samenhang ontworpen waarbij de integraliteit in een aantal elementen zit:

- 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.

In alle alternatieven is uitgebreid gekeken naar mogelijkheden om de negatieve effecten van zettingen in de ondergrond op de stabiliteit van de dijk te beperken en om de oplossing te laten passen bij de landschappelijke en cultuurhistorische kenmerken van Marken.

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 ten opzichte van een traditionele dijkversterking. Beide invalshoeken leiden in de berekeningen tot een kleinere dijk dan wanneer wordt uitgegaan van een langere plancyclus en een laag overslagdebiet. Het alternatief met de lange plancyclus en het lagere overslagdebiet heet **LCV1 (langcyclische versterking)**.¹⁴

Een kortere plancyclus leidt tot een kleinere dijk omdat er voor minder jaren gerekend hoeft te worden met bodemdaling, zettingen en klimaatscenario's. Het betekent wel dat over een periode van 100 jaar vaker een cyclus van dijkversterking noodzakelijk is. Op basis van het MIRT-Onderzoek is gekeken naar planperiodes van 12 en 25 jaar. Op basis van de eerste stappen in de Verkenning is tussentijds een keuze gemaakt om verder te gaan met een cyclus van 25 jaar. Dit is nader toegelicht bij de beschrijving van het alternatief wat gebaseerd is op de kortere plancyclus. Dit alternatief heet **KCV1 (kortcyclische versterking)**.

Een hoger toegestaan overslagdebiet leidt tot een lagere dijk omdat de hoeveelheid overslag in een stormsituatie afhankelijk is van de hoogte van de dijk. De ervaring

¹⁴ De alternatieven hebben een volgnummer, in verband met latere optimalisaties van de basisalternatieven. Dit is beschreven in hoofdstuk 8. De basisalternatieven hebben alle volgnummer 1.

leert dat dijken meer overslag aan kunnen dan waar in het verleden van is uitgegaan. Daarom is in het formele ontwerpinstrumentarium als uitgangspunt de stap gemaakt van 0,1 of 1 l/m/s in het verleden naar een basisniveau van 5 of 10 l/m/s nu. Het alternatief waarin binnen deze Verkenning de hoogste toelaatbare overslag is verwerkt is benoemd als **OVB1 (overslagbestendige versterking)**.

De combinatie van beide invalshoeken leidt tot drie conceptueel onderscheidende alternatieven welke zijn aangegeven in tabel 5.1..

Tabel 5.1 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 (OVB1)	50 jaar	10 l/m/s

In tabel 5.2 is de relatie aangegeven tussen deze alternatieven en het in hoofdstuk 2 aangehaalde bestuurlijke besluit naar aanleiding van het MIRT-Onderzoek.

Tabel 5.2 Relatie besluit MIRT-Onderzoek en alternatieven MIRT-Verkenning

Besluit MIRT-onderzoek	Uitgewerkt in alternatief
westkade	
- kortcyclisch	KCV1
- beperkt regulier	LCV1
zuidkade	
- kortcyclisch	KCV
- geoptimaliseerde nieuwe kade	LCV1
- overslagbestendige kade	OVB1

Om de drie alternatieven integraal uit te kunnen werken voor zowel de zuidkade als de westkade is in de Stuurgroep besloten om aanvullend ook voor de westkade een overslagbestendige uitwerking mee te nemen. Daarmee is binnen één alternatief eenzelfde methode van versterking toe te passen op de hele dijkring¹⁵. Op basis hiervan zijn de geotechnische ontwerpen doorgerekend.

De dijkversterking is in alle alternatieven in principe binnenwaarts (het buitentalud blijft dan op de huidige plaats), buitenwaarts (de teensloot blijft dan op de huidige plaats) of vierkant (binnen- en buitenwaarts) mogelijk. Om een goed beeld te krijgen van de bandbreedte van de mogelijke effecten en de vergunbaarheid van alle mogelijke oplossingen is voor de uitwerking in deze Verkenning voor elk alternatief voor de **zuidkade** één uitvoeringsrichting gekozen. Hiermee wordt voorkomen dat er in de planuitwerkingsfase alsnog effecten naar voren komen waardoor een gekozen voorkeursalternatief niet vergunbaar is.

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 in de basis van de nieuwe dijk het aanwezige veen te vervangen door zand. 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 OVb1 zijn maatregelen opgenomen om de zettingen tijdens en na realisatie zoveel mogelijk te beperken: verticale drainage

¹⁵ Op basis van de herijking van de versterkingsopgave is de noordkade later in het project buiten de scope gevallen.

en/of het toepassen van overhoogte. In deze alternatieven wordt de grond in een aantal lagen opgebracht om de zettingen te beheersen.

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 uitgewerkte alternatieven zijn nader beschreven in paragraaf 5.3. Eerst is nader ingegaan op de gehanteerde ontwerp-kaders.

5.2 Kaders voor het ontwerp van de alternatieven

5.2.1 *Technisch ontwerp-kader*

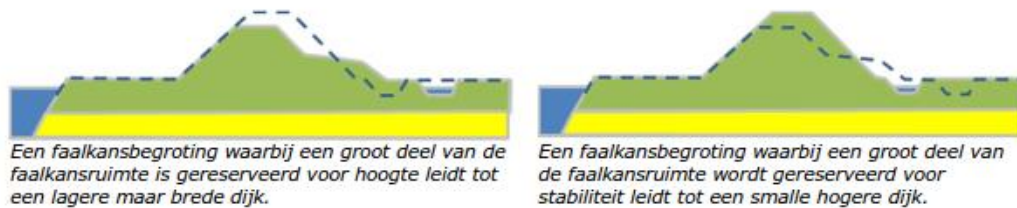
Veiligheidsfilosofie

De huidige normen kennen hun oorsprong in de jaren 60. Sindsdien is het aantal mensen en is de economie achter de dijken sterk toegenomen. Ook kunnen we veel nauwkeuriger voorspellen hoe overstromingen zouden verlopen, en hoeveel schade en slachtoffers deze met zich mee zouden brengen. Met deze kennis kunnen we in meer detail iets zeggen over risico's die optreden, en deze risico's ook veel gerichter bestrijden. Deze inzichten passen we toe in de nieuwe aanpak. Daarbij kijken we zowel naar de kans op een overstroming, als naar de mogelijke gevolgen. Aan de hand van deze nieuwe inzichten zijn normen voor alle dijktrajecten afgeleid. De normen hebben het karakter van een overstromingskans, omdat ze iets zeggen over de kans dat er daadwerkelijk een overstroming van het dijktraject mag plaatsvinden.

De veiligheidsfilosofie is op basis van de nieuwe ontwerpinstrumentarium OI2014v3 [ref 27] opgesteld. In het OI2015v3 zijn aan de faalmechanismen waardoor een overstroming kan optreden verschillende faalkansen toegekend in een faalkansbegroting.

Faalkansbegroting

De faalkansbegroting bepaalt uiteindelijk de vorm van de kering. Dit is weergegeven in onderstaande figuur. De overstromingskans van beide keringen is even hoog. Bij de linker kering is het dominante mechanisme falen door overslag, bij de rechter kering is dat falen door instabiliteit.



De standaardwaarde faalkansruimteverdeling conform het OI2014v3 voor het normtraject 13-b_1 is weergegeven in tabel 5.3. Het ontwerpinstrumentarium is opgesteld voor heel Nederland en bestaat uit conservatieve waarden, waar onderbouwd van kan worden afgeweken. De faalkansruimte voor een faalmechanisme kan eventueel worden overgeheveld naar een ander faalmechanisme. Dit kan wanneer een mechanisme met gegronde redenen kan worden uitgesloten, of gedeeltelijk kan worden overgeheveld wanneer het mechanisme minimaal optreedt en voldoende groot is om significante toename te geven van de faalkansruimte.

Voor de keringen langs Marken geldt dat verwacht wordt dat geen van de faalmechanismen kan worden uitgesloten. Uit de tweede en derde toetsronde blijkt dat de dijken op piping zijn goedgekeurd en de keringen met name op macrostabiliteit binnenwaarts zijn afgekeurd. Uit de beschouwing van het faalmechanisme piping blijkt de kans op dit faalmechanisme verwaarloosbaar klein is. De faalkansruimteverdeling is voor normtraject 13-b_1 daarom aangepast ten opzichte van de standaardwaarden zoals vermeld in het OI2014v3, waarbij de faalkansruimte voor piping is verlaagd naar 4% en de faalkansruimte voor macrostabiliteit binnenwaarts is verhoogd naar 24%. Indien de faalkansruimte voor piping op 24% zou blijven gehandhaafd, worden de eisen aan macrostabiliteit strenger. Deze strengere eisen werken door in een grotere lengte van de stabiliteitsberm. Bovendien maakt overheveling van piping naar macrostabiliteit in principe voor de dimensies van de kering voor piping niet uit omdat de minimale sterktefactor van 1,2 in beide faalkansverdelingen leidend is.

Tabel 5.3 Faalkansverdeling

Faalmechanisme	Standaardwaarden faalkansruimteverdeling conform OI2014v3	Gewijzigde waarden faalkansruimteverdeling
Overloop en golfoverslag	24%	24%
Macrostabiliteit binnenwaarts en buitenwaarts	4%	24%
Opbarsten en piping	24%	4%
Beschadiging bekleding en erosie	10%	10%
Kunstwerken	8%	8%
Overige	30%	30%
Totaal	100%	100%

Van groot belang in dit project is de wijze van omgaan met zettingen en, daarmee samenhangend, het verschil tussen de ontwerphoogte en de hoogte waarmee de aannemer na realisatie oplevert: de opleverhoogte. Daarom is onderstaand hier nader op ingegaan. In bijlage 3 is een nadere toelichting op het technische ontwerp kader en de berekening van de noodzakelijke hoogte en breedte van de kades opgenomen.

Zettingen en squeezing

Zetting is gedefinieerd als een verticale vervorming van grondlagen, hoofdzakelijk als gevolg van een extra aangebrachte bovenbelasting, de eigen massa en/of het uittreden van water. In dit onderzoek wordt de term zetting gebruikt in de zin dat als de dijk wordt opgehoogd door deze extra massa de ondergrond nog wat zal zakken. Dit niet te verwarren met autonome bodemdaling dat een natuurlijke daling of zakking van het grondoppervlak is door oxidatie, klink of geologische processen. Tijdens aanleg van een dijk treden de grootste zettingen op. Na aanleg van een dijk kunnen nog restzettingen optreden. Restzettingen bedragen nog maar een fractie van wat de zetting bij aanleg is. Zettingen treden op in een tijdstermijn van enkele jaren. Restzetting treden op in een tijdstermijn van 20-30 jaar.

Met het aanbrengen van een extra grondbelasting op een slappe ondergrond van veen en kleilagen bestaat het risico dat deze lagen onder de dijk zijdelings weg worden geperst. Dit wordt ook wel squeezing genoemd. Vooral als de ondergrond met een grondophoging wordt belast die deze nog niet eerdere heeft ondergaan neemt het risico op squeezing toe. Dit kan bij zowel een buitenwaartse grondaanvulling als bij een binnenwaartse grondaanvulling het geval zijn. De mate waarin squeezing bij een binnenwaartse of buitenwaartse dijkversterking zal optreden en in hoeverre grondspanningen onder de kruin van invloed zijn moet in de planfase verder onderzocht worden met methodes (IJsselmethode) zoals beschreven in CUR 162 Construeren met grond. Bij alle alternatieven kan squeezing optreden.

Voor de verschillende alternatieven is een indicatie (als een range) van te verwachten zettingen weergegeven bij aanleg van de dijk en na oplevering van de dijk (restzetting). De kolom met de opleverhoogte geeft aan wat de te verwacht hoogte van dijk is op het moment dat de aannemer de dijk heeft opgeleverd. In deze periode hebben de eerste zettingen al plaats gevonden en zal alleen nog restzetting plaats vinden. De resultaten van de zettingsberekeningen zijn weergegeven in tabel 5.4. De te verwachten zettingen worden sterk bepaald door de uitvoeringswijze. In onderstaande tabel is uitgegaan van een reguliere uitvoeringsmethode voor ophogen. In de tabel zijn voor de ontwerpen die betrekking hebben op het alternatief langcyclisch versterken per ontwerpberkening de maximaal te verwachten zettingen zoals berekend gepresenteerd voor een verticaal ter plaatse van de kruin, de binnen- en buitenberm. De zettingen voor de alternatieven kortcyclisch versterken en overslagbestendig zijn hiervan afgeleid.

Tabel 5.4 Resultaten zettingsberekening basisalternatieven

Dijkvak	Alternatief	locatie	Ontwerp-hoogte [m t.o.v. NAP]	Restzetting tussen oplevering en einde levensduur [m]
zuidkade	LCV1	Buitenberm	-0,16	0,05-0,10
		Kruin	2,37	0,05-0,10
		Binnenberm	n.v.t.	n.v.t.
	KCV1	Buitenberm	0,00	0,05-0,10
		Kruin	1,77	0,05-0,25
		Binnenberm	0,09	0,50-0,70
	OV1	Buitenberm	0,00	0,05-0,10
		Kruin	2,15	0,05-0,40
		Binnenberm	-0,05	0,50-0,70
westkade		Buitenberm	n.v.t.	0,05-0,10.
		Kruin	1,57	0,05-0,10
		Binnenberm	-0,20	nvt

5.2.2 Ruimtelijk kader

In het Ruimtelijk Kwaliteitskader is uiteengezet wat Marken bijzonder maakt en welke waarden aandacht behoeven bij een dijkversterking. Het is als volgt samengevat in het RKK.

De omringdijk van Marken is een markant element; hij is laag en overwegend opvallend smal en steil waardoor hij een compacte vorm kent. Daarbij verschaft het patina van de tijd deze dijk een extra kwaliteit. Met recht kun je stellen dat de omringdijk de lijst om het kunstwerk Marken vormt. De dijk maakt deel uit van het rijks beschermd stads- en dorpsgezicht, is het snoer waaraan tal van parels stralen, denk aan de Rozewerf, de vuurtoren, de haven. Naast deze stralende parels liggen aan de dijk ook minder zichtbare, maar daarmee niet minder waardevolle parels; parels uit een ver verleden die inmiddels onder de grond (de Heuvel, de Noorderwerf) of onder het water (de verzwolgen werven) zijn verdwenen.

Marken is een ruimtelijk en cultuurhistorisch bijzondere situatie. Het is onderdeel van het Nationaal Landschap Waterland en in zijn geheel aangeduid als beschermd stads- en dorpsgezicht. 'Noblesse oblige'. Het is derhalve essentieel dat een oplossing wordt ontwikkeld die recht doet aan de eigenheid van Marken, die op een zorgvuldige wijze met de unieke landschappelijke, cultuurhistorische en archeologische kwaliteiten omgaat.

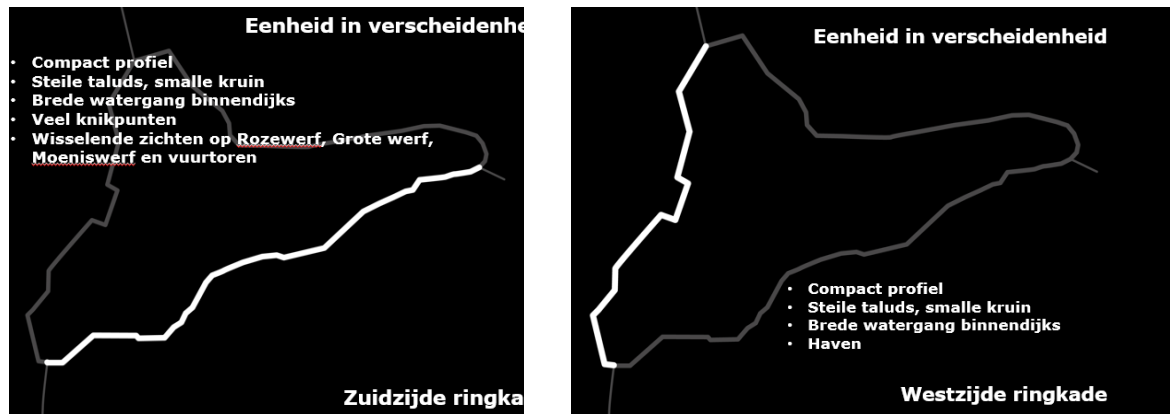
Het Kader Ruimtelijke Kwaliteit reikt handvaten voor het ontwerp, en het formuleert criteria om te toetsen om de alternatieven te toetsen aan de wensen en eisen vanuit ruimtelijke kwaliteit.

Er is samenhang tussen de maatvoering van de alternatieven zoals die vanuit de technische ontwerpuitgangspunten tot stand komen en de ruimtelijke kwaliteitscriteria. Er wordt een oplossing nagestreefd die de waterveiligheid binnen de vastgestelde normen garandeert en die aansluit bij het DNA van Marken en waarde toevoegt. Dit is verwoord als "safety first, quality too". Dit is gerealiseerd door de maatvoering van de alternatieven vanuit de technische uitgangspunten aan te passen op basis van de ontwerpprincipes vanuit het ruimtelijk kwaliteitskader.

De volgende ontwerpprincipes zijn sturend binnen dit ontwerpproces:

- Continuïteit op het schaalniveau van het eiland, differentiatie naar dijktraject;
- Verscheidenheid binnen eenheid; op een schaalniveau lager is er ruimte voor verscheidenheid, die aansluit bij de verschillende condities waar de dijk op in moet spelen;
- Inspelen op couleur locale: op het laagste schaalniveau moet de dijkversterking inspelen op de lokale eigenaardigheden, zonder de continuïteit te verstoren;
- Passend bij de maat en schaal van Marken: de dijk is ingetogen en beperkt van maat en schaal;
- De vorm van de dijk bestaat in de basis uit een compacte en autonoom profiel, met een smalle kruin waarop het kruinpad gelegen is. Het binnentalud is groen, het buitentalud stenig. Over de gehele lengte ligt een sloot aan de binnenzijde en kent de dijk een ondertalud aan de buitenzijde;
- Uniform materiaal gebruik, met materialen die mooi verouderen;
- Behoud van de kenmerkende knippunten en relatief korte rechtstanden;
- Goede overgangen tussen de verschillende kaden in de hoekpunten van het eiland;
- Behoud van aardkundige en archeologische waarden;
- Behoud van cultuurhistorische waarden.

De omringkade van Marken kent een aantal specials zoals de aansluitingen met de Noordkade en Bukdijk, de Verbindingsweg. Hiervoor zijn maatwerkoplossingen uitgewerkt. Daarnaast zijn de Rozewerf, de haven en de vuurtoren omschreven als iconen of pareltjes, vanuit landschappelijke, maar ook vanuit de cultuurhistorische en archeologische waarden die ze herbergen. Uniek aan de Rozewerf is bijvoorbeeld dat deze is aangekleefd tegen de dijk, acht rijksmonumenten herbergt, er direct contact is met het water en de nabijheid van de ijsbrekers, de aanwezigheid van het strandje, en hoge archeologische waarden zowel in de Rozewerf als de nabij gelegen rijksmonument de Heuvel. Behoud dan wel versterking van deze elementen zijn in acht genomen bij het ontwerp van de dijk in het deel tussen de Rozewerf en de Heuvel.



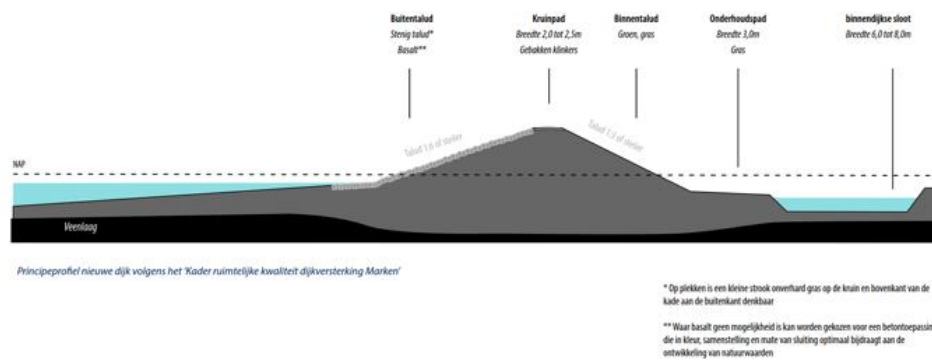
Figuur 5.1 Eenheid in verscheidenheid als belangrijke ruimtelijke kwaliteit

Op basis van de vormgevingsprincipes in het Kader Ruimtelijke Kwaliteit is een principe opgesteld van een optimaal Marker dwarsprofiel. Dit profiel is opgenomen in figuur 5.2.

Het principeprofiel op basis van het Kader Ruimtelijke Kwaliteit bestaat van buiten naar binnen uit:

- het buitentalud, stenig (basalt) doorlopend tot aan de kruin, talud van 1:6 of steiler;
- de kruin, met en kruinpad met een breedte van 2,0 tot 2,5 meter; het kruinpad is gemaakt van gebakken klinkers;
- het binnentalud, gras, talud van 1:3 of steiler;
- een onderhoudspad, gras, breedte 3 meter;
- de binnendijkse sloot; breedte 6 tot 8 meter.

Realisatie van dit profiel leidt tot een smalle compacte dijk, met vanaf de kruin aan beide zijden zicht naar het water.



Figuur 5.2 Karakteristieken van het principeprofiel (dit figuur is in groot formaat opgenomen in bijlage 4)

5.3 Alternatieven voor de dijkversterking

5.3.1 Toelichting op de uitwerking van de alternatieven

De drie gedefinieerde alternatieven zijn alle in één mogelijke uitvoeringsvariant uitgewerkt. Dit betekent niet dat bij de keuze voor dat alternatief ook de betreffende uitvoeringsvariant vast staat. In de planuitwerkingsfase is binnen een te kiezen alternatief een verdere optimalisatie mogelijk. Hierbij kan bijvoorbeeld worden gedacht over het naar binnen of naar buiten versterken van de kade. In de voor de Verkenning uitgewerkte alternatieven is één van de alternatieven naar buiten toe uitgewerkt, en een ander alternatief naar binnen toe. Hiermee is de bandbreedte op het gebied van de kosten, het ruimtebeslag en de samenhangende effecten in beeld. Deze uitgewerkte alternatieven noemen we de basisalternatieven. Bij de vaststelling van het voorkeursalternatief kan voor een andere versterkingsrichting worden gekozen.

In tabel 5.5 is opgenomen welke combinaties van alternatief en versterkingsrichting zijn uitgewerkt in de basisalternatieven.

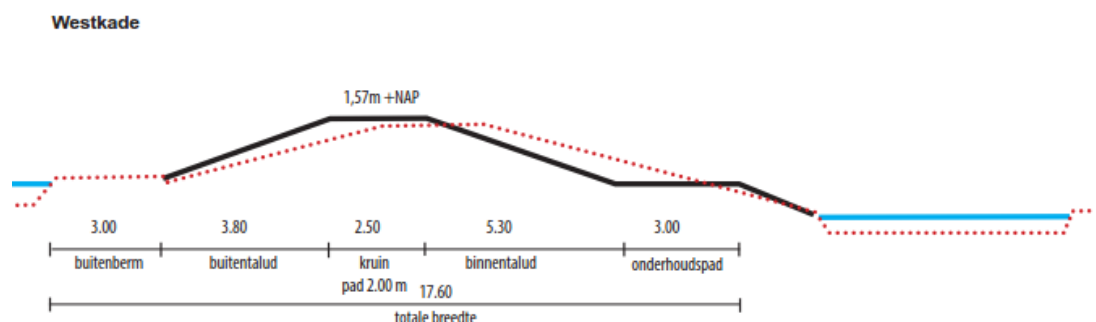
Tabel 5.5 Uitgewerkte combinaties van alternatief en versterkingsrichting

Alternatief	Versterkingsrichting
LCV1	buitenwaarts
KCV1	binnenwaarts
OVB1	vierkant (binnen- en buitenwaarts)

In deze paragraaf 5.3 zijn de profielen van de alternatieven getoond en toegelicht. Daarbij is eerst ingegaan op het profiel van de westkade en vervolgens op de drie alternatieven van de zuidkade. In paragraaf 5.4 is nader ingegaan op de inpassing van de alternatieven. Daar is ook ingegaan op specifieke locaties waarvoor extra ontwerpaandacht noodzakelijk is. Dit zijn de hoekpunten van het eiland waar de verschillende kades samenkomen en de Rozewerf.

5.3.2 Westkade

Het profiel van de versterking van de westkade is opgenomen in figuur 5.3.¹⁶ De zwarte lijn is het nieuwe dwarsprofiel; de rode lijn het oude. 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 onderhoudsstrook.



Figuur 5.3 Profiel Westkade;

¹⁶ Alle profielen in dit hoofdstuk zijn op grotere schaal opgenomen in bijlage 4. Het betreft schematische profielen die niet absoluut op schaal zijn getekend.

De relevante maten zijn aangegeven in tabel 5.6.

Tabel 5.6 Maatvoering westkade

alternatief	maatvoering westkade		
	Ontwerp-hoogte ¹⁷ (m)	Breedte buiten-berm (m)	Breedte binnen-berm (m)
Westkade	1,57	2,5	3

Omdat bij de westkade een beperkte ophoging nodig is, verschillen de ontwerp-hoogte en de opleverhoogte weinig van elkaar. De ontwerp-hoogte is NAP +1,57m en de opleverhoogte ligt, afhankelijk van de uitvoeringsmethode, tussen NAP+1,60m en NAP+1,65m.

5.3.3

LCV1-zuidkade

LCV1 omvat een langcyclische versterking van de zuidkade. LCV1 is de grootste van de basisalternatieven. De westkade heeft minder verhoging nodig, als gevolg van de aanpassingen in de modellen en de nieuwe Hydraulische Randvoorwaarden. De toepassing van een voorberm (buiten) beperkt de noodzakelijke hoogte. In dit alternatief is geen steunberm (binnenberm) voor de stabiliteit nodig omdat deze wordt geborgd door de grondverbetering. Wel is aan de binnenzijde een onderhoudspad opgenomen.

LCV1 is in het basisalternatief uitgewerkt als een buitenwaartse versterking. Voor de westkade past deze versterking (vrijwel) in het profiel van de bestaande kade. Voor de zuidkade resulteert dit in een verschuiving van de buitenteen in het Markermeer met circa 25 meter.

De relevante maten zijn aangegeven in tabel 5.7.

Tabel 5.7 Maatvoering LCV1

alternatief	maatvoering zuidkade		
	Ontwerp-hoogte ¹⁸ (m)	Breedte buiten-berm (m)	Breedte binnen-berm (m)
LCV1	2,37	5	3 ¹⁹

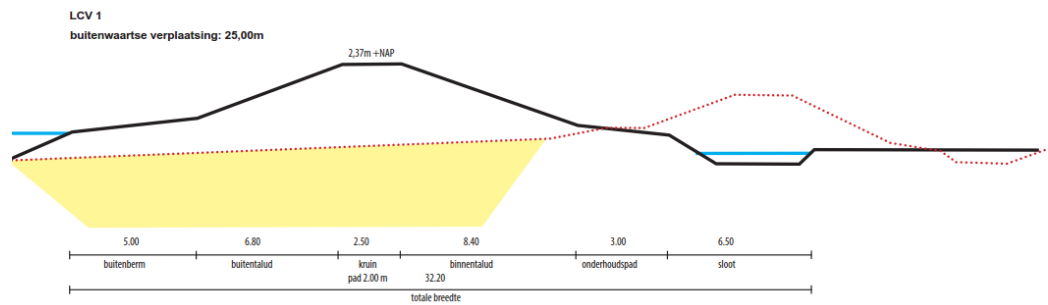
• profiel zuidkade-LCV1

LCV1 resulteert in het grootste profiel voor de zuidkade. Dit is opgenomen in figuur 5.4. De zwarte lijn is het nieuwe dwarsprofiel; de rode lijn het oude. 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 voorkomen.

¹⁷ Huidige hoogte (gemiddeld): 1,45 m

¹⁸ Huidige hoogte (gemiddeld): 1,35 m

¹⁹ Deze binnenberm doet dienst als onderhoudsstrook; vanwege de grondverbetering is voor de stabiliteit geen steunberm noodzakelijk.



Figuur 5.4 Profiel LCV1 – zuidkade

Een kenmerkend element in LCV1 is de toepassing van grondverbetering om het risico op het optreden van zettingen te beheersen. De bestaande veenlaag (tot NAP - 5,25 m) onder de nieuw te realiseren dijk wordt vervangen door zand. Doordat de grondverbetering is ingebed in het veen en aan de bovenkant wordt afgedicht met een kleibekleding verplaatst het intredepunt voor piping niet en is er naar verwachting geen groter risico op piping als in de situatie dat er geen grondverbetering plaats vindt.

Dit alternatief is in deze vorm uitgewerkt naar aanleiding van de inbreng van de werkgroep dijkversterking van de Eilandraad Marken. De mogelijke wijze van uitvoering is verder beschreven in hoofdstuk 7.

Visualisaties van LCV1 zijn opgenomen in paragraaf 5.4.

5.3.4 KCV1-zuidkade

KCV1 betreft een kortcyclische versterking van de zuidkade. KCV1 is het kleinste van de alternatieven en is vergelijkbaar met de hoogtes die de zuidkade in het verleden veelal heeft gehad.

KCV1 is in het basisalternatief uitgewerkt als een binnenwaartse versterking. Voor de zuidkade resulteert dit in een verschuiving van de teensloot met circa 13 meter het land in.

De relevante maten zijn aangegeven in tabel 5.8.

Tabel 5.8 Maatvoering KCV1

alternatief	maatvoering zuidkade		
	Ontwerp-hoogte ²⁰ (m)	Breedte buiten-berm (m)	Breedte binnen-berm (m)
KCV1	1,77	5	6

KCV1 is uitgewerkt voor een versterkingscyclus van 25 jaar. Dit betekent dat na 25 jaar een nieuwe versterking noodzakelijk is. De dijk wordt dan naar de hoogtenorm van 50 jaar aangepast en circa 2 meter breder. De steenbekleding blijft gespaard. Er is dan opnieuw een binnenwaartse versterking.

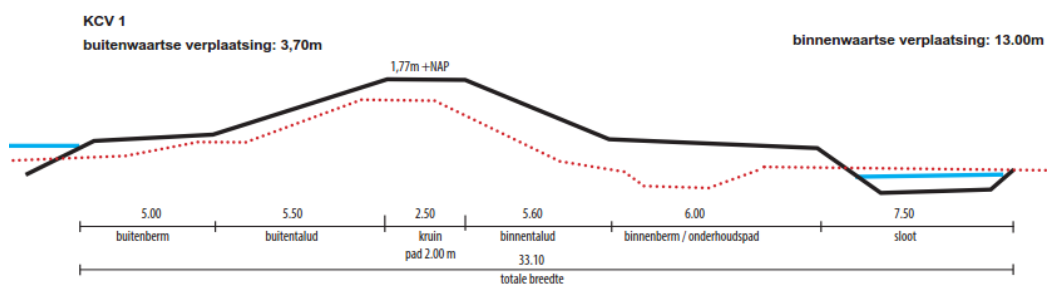
²⁰ Huidige hoogte (gemiddeld): 1,35 m

Op basis van het MIRT-onderzoek was ook een kortcyclische versterking met een cyclustijd van 12 jaar in beeld. Deze korte cyclus leidde tot zeer veel weerstand tegen het concept van kortcyclische versterking. Er is zorg over zeer regelmatige procedures en werkzaamheden met de overlast die dat met zich meebrengt.

In de uitwerking van het alternatief KCV1 is deze korte cyclustijd komen te vervallen. De aanleiding was dat het verschil in benodigde hoogte en daarmee benodigde ruimte tussen KCV1(25jr) en KCV1(12jr) relatief klein is. Het verschil in kruinhoogte bij een planperiode van 12 of 25 jaar is ongeveer 0,15 m. Het verschil in kruinhoogte bij een planperiode van 25 of 50 jaar is ongeveer 0,5 m. (bron: Hydraulische randvoorwaarden ten behoeve van Ontwerpatelier 1 – Marken, GM-0171445, 23 oktober 2015). Een cyclus van 12 jaar biedt op dat punt amper tot geen meerwaarde. Een kortere cyclus kent wel nadelen in termen van draagvlak (beeld dat er geen duurzame oplossing komt) en LCC-kosten (veel vaker terugkomen, leidt tot meer kosten dan initieel wordt bespaard). Derhalve is besloten het alternatief KCV1 te baseren op een cyclus van 25 jaar. Dit besluit is bekrachtigd door de Stuurgroep (september 2015).

- **profiel zuidkade-KCV1**

KCV1 resulteert in het kleinste profiel voor de zuidkade. Het profiel is opgenomen in figuur 5.5. De zwarte lijn is het nieuwe dwarsprofiel; de rode lijn het oude. De teen-sloot schuift circa 13 meter naar binnen; voor een tweede cyclus over 25 jaar is aanvullend ruimtebeslag van enkele meters opgenomen.



Figuur 5.5 Profiel KCV1-zuidkade;

Visualisaties van KCV1 zijn opgenomen in paragraaf 5.4.

5.3.5 OVB1-zuidkade

OVB1 betreft een overslagbestendige versterking van de zuidkade. OVB1 ligt qua maatvoering tussen LCV1 en KCV1 in. De zuidkade is in OVB1 circa 20 cm lager dan in LCV1, en circa 40 cm hoger dan in KCV1.

De relevante maten zijn aangegeven in tabel 5.9.

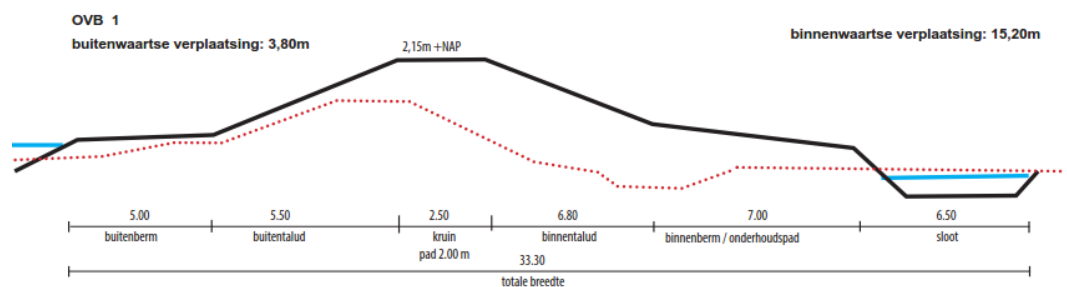
Tabel 5.9 Maatvoering OVB1

alternatief	maatvoering zuidkade		
	Ontwerp- hoogte ²¹ (m)	Breedte buiten- berm (m)	Breedte binnen- berm (m)
OVB1	2,15	5	7

Het overslagbestendige alternatief wordt vierkant uitgevoerd, als variatie op de buitenwaartse en binnenwaartse methoden, maar vooral omdat op deze wijze zo veel mogelijk gebruik wordt gemaakt van de zetting die al plaats heeft gevonden door de bestaande kade. Dat leidt tot een beperkte verbreding aan de buitenzijde en een verbreding aan de binnenzijde die vergelijkbaar is met die in KCV1.

• profiel zuidkade OVB1

Het profiel van OVB1 zit qua maatvoering tussen beide voorgaande alternatieven in. Het profiel is opgenomen in figuur 5.6. De zwarte lijn is het nieuwe dwarsprofiel; de rode lijn het oude. De versterking wordt naar twee kanten uitgevoerd; de teensloot schuift circa 3 meter naar binnen.



Figuur 5.6 Profiel OVB1-zuidkade

Uitgangspunt binnen OVB1 is dat er meer overslag toelaatbaar is dan voor LCV1 en KCV1. De maximale overlage van 10 l/m/s komt overeen met de situatie dat de kade faalt. De kans is 1/833 jaar. Maar het toestaan van een hogere overslag leidt ook bij minder extreme situaties tot een relevante waterbelasting voor Marken. Dat heeft te maken met de verhouding dijk lengte/oppervlak van het dijktraject Marken. Omdat Marken een relatief klein eiland is, is die verhouding ongunstig. Veel overslag over een lange dijk leidt in een klein oppervlak al snel tot een groot waterbezwaar.

De effecten van een dergelijk waterbezwaar zijn te ondervangen door het treffen van aanvullende waterhuishoudkundige maatregelen op Marken. Deze maatregelen leiden ertoe dat water beter kan worden opgevangen en sneller kan worden afgevoerd. De mate waarin maatregelen concreet nodig zijn moet in de planuitwerkingsfase op basis van nadere modelanalyses worden bepaald. Hierbij wordt aangesloten bij de normen voor wat aanvaardbaar wordt gevonden in situaties van extreme neerslag. Om de bandbreedte (kosten en effecten) van mogelijk noodzakelijke maatregelen in beeld te krijgen is in OVB een pakket maatregelen opgenomen.

²¹ Huidige hoogte (gemiddeld): 1,35 m

Dit pakket is mede gebaseerd op een advies van de werkgroep dijkversterking van de Eilandraad. Hett betreft de volgende maatregelen:

- opstelplek noodgemaal en verruimen watergang tot maalkolk bij entree eiland aan weerszijden van de Kruisbaakweg;
- duiker in zuidwesthoek Marken onder Kruisbaakweg;
- verbeteren noord-zuidverbinding door vergroten duiker bij Zereiderpad en op een aantal andere locaties;
- optimalisatie waterverbinding oost-west via het Goudriaankanaal;
- nieuwe watergang zuidzijde Kruisbaakweg, aansluiten op maalkolk bij opstelplek noodpomp;
- verbreden watersysteem bij het Zereiderpad en de afvoersloot richting het gemaal;
- opstelplek noodgemaal bij de haven.

Voor de alternatieven LCV1 en KCV1 is dit pakket opgenomen als een meekoppelkans (zie hoofdstuk 6).

Visualisaties van OVB1 zijn opgenomen in paragraaf 5.4.

5.4 Inpassing van de alternatieven

Voor alle alternatieven zijn verbeeldingen gemaakt van de mogelijke nieuwe situatie. Deze verbeeldingen zijn gebaseerd op het Kader Ruimtelijke Kwaliteit. Onderstaand is de inpassing van de alternatieven per deelgebied nader beschreven, mede aan de hand van de verbeeldingen.

5.4.1 *Westkade ten noorden van de haven*

Omdat het binnentalud aangepast wordt en iets naar buiten schuift, ontstaat er meer ruimte en lucht in het profiel ter hoogte van de bewoning bij de haven. Door de steun- en onderhoudsberm wordt de kade ook breder toegankelijk. Hier ligt een eenvoudige meekoppelkans door bruggen vanuit het dorp over de bermsloot te leggen. De kade verlevendigt hierdoor en maakt onderdeel uit van het openbare leven in het dorp.



Figuur 5.7 Westkade ten noorden van de haven in oude (boven) en nieuwe (onder) situatie (alle alternatieven)

5.4.2

De haven

Binnen de haven hoeft alleen een deel van de damwandconstructie van de kade versterkt te worden. Dit leidt niet tot zichtbare veranderingen boven het maaiveld en daarmee niet tot een inpassingsopgave. De werkzaamheden zijn in één tot twee maanden uit te voeren en kunnen derhalve zo worden ingepland dat ze geen hinder voor het recreatieve gebruik van de haven veroorzaken.

5.4.3

Westkade ten zuiden van de haven

Omdat het binnentalud aangepast wordt en iets naar buiten schuift, ontstaat er meer ruimte en lucht in het profiel. Door de steun- en onderhoudsberm wordt de kade ook breder toegankelijk. De bermsloot hoeft niet aangepast te worden.



Figuur 5.8 westkade ten zuiden van de haven in de oude (boven) en nieuwe (onder) situatie (alle alternatieven).

5.4.4 Zuidkade ten westen van de Rozewerf

Afhankelijk van het alternatief is sprake van een versterking naar buiten of naar binnen. Bij een versterking naar buiten is uitgegaan van het mee schuiven van de dijk-sloot. Een alternatief is het laten liggen van deze watergang, waardoor een bredere ruimte tussen watergang en dijk ontstaat. Deze ruimte kan worden benut ten behoeve van beheer en onderhoud. Kleinschalig agrarisch gebruik zoals begrazing door schapen is daarbij mogelijk, waardoor een oud beeld van schapen op de dijk kan terug komen.

Verbeeldingen van de zuidkade zijn opgenomen bij het deelgebied tussen de Rozewerf en de vuurtoren.

5.4.5 De Rozewerf en de Heuvel

Dijk en werf zijn ter hoogte van de Rozewerf en de Heuvel een samenhangend geheel. De veiligheidsopgave is beperkt en een lichte ophoging is voldoende. Toch vraagt dit een specifieke aandacht. De Rozewerf is namelijk geotechnisch en geohydrologisch een complexe omgeving waarin het evenwicht tussen de werf en de omgeving snel verstoord kan raken door werkzaamheden in de nabijheid. Bij de vorige dijkversterking is ook schade opgetreden aan (de funderingen van) enkele woningen. Het grondwater staat relatief hoog en een groot deel van de woningen is niet gefundeerd. In de planuitwerkingsfase is daarom nader onderzoek naar de lokale

geohydrologische en geotechnische situatie noodzakelijk om goede randvoorwaarden voor de realisatie vast te kunnen stellen. Dit om te voorkomen dat horizontale krachten tot schade leiden, of dat de geohydrologische situatie wordt verstoord, waardoor verzakkingen en dergelijke kunnen optreden

Voorafgaand aan realisatie zal een uitvoerige nulmeting worden opgesteld en tijdens de realisatie wordt tenminste gemonitord op hoogtes en (grond)waterstanden.

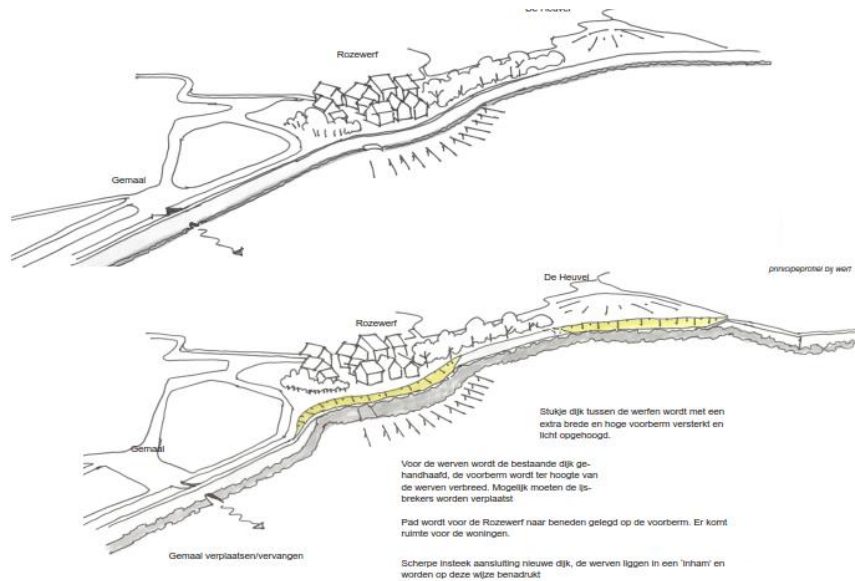
De belangrijke uitgangspunten van de Rozewerf ten behoeve van het ontwerp zijn:

- dat deze is aangekleefd tegen de dijk,
- acht rijksmonumenten herbergt,
- er direct contact is met het water en de nabijheid van de ijsbrekers,
- de aanwezigheid van het strandje, en
- hoge archeologische waarden zowel in de Rozewerf als de nabij gelegen rijksmonument de Heuvel.

Deze uitgangspunten hebben ertoe geleid dat in geen van de alternatieven de dijk voorlangs de werf wordt doorgetrokken. De maatwerkoplossing gaat uit van de minimaal noodzakelijke werkzaamheden om voor 50 jaar te voldoen aan de eisen, ten einde schade aan de werven te voorkomen en de ruimtelijke kwaliteit – de nabijheid van het water en de werf in de dijk – te behouden en versterken. Ook biedt dit de meeste kans om te voorkomen dat de ijsbrekers verplaatst moeten worden, en in ieder geval het behoud dan wel versterken van het beeld van de Rozewerf – de dijk – de ijsbrekers. Daarbij geldt dat 'een ruimtelijke heldere aansluiting op het nieuwe dijkprofiel westelijk en oostelijk van de Rozewerf wordt ontwikkeld'.

De Rozewerf en de Heuvel liggen dicht bij elkaar. In de ontwerpen zijn deze als één geheel beschouwd, waarbij het ontwerp erop is gericht om deze eenheid te benadrukken en daarmee het unieke karakter van twee werven in de dijk te benadrukken. Omdat de ruimtelijke situatie en ook de veiligheidsopgave van de Heuvel en de Rozewerf gelijk zijn, worden ze op een zelfde manier behandeld. Tussen de Rozewerf en de Heuvel ligt een stukje kade dat geen bermsloot heeft en waarachter tuinen van bewoners van de Rozewerf direct tegen de kade aan liggen. Functioneel en ruimtelijk maakt het onderdeel uit van de Rozewerf. Vanwege de sterke samenhang met de werven en de korte afstand van dit stukje kade, wordt een maatwerkoplossing voor het geheel van de Rozewerf en de Heuvel voorgesteld. In de volgende fase wordt deze verder uitgewerkt.

LCV1 wordt met een scherpe knik ten westen van de Rozewerf en ten oosten van de Heuvel teruggelegd en aangesloten op het bestaande tracé van de kade. Zo ontstaat een inham die de specifieke positie van de werven ten opzichte van het water benadrukt. De extra knikken laten het 'patina' van deze tijd zien.

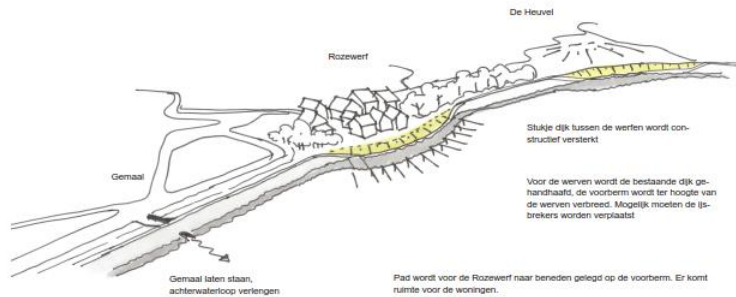


Figuur 5.9 Visualisatie ter hoogte Rozewerf en De Heuvel; huidig en principeprofiel in LCV1 (op A3 toegevoegd in bijlage 4)

Door een bredere en hogere voorberm (0,80m +NAP in plaats van 0,20m -NAP) voor de Rozewerf en de Heuvel te leggen, kan de benodigde ophoging worden beperkt. Damwanden zijn voorzien in de kade om de horizontale druk op de werf en de fundering van de woningen te voorkomen, De specifieke oplossing benadrukt de werven die meer naar voren het water in schuiven. De ijsbrekers zullen daarbij moeten worden verplaatst.

Om meer privacy en ruimte voor de huizen voor de bewoners van de Rozewerf te creëren, wordt het pad op de kruin ter hoogte van de knik in de dijk richting de werf naar beneden gelegd , aansluitend op de voorberm. Het talud van de kade wordt ter hoogte van de Rozewerf bij voorkeur in gras uitgevoerd. Men kan zo dicht bij het water komen en op het grastalud gaan zitten. Het strandje blijft behouden of wordt hersteld. Dezelfde oplossing wordt bij de Heuvel toegepast. In de planuitwerkingsfase kan in overleg met bewoners ook worden gekozen voor een andere oplossing om met name de hinder van fietsers te beperken (hekjes).

De veiligheidsopgave op het tussenliggende stukje kade is afwijkend van de standaardkade. Binnen LCV1 en OVB1 wordt deze daarom anders aangepakt door ook hier de hoge voorberm voor te leggen. Aangevuld met een beperkte ophoging met een buitenwaartse verplaatsing moet dit ervoor zorgen dat er geen steunberm nodig is. Het pad wordt evenals bij de werven op de voorberm aangelegd. Het buitentalud is uitgevoerd in steen in afwijking van de grastaluds van de werven.



Figuur 5.10 Visualisatie Rozewerf en De Heuvel in KCV1 en OVB1; benadrukken verschillende terpen

In het geval van een binnenwaartse versterking (KCV1) wordt hier voor de stabiliteit een constructieve versterking voorgesteld om de kade smal te houden zodat de kleinschaligheid van deze plek benadrukt wordt. Het pad blijft dan op de kruin van de bestaande kade. Het buitentalud is uitgevoerd in steen.

Het gemaal van Marken ligt in de huidige kade. In het geval van de buitenwaartse versterking (LCV1) ligt door de buitenwaartse verschuiving van de geoptimaliseerde dijk het gemaal achter de dijk. Door de uitstroomboker te verlengen en onder de dijk door te leggen kan de verbinding met het Markermeer worden behouden. Voorstel is het gemaal in een grondtalud te laten liggen van de oude kade. De andere mogelijkheid is het gemaal mee te verplaatsen in de nieuwe dijk.



Figuur 5.11 De Rozewerf huidig (boven) , bij buitenwaartse versterking (midden) en bij binnenwaartse versterking (onder).

5.4.6

Zuidkade ten oosten van de Heuvel

In figuur 5.12 is de uitwerking van de alternatieven voor het beeld tussen de Roze-
werf en de vuurtoren opgenomen.



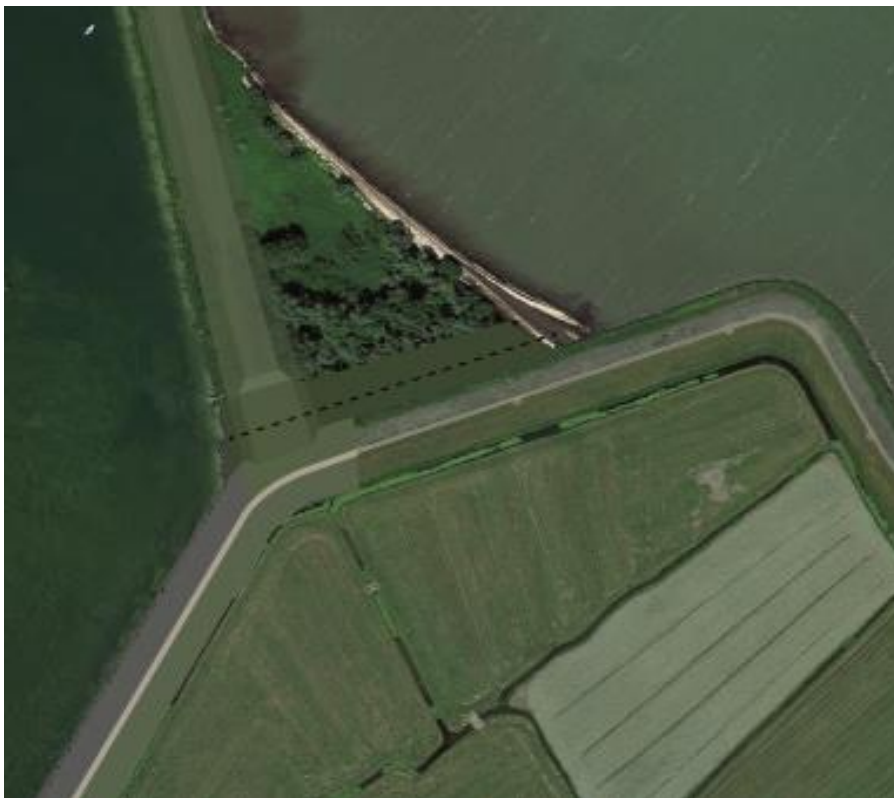
Figuur 5.12 Zuidkade, van boven naar beneden huidig, LCV1, KCV1 en OVB1

5.4.7 De hoekpunten van Marken

Aansluiting Bukdijk

De ringdijk krijgt continuïteit door de as van de westkade aan te sluiten op de as van de noordkade. Dit houdt een lichte noordelijke verschuiving in. Dat geeft aanleiding de kruin van de ringdijk te benadrukken en ruimte te scheppen tussen de Bukdijk en de ringdijk. Het voorstel is het overgangsgebied naar de Bukdijk te verlagen tot onder de kruin van de westkade en een scherpe overgang van de verlaagde overgangszone naar de Bukdijk te creëren.

Daarnaast is het vanuit het Kader Ruimtelijke Kwaliteit wenselijk de ruimte open te houden tussen de ringdijk en de begroeide Bukdijk (inclusief het voorland). Dit kan door de watergang aan de buitenteen van de noordkade te blijven onderhouden.



Figuur 5.13 Aansluiting Bukdijk; de assen van de west- en noordkade worden in een doorgaande lijn gelegd.

De afwerking naar de steunberm aan de binnenzijde verloopt in een vloeiende lijn.

Vuurtoren

De ringdijk krijgt continuïteit door de as van de zuidkade aan te sluiten op de as van de noordkade. LCV1 verloopt van de buitenwaartse positie terug naar het eiland. Dat gaat ten koste van een klein stuk strand en ligweide. Het strand en/of de ligweide worden vergroot door het aanbrengen van grond en zand. Hier ligt de meekoppelkans om het strand en de ligweide te verbreden, dit draagt er tevens aan bij dat bij hoog water en zuidwesterstorm het pad naar de vuurtoren langer droog ligt.



Figuur 5.14 Aansluiting kade (LCV1) bij de vuurtoren

De aansluiting van de dijk met het strand wordt strak vormgegeven met een scherpe rand. De aansluiting van het pad naar de vuurtoren vindt in het buitentalud van de nieuwe dijk plaats met gebruikmaking van het materiaal van de steenbekleding.

Ook de opslagschuur moet voor de aansluiting worden verplaatst. Dit geeft aanleiding de schuur goed in te passen, zowel in positie als in architectuur (bijvoorbeeld in combinatie met het toegangshek naar het Paard van Marken)

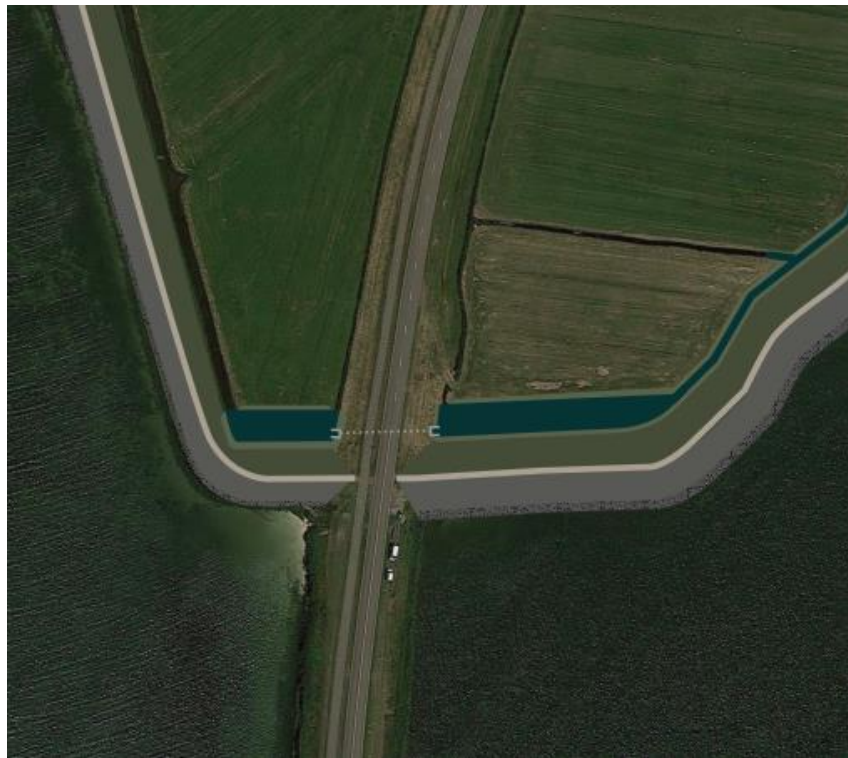
Aansluiting Verbindingsweg

Bij de verbindingsweg komen de zuid- en westkade samen. LCV1 verspringt hier 25 meter ten opzichte van de as van de westkade. Omdat de verspringing de mogelijkheid biedt om de aanlanding te verhelfen, is ervoor gekozen de zuidelijke punt van de westkade mee te laten verspringen en de assen zo in elkaars verlengde te leggen. De beide kades worden zowel buitendijks als binnendijks strak tegen de verbindingsweg aangelegd met scherpe hoeken. Het hoogteverschil tussen de zuid- en westkade wordt (ruimtelijk en ten behoeve van de toegankelijkheid voor fietsers en voetgangers) opgelost in het verschoven zuidpunt. De entree naar Marken is symmetrisch geworden door deze keuze. Een eenvoudige sluisconstructie van hekwerken of palen (hout of staal) zonder markeringen zorgt ervoor dat auto's niet de dijk oprijden en fietsers veilig oversteken. Het visueel laten doorlopen van de klinkerverharding van het kruinpad benadrukt de continuïteit van de omringdijk.



Figuur 5.15 Aansluiting Verbindingsweg LCV1: vanaf de verbindingsdijk één beeld van dijk en eiland.

In KCV1 en OVB1 worden de zuid- en westkade zowel buiten- als binnendijs strak tegen de verbindingsweg aangelegd met scherpe hoeken. De berm sloten worden zo ver mogelijk tot aan het talud van de verbindingsweg doorgetrokken. Deze mag daarvoor vergraven worden. De assen van beide kades worden daar op elkaar uitgelijnd. Het hoogteverschil is tussen de 20-30 cm. Dat is met de brede doorsnijding niet of nauwelijks zichtbaar. Een eenvoudige sluisconstructie van hekwerken of palen (hout of staal) zonder markeringen zorgt ervoor dat auto's niet de dijk oprijden en fietsers veilig oversteken.



Figuur 5.16 Aansluiting Verbindingsweg KCV1/OVB1

5.5 Samenvatting Alternatieven en kenmerken

In tabel 5.10 zijn de hoofdkenmerken van de alternatieven samenvattend opgenomen. Op basis van deze kenmerken zijn de kosten en de effecten van de alternatieven bepaald zoals deze in hoofdstuk 7 zijn aangegeven.

Tabel 5.10 Samenvatting kenmerken alternatieven

Kenmerken	Westkade	Zuidkade		
		LCV1	KCV1	OVB1
Planperiode (jr)	50	50	25	50
Maximale overslag (l/m/s)	5	5	5	10
Omgaan met zettingen (zuidkade)	n.v.t.	grondverbetering	Zettingsversnellende maatregelen	Zettingsversnellende maatregelen
Maatvoering: (m)				
- ontwerphoogte	1,57	2,37	1,77	2,15
- kruinbreedte	2,5	2,5	2,5	2,5
- breedte buitenberm	2,5	5	5	5
- breedte binnenberm	3	3 ²²	6	7
Versterkingsrichting	Binnen bestaand profiel	buitenwaarts	binnenwaarts	Binnen- en buitenwaarts
Breedte wandel-/fietspad op kade (m)	2	2	2	2
Ingreep teensloot	Blijft liggen	Schuift mee naar buiten	Schuift naar binnen	Schuift naar binnen

Vergelijking met dijkversterkingsplan 2012

Ten opzichte van de ontwerpen uit 2012 is er winst geboekt op de omvang van de kades. Deze zijn nu meer passend bij de maat en schaal van Marken. Naast de beperking van de omvang en hoogte van de kades zijn de destijds noodzakelijk geachte constructieve versterkingen niet meer nodig. Dit komt ook ten gunste van de beleving en ruimtelijke kwaliteit van de kade rond Marken.

²² Deze binnenberm doet dienst als onderhoudsstrook; vanwege de grondverbetering is voor de stabiliteit geen steunberm noodzakelijk.

6 Meekoppelkansen

In de Verkenning is onderzoek gedaan naar mogelijke meekoppelkansen; welke andere doelstellingen kunnen worden bereikt door ontwikkelingen te verbinden aan de dijkversterking. In het project zijn op basis van een groslijst vier samenhangende pakketten ontwikkeld. De uitwerking hiervan ligt primair bij de regionale project-partners.

6.1 Algemeen

De dijkversterking biedt kansen om in samenhang met planvorming en realisatie andere belangen dan waterveiligheid te dienen. Dit helpt om werk met werk te maken en daarmee kosten te besparen en draagt bij aan het draagvlak voor het plan. Daarom is een brede inventarisatie gemaakt van wensen en ideeën bij betrokken organisaties en belangengroepen. In bijlage 6 is een hieruit resulterende groslijst aan mogelijke meekoppelkansen opgenomen. In deze groslijst zijn de meekoppelkansen verdeeld over de thema's water, recreatie, natuur en energie.

In dit hoofdstuk zijn de meekoppelkansen die kansrijk lijken om in het vervolg van het project nader te ontwikkelen samengevoegd in een aantal thematisch samenhangende pakketten. Deze hieronder nader beschreven pakketten zijn:

- optimalisatie waterhuishouding;
- ontwikkelingen Bukdijk;
- de mooiste wandeling van Holland;
- verbinding met het water.

In de groslijst in de bijlage is per maatregel aangegeven of en zo ja in welk pakket deze nader worden uitgewerkt.

De bundeling in pakketten is doorgevoerd om tot een samenhangende verdere uitwerking van deze meekoppelkansen te komen. Daarbij is per pakket een overheidsorgaan als beoogde sponsor aangegeven. Dit impliceert niet dat alle maatregelen binnen een pakket door één overheid uitgevoerd dan wel georganiseerd moeten worden. Er kan uiteindelijk ook voor een beperkter aantal of zelfs voor géén meekoppelkansen worden gekozen. De verdere uitwerking (met waar nodig een nadere effectanalyse ten behoeve van besluiten of vergunningen), realisatie en beheer van de meekoppelkansen ligt bij de aangegeven overheden, afzonderlijk of in onderlinge samenwerking. Rijkswaterstaat is geen initiatiefnemer, maar faciliteert wel in deze uitwerking.

Wanneer is sprake van een meekoppelkans?

Het begrip meekoppelkans valt snel. Soms te snel. Daarom is het van belang om goed onderscheid te maken tussen meekoppelkansen en elementen die sowieso binnen het project thuis horen.

Een planonderdeel is een noodzakelijk element van een alternatief als dit noodzakelijk is om een bestaande functionaliteit die zou verdwijnen als gevolg van de dijkversterking te herstellen. **Een planonderdeel is een meekoppelkans als het daadwerkelijk een andere functionaliteit en waarde toevoegt en ook afzonderlijke besluitvorming en financiering vraagt.** Randvoorwaarde daarbij is dat de meekoppelkans geen risico vormt voor de functionaliteit en de waterveiligheid van het alternatief.

In een aantal gevallen ontstaat door een ontwerpkeuze meerwaarde op een ander aspect dan waterveiligheid vanuit de uitwerking van het ontwerp. In dat geval is er geen aanvullende financiering en geen afzonderlijke besluitvorming noodzakelijk. Die meerwaarde ontstaat dan vanuit de kwaliteit van een ontwerp. Dat is niet benoemd als meekoppelkans; in een dergelijke situatie is er sprake van een positief effect op één of meer aspecten/criteria van het beoordelingskader.

6.2 Pakket 1; Optimalisatie Waterhuishouding

Het borgen van de waterveiligheid op Marken voor een aanzienlijke periode en de daarmee samenhangende overdracht van het beheer van de dijken van Rijkswaterstaat naar het waterschap geeft de kans om ook de waterhuishouding op Marken zelf voor langere tijd te verbeteren en de robuustheid van het systeem te versterken.

Hiervoor is een aantal maatregelen in beeld gebracht in het pakket Optimalisatie Waterhuishouding. Deze maatregelen zijn opgenomen in het alternatief OVB1, om een goede waterhuishouding te borgen bij vaker en meer overslag vanaf het Markermeer. Daarbij dragen de maatregelen tevens bij aan een betere situatie in periodes aan langdurige en zware regenval.

Ook bij de andere alternatieven voor de dijkversterking (met een lagere overslag) geldt die meerwaarde voor het opvangen van situaties met langdurige en zware regenval. Daarom is het pakket maatregelen dat in het alternatief Overslagbestendig noodzakelijk is bij de andere alternatieven een meekoppelkans.

Dit betreft de volgende maatregelen:

- opstelplek noodpomp en verruimen watergang tot maalkolk bij entree eiland aan weerszijden van de Kruisbaakweg;
- duiker in zuidwesthoek Marken onder Kruisbaakweg;
- verbeteren noord-zuid-verbinding door vergroten duiker bij Zereiderpad en op een aantal andere locaties;
- optimalisatie waterverbinding oost-west via het Goudriaankanaal;
- nieuwe watergang zuidzijde Kruisbaakweg, aansluiten op maalkolk bij opstelplek noodpomp;
- verbreden watersysteem bij het Zereiderspad en de afvoersloot richting het ge-
maal;
- opstelplek noodpomp bij Haven.

In alle alternatieven beschouwen we als meekoppelkans:

- verbreding watergang achter de dijk (met één tot twee meter) als we deze toch verplaatsen of als er ruimte is in varianten waarin deze watergang blijft liggen (voordelen voor ruimtelijke kwaliteit, waterbeheer en waterkwaliteit, recreatie)

Maatregelen behorende tot het alternatief worden gefinancierd vanuit het project; aanvullende maatregelen zijn meekoppelkansen. Beoogd sponsor hiervoor is het waterschap.



Figuur 6.1 Meekoppelkansen optimalisatie waterhuishouding

6.3 Pakket 2: Ontwikkeling Bukdijk

De Bukdijk is een uniek element, ooit aangelegd als eerste fase van de indijking van het Markermeer, inmiddels al lange tijd ogenschijnlijk zonder functie. Maar de Bukdijk speelt een belangrijke rol in het waterhuishoudkundige en natuurlijke systeem van het Markermeer en de Gouwzee aan de noordzijde van Marken. Voor (jeugdige) bewoners van Marken een belangrijk uitloopegebied; door de meeste toeristen gemeden als onaantrekkelijk en ontoegankelijk. En daardoor wel weer een paradijsje voor vogelspotters.

Er zijn bij verschillende partijen/mensen ambities/ideeën om wat met de Bukdijk te gaan doen. Dit betreft recreatieve ontwikkelingen en natuurontwikkeling, al dan niet in samenhang met elkaar. Ook zijn deze ideeën deels tegenstrijdig. Zie hiervoor de bijgaande groslijst en onderstaande tabel.

Tabel 6.1 Pakket Bukdijk

Pakket Bukdijk
uitkijkpunt/vogels kijken/uitzicht op markermeer (dutch deltadesign)
route over Bukdijk
doorbraak Bukdijk (verbinding tussen Gouwzee en Markermeer) (kortere vaar-route rond Marken)
trekpontje gat Bukdijk (bij doorbraak)
Recreatiewoningen op palen /autarkisch kamperen
kuil van Marken' (veel vissen) zichtbaar maken vanaf dijk (veel vogels)
Fiets- en wandelpad naar punt Bukdijk met pontje naar Volendam
Bukdijk als bos van Marken
land-waterovergang en vooroevers Bukdijk
Zonne-energie Bukdijk

Het ruimtelijk effect van alle alternatieven voor de dijkversterking ter hoogte van de Bukdijk ten opzichte van de dimensies van de Bukdijk is zeer beperkt. De alternatieven hebben daarom geen effect op de kansen voor mogelijke recreatieve of natuurgerichte ontwikkelingen op en rond de Bukdijk. Andersom hebben deze wensen en ideeën ook geen invloed op de uitwerking van de dijkversterking en daarmee op de keuze tussen de alternatieven en de uitwerking van het voorkeursalternatief.

Planvorming en besluitvorming over de ontwikkeling van de Bukdijk is niet goed afgewogen, zeker als dit gedwongen mee moet in het tempo van de besluitvorming over de dijkversterking. Er is een bredere gedachtenvorming nodig binnen de gemeente en met de bewoners over wat men met dit gebied wil, waarbij vooral de huidige beperkte toegankelijkheid, de natuurwetgeving en toezicht/sociale veiligheid belangrijke aandachtspunten zijn. Daarbij is er ook een keuze te maken tussen een permanente nieuwe invulling of het gebruik van het gebied en het object voor specifieke evenementen zoals bijzondere festivals.



Figuur 6.2 Voorbeeld van kunst en kamperen op een afgelegen locatie zoals de Bukdijk

Besluitvorming over de ontwikkelingsmogelijkheden op en rond de Bukdijk kan dan ook losgekoppeld van besluitvorming over de dijkversterking plaats vinden. Het advies is daarom om hier een afzonderlijk proces van te maken met de primair betrokken overheden en de inwoners van Marken.

Deze overheden zijn:

- de gemeente vanuit haar verantwoordelijkheid voor het lokale ruimtelijk beleid en daarmee samenhangende issues als verkeer, recreatie en milieu.
- de provincie als bevoegd gezag in het kader van Natura2000 en de bredere beleidsverantwoordelijkheid voor ruimtegebruik en recreatie;
- Rijkswaterstaat als eigenaar of HHNK als mogelijk toekomstig eigenaar van de Bukdijk.

Mogelijk kunnen hier via een vorm van ideeënprijsvraag ook private partijen aan worden gekoppeld.

Beoogde sponsor; nader te bepalen



Meekoppelkansen pakket 2: ontwikkeling Bukdijk
 Figuur 6.3 Meekoppelkansen ontwikkeling Bukdijk

6.4 Pakket 3: Mooiste wandeling van Holland

Marken is een toonzaal van adaptieve ontwikkeling en wonen met het water. De dijk omsluit als een verheven route 900 jaar leven met water. Vanaf deze dijk beleeft men het verhaal van Marken, van het overleven met water, maar ook van de verliezen die men daarbij soms heeft moeten leiden, denk aan de verzwoegen werven en de verdrinken havens. De omringkade heeft de potentie uit te groeien tot de meest interessante wandeling of (in combinatie met de Markermeerdijken van Waterland) fietstocht van Holland, een tocht die men 'gedaan' moet hebben wanneer men ons land bezoekt.

De geschiedenis van Marken staat ook niet op zichzelf, maar is nauw verweven met de geschiedenis van omgaan met water in het laaggelegen deel van Nederland. De wandeling rond Marken over de omringkade biedt een uitgelezen kans om hier met een breed scala aan voorzieningen, informatiepanelen en apps invulling aan te geven. Hiermee laten we zien hoe Marken in het verleden, heden en de toekomst met water omgaat. Water als bedreiging, maar ook als bron van inkomen door de eeuwen heen (visvangst, vruchtbare grond vanwege de overstromingen, recreatie).

Bij de uitwerking van deze route kan worden aangesloten bij de ontwikkeling van de recreatieve hoofdstructuur en routenetwerken voor de regio Laag Holland.



Figuur 6.4 Verbeelding mogelijke speel/rustplaats in Mooiste wandeling van Holland

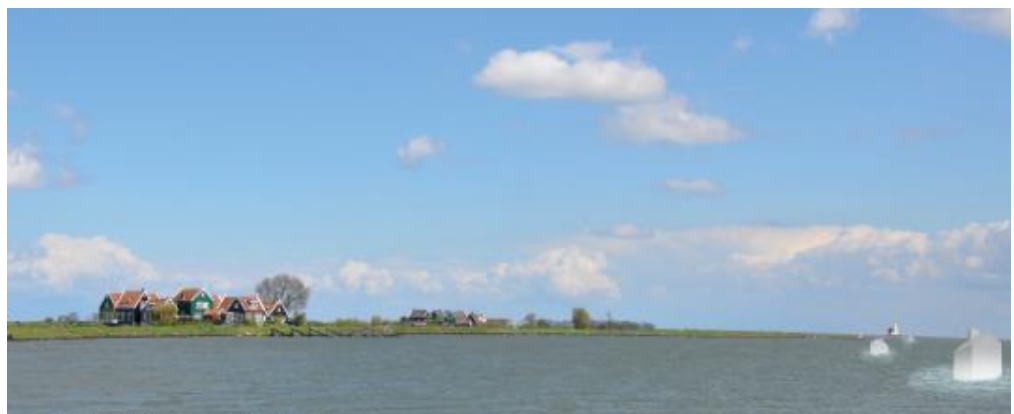
In de groslijst zijn veel elementen voor dit pakket opgenomen. Deze zijn (niet-gesorteerd) samengevat in onderstaande tabel.

Tabel 6.2 Pakket Mooiste wandeling van Holland

Pakket De Mooiste wandeling van Holland
verbreding en meer comfortabel fietspad/wandelpad
duidelijke toegang tot dijk
staatmeubilair/bankjes (strategisch plaatsen t.b.v. beleving mooiste tocht)
informatievoorzieningen
schuilgelegenheid/toilet/ zonnepanelen
verzorgings-natuurspeelplaats aantakking Goudriaankanaal
vogeluitkijkpunt oostzijde marken
drie iconen (ruimte om te stralen: Rozewerf/vuurtoren/haven)
entree vuurtoren
uitkijkpunt/loper haven versterken
kunst verdwenen werven/havens
duikroute naar verdrongen verleden/werven
Uniformering materiaalgebruik en verbeteren uitstraling
Restauratie ijsbrekers
Parkeergelegenheid voor wandelaars nabij de entree van het eiland
Laarzenpad over de nieuwe buitenberm vlak langs het water



Figuur 6.5 Restauratie van de ijsbrekers (provinciaal monument) als mogelijk onderdeel van de Mooiste wandeling van Holland



Figuur 6.6 Verbeelding mogelijke invulling beleving verdronken werven in Mooiste wandeling van Holland

Beoogde sponsor: Provincie Noord-Holland en gemeente Waterland



Figuur 6.7 Meekoppelkansen de mooiste wandeling op Holland

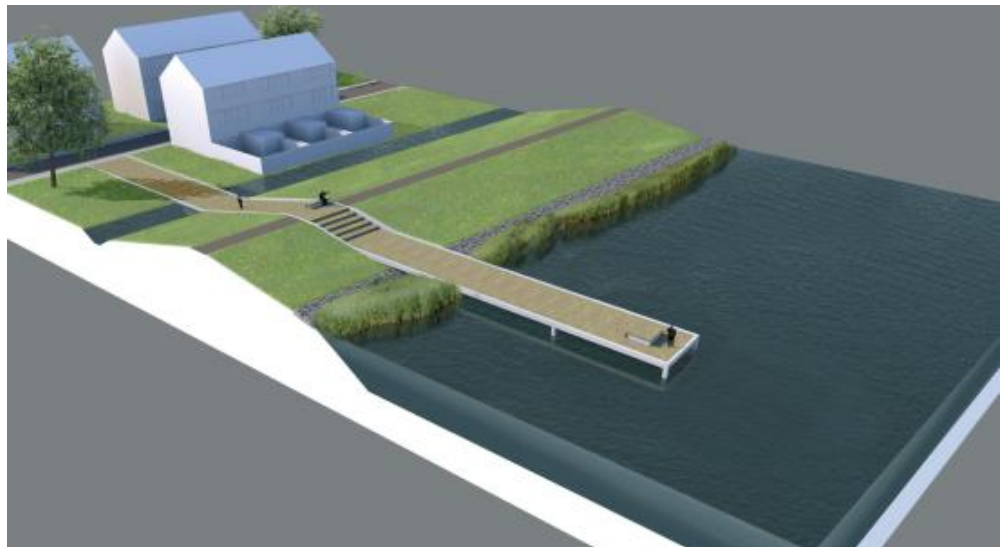
6.5 Pakket 4: Verbinding met het water

Op veel plekken is het nu lastig om op de kade of vanaf de kade bij het water te komen. Recent heeft Rijkswaterstaat een aantal bestaande ligplaatsen van kleine boten op de kade met een ontheffing formeel gedoogd. Er is echter nog geen regeling voor de langere termijn en voor nieuwe gevallen. Het aanbieden van concrete voorzieningen maakt het eenvoudiger om andere locaties vrij te houden van ongewenst gebruik.

De band tussen bewoners en kade/water kan worden versterkt door in het kader van de dijkversterking een aantal kleinere maatregelen te nemen die met elkaar een grote meerwaarde betekenen voor de relatie tussen eiland en water.

Mogelijke meekoppelkansen zijn:

- kleine bruggen over de watergang onderlangs de dijk bij de Noorderwerfstraat/Hoogkamplaan en de IJsselmeerweg (Minnebuurt);
- een recreatieplateau/steiger/loper bij de Minnebuurt (zie als voorbeeld figuur 6.8 uit het Kader Ruimtelijke Kwaliteit);
- een steiger voor kleine recreatieboten voor bewoners bij de Minnebuurt, en de Rozewerf ;
- vergroten van de bestaande strandjes (haven, Rozewerf, Vuurtoren, Minnebuurt) met een beperkte zandsuppletie
- verbeteren bereikbaarheid vuurtoren door ophoging van de kade naar de vuurtoren.



Figuur 6.8 Verbeelding mogelijke invulling Verbinding met het water

De concrete locaties zijn nader uit te werken met gemeente en bewoners.
Beoogde sponsor: gemeente Waterland



Meekoppelkansen pakket 4: verbinding met het water

Figuur 6.9 Meekoppelkansen verbinding met het water

7 Analyse en beoordeling van de alternatieven

De alternatieven zijn beoordeeld op een vooraf vastgesteld beoordelingskader. 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 basaalternatieven zoals deze zijn toegelicht in hoofdstuk 5.

7.1 Toelichting op de beoordeling

In de MIRT-verkenning hanteren we een breed beoordelingskader. 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. Voor een aantal thema's en criteria is wel een kwantitatieve beoordeling uitgevoerd. Dit is in de navolgende paragrafen per thema en criterium nader aangegeven. Daarbij is ook aangegeven wat de basis van de beoordeling is. Afhankelijk van het thema en criterium zijn hiervoor drie mogelijkheden:

- 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.

In de effecttabellen is achter het criterium tussen () aangegeven wat de basis voor de beoordeling is geweest, met (respectievelijk op basis van bovenstaande opsomming) een (k) voor kader, een (a) voor autonoom en een (r) voor relatieve vergelijking. In de beoordeling is vaak ook een combinatie van deze invalshoeken toegepast.

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.

7.2 Waterveiligheid

Tabel 7.1: Effectbeoordeling Waterveiligheid

Thema	Criterium	west-kade	zuidkade		
			LCV1	KCV1	OVb1
Waterveiligheid	Overstromingskansen (b, a, r)	+	++	+	+
	Borging (r)	+	+	+	+

7.2.1 Overstromingskansen

Alle alternatieven voldoen aan de waterveiligheidseisen en zijn daarom ten minste met een + beoordeeld. De overstromingskansen voldoet aan de signaleringsnorm van 1/300 jaar, met het perspectief dat dit voor de bij het alternatief behorende planperiode (50 jr voor LCV1 en OVb1 en 25 jaar voor KCV1) zal blijven gelden.

Deze beoordeling is gebaseerd op de toepassing van het geldende ontwerpinstrumentarium bij de ontwikkeling van de alternatieven, zoals is aangegeven in hoofdstuk 5. Op basis van toetsing aan het beleidskader zijn alle alternatieven minimaal met een + beoordeeld.

Het alternatief LCV1 biedt voor de zuidkade meerwaarde voor de waterveiligheid ten opzichte van de andere alternatieven door de meer robuuste uitvoering. Het alternatief is aan de zuidkade hoger en breder en de nieuwe kern van de dijk biedt in potentie meer waarborg voor robuustheid op langere termijn. Dit alternatief is vanwege deze meerwaarde beoordeeld met ++.

7.2.2 Borging

De alternatieven zijn niet alle voor dezelfde tijdschaal ontworpen. Dat maakt het mogelijk dat zij kunnen verschillen in de mate van aanvullende noodzakelijke regelingen om de waterveiligheid voor langere termijn te garanderen. Dit criterium is in de effectbeoordeling opgenomen op basis van de situatie dat er in de aanvang van de Verkenning ook sprake was van een kort-cyclisch alternatief met een cyclus van 12 jaar. In de omgeving bestond ten aanzien hiervan veel zorg over de vraag op welke wijze wordt geborgd dat de volgende cycli dan ook inderdaad worden uitgevoerd.

Inmiddels is de gedachte-ontwikkeling hierover verder gegaan. Anders dan voorheen is ontwerpen voor een periode van 50 jaar niet meer het algemene uitgangspunt. De ontwikkelingen in ontwerpinstrumentarium en werkwijze van HWBP maken dat gekozen kan worden voor de meest optimale cyclus. Dit op basis van een afweging waarin gekeken wordt naar de life cycle costs (LCC), dus zowel de investering als beheer en onderhoud. Kortcyclisch versterken is dan geen uitzondering meer, maar gewoon een kwestie van slim ontwerpen. Een kortcyclisch alternatief zal net als andere alternatieven in een projectplan op basis van de Waterwet vastgelegd worden. Versterking vindt plaats zodra dat nodig is. De formeel voorgeschreven twaalfjaarlijkse beoordeling maakt in combinatie met de invoering van de zorgplicht dat met regelmaat naar de toestand van de kering zal worden gekeken.

Zodra de kering niet meer voldoet aan de signaleringsnorm zal de kering door de beheerder worden aangemeld bij het hoogwaterbeschermingsprogramma (HWBP). De versterking wordt dan tijdig in gang gezet opdat de kering versterkt is voordat deze onder de ondergrens komt. Daarmee wordt ten allen tijde basisveiligheid geboden aan de bewoners op Marken. In de programmering wordt op urgentie gestuurd.

De omvang van een project of het aantal potentiële slachtoffers of schade is daarin niet bepalend. De urgentie wordt bepaald door de afstand tot de signaleringsnorm; de projecten die daar het verste onder zakken komen als eerste aan beurt. Zie ook de toelichting op de normering in hoofdstuk 3.

In alle alternatieven is de borging van de waterveiligheid op langere termijn dus geregeld in de combinatie van Waterwet en HWBP. Een tussentijdse overdracht in eigendom van Rijkswaterstaat naar het Hoogheemraadschap heeft geen invloed op deze systematiek. Daarom zijn alle alternatieven positief beoordeeld (+).

Deze beoordeling is gebaseerd op een feitelijke analyse; een mogelijk verschil in beleving komt aan de orde onder het criterium draagvlak.

7.3 Ruimtelijke kwaliteit, Archeologie en Cultuurhistorie

Tabel 7.2: Effectbeoordeling Ruimtelijke kwaliteit, Archeologie en Cultuurhistorie

Thema	Criterium	westkade	zuidkade		
			LCV1	KCV1	OVb1
Ruimtelijke kwaliteit	Continuïteit op het schaalniveau van het eiland (b, r)	+	-	0	-
	Verscheidenheid binnen eenheid (b)	+	+	+	+
	Passend bij de maat en schaal van Marken (b, r)	+	-	+	-
	Vorm: principe-profiel (b)	+	0/+	0/+	0/+
Archeologie	Vorm: patina van de tijd (b,a,r)	+	- -	0	-
	Behoud van aardkundige en archeologische waarden (b,a, r)	-	- -	-	-
Cultuurhistorie	Behoud / versterking van cultuurhistorische waarden (b,a)	0	-	0	0

Bij het ontwikkelen van de alternatieven is rekening gehouden met een 'standaard' profiel voor Marken (zie ook hoofdstuk 5 en hieronder) en het toepassen van dezelfde materialen voor de verschillende dijktracés.

Alle alternatieven gaan uit van een stenige buitenzijde, een binnenzijde van gras met een teensloot en een smal pad op de kruin. Deze standaard uitwerking zorgt voor een eenduidige profielopbouw voor Marken.

Bij Marken past een compacte en geprononceerde dijk. De volgende ingrepen benadrukken de taluds met scherpe overgangen naar water en polder. De dijk blijft zo visueel compact om aan te sluiten bij de schaal en maat van Marken:

- Het talud van de stenige buitenzijde wordt uitgevoerd in zetsteen, de voorberm (of buitenberm) (aan zuidzijde 5 meter breed, westzijde circa 2-3 meter) in stortsteen of breuksteen. De voorberm ligt op waterpeil, en maakt onderdeel van het water uit door de grove en open structuur van de stenen. De dijk blijft visueel compact en begint 'mentaal en visueel' bij de overgang van de voorberm naar het talud.
- Doordat in alle alternatieven voor de west- en de zuidkade een 'knik' (steunen en onderhoudsberm) aan de binnenzijde ontstaat wordt de dijk visueel compact. De knik is scherp, en schaduwwerking ondersteunt het compacte beeld.

Voor de onderscheiden criteria werkt dit als volgt door in de effectbeoordeling. In de effectbeoordeling is deels sprake van een vergelijking met de referentiesituatie (huidige situatie en autonome ontwikkeling), deels van een vergelijking met het Ruimtelijk Kader als wensbeeld en deels relatief. Per criterium is dit toegelicht.

7.3.1 *Continuïteit op het schaalniveau van het eiland*

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

De aanpassingen aan de westkade dragen door de uniformering in profiel en materialisatie positief bij aan de continuïteit op het schaalniveau van het eiland. Ten opzichte van de referentiesituatie is er sprake van een verbetering (+)

De alternatieven voor de zuidkade hebben door de hogere versterkingsopgave voor deze zijde een aanzienlijk grotere ontwerphoogte. Deze hogere dijk, die door de hoogte ook breder wordt en daarnaast wordt voorzien van een steunberm krijgt zowel een hoger als een breder profiel dan de andere kades. De materialisering is weliswaar gelijk aan die van de westkade, maar het profiel is aan de zuidzijde duidelijk afwijkend. Dit profiel past minder goed dan de huidige zuidkade in de continuïteit op het schaalniveau van het eiland.

Daarmee neemt de continuïteit op het schaalniveau van het eiland af. Bovenstaand geldt het meest voor LCV1 en OVB1, en relatief minder voor KCV1. LCV1 en OVB1 zijn daarom negatief beoordeeld (-) en KCV1 neutraal (0).

7.3.2 *Verscheidenheid binnen eenheid*

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.

Door het hanteren van een 'standaard' profiel voor Marken en het toepassen van dezelfde materialen voor de verschillende dijktracés wordt een eenheid in de dijk gecreëerd. Deze eenheid wordt ten opzichte van de referentiesituatie versterkt door eenduidigheid in materiaalgebruik en dijkmeubilair. Omdat er zowel sprake is van een verbetering ten opzichte van de referentiesituatie als van het voldoen aan het

wensbeeld uit het Ruimtelijk Kader zijn alle alternatieven op dit criterium positief beoordeeld. (+)

Wanneer de noordkade, waar nodig, bij een volgende versterking nog beter aansluit bij het profiel en materiaalgebruik van de west- en zuidkade, is de verscheidenheid tussen de zijden goed duidelijk:

- de brede en stevige noordzijde;
- de compacte dijk aan de westzijde, en
- de robuuste dijk aan de zuidzijde.

Drie zijden van Marken die door gelijk materiaalgebruik toch een eenheid vormen.

7.3.3 *Passend bij de maat en schaal van Marken*

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.

Bij Marken past een in grond uitgevoerd dijk van beperkte omvang. De dijk zou niet te hoog en te breed mogen worden om passend te blijven bij de maat en schaal van Marken. Ook bij het toepassen van een stenen bekleding moeten maat en schaal van Marken in acht gehouden worden en moet niet te grof materiaal worden toegepast.

Het alternatief voor de westkade past in deze maat en schaal van Marken en is daarom positief (voldoet aan beleidskader) beoordeeld (+).

De alternatieven voor de zuidkade passen door hun hoogte en daarmee de forsere dijk minder goed bij de maat en schaal van Marken. LCV1 en OVB1 worden door hun hoogte en omvang negatief beoordeeld. (-)

KCV1 komt uit op een hoogte die de zuidkade in het verleden ook ongeveer heeft gehad. Deze is hiermee passend in het beleidskader en is daarom positief beoordeeld (+).

7.3.4 *Vorm: principe-profiel*

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.

Bij Marken past een compacte en geprononceerde dijk. Daar hoort een strakke overgang van land naar water bij. Waar de vooroever in het water verscholen ligt, dat wil zeggen dat het water tussen en over de steenbekleding heen kan stromen, levert dat een beeld op van een harde land-water overgang. Dit principe wordt bij alle alternatieven nagestreefd en vormt de basis voor de toetsing op dit criterium.

In alle alternatieven zit een 'knik' in de dijk aan de landzijde. Deze knik versterkt het compacte beeld van de dijk. Ook zijn alle alternatieven voorzien van een stenig buitentalud, een groen binnentalud en een smal kruinpad. Langs alle alternatieven is binnendijks een teensloot gelegen.

De alternatieven zijn dan ook alle vormgegeven conform het principeprofiel uit het Kader Ruimtelijke Kwaliteit. Voor de westkade leidt dit tot een positieve beoordeling (+).

Voor de zuidkade leidt de steunberm tot een beperkte afwijking van het principeprofiel waardoor de beoordeling minder positief is dan voor de westkade en een beperkt positieve beoordeling resteert (0/+).

7.3.5

Vorm: patina van de tijd

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 afleesbaarheid van de ontwikkeling in de tijd zit in de lokale verschillen binnen de afzonderlijke dijktrajecten. Kleine en grotere knikken en hoogteverschillen laten de ontwikkeling zien.

Een alternatief is derhalve positief gewaardeerd als deze verschillen zichtbaar blijven en de nieuwe dijkversterking in deze zichtbare ontwikkeling weer een zichtbare stap toevoegt. De waardering is negatief als de bestaande kade zodanig wordt aangepast dan wel helemaal verwijderd waardoor de ontwikkeling in het verleden niet meer afleesbaar is.

Het alternatief voor de westkade bestaat uit een beperkte versterking van de dijk, binnen het huidige ruimtebeslag. De historische ontwikkeling blijft zichtbaar, waardoor aan het criterium wordt voldaan (+).

De alternatieven voor de zuidkade verhouden zich minder goed tot het patina van de tijd. LCV1 bouwt niet voort op de bestaande dijk met de typische eigenschappen. De huidige dijk wordt afgraven. Hiermee verdwijnt de afleesbaarheid van het verleden. Dit wordt als een zeer negatief effect beoordeeld (--). In het alternatief OVB1 blijft wat meer van het verleden van de dijk zichtbaar. In een onderlinge vergelijking is deze wel gunstiger van LCV1 (-). Alternatief KCV1 is door de kleinere ingreep minder verstorend op dit criterium; Deze is neutraal beoordeeld (0).

7.3.6

Behoud van archeologische waarden

Algemeen

Bij het opbrengen van materiaal voor een dijkversterking op een historische dijk zal enige zetting optreden. Gezien de jonge ouderdom van de historische (klei)dijk wordt geen verlies aan informatiewaarde verwacht van het dijkbodearchief ter plaatse. Ook mogelijk onder de dijk gelegen archeologische niveaus zullen met samendrukking te maken krijgen. Op dit moment zijn deze niveaus (nog) niet bekend. Gezien de laatmiddeleeuwse ouderdom wordt ook hier geen informatieverlies verwacht.

Bij het afgraven van een bestaande kade kan via het opnemen van archeologische profielen en vlakken informatie worden ingewonnen over de dijkbouw ter plaatse van de historische dijk en het daaronder aanwezig oud oppervlak. Ook wanneer de zuidkade buitenwaarts wordt versterkt en de bestaande kade wordt weggegraven zullen de archeologische waarden veilig gesteld kunnen worden door het

documenteren van dijkprofielen. Indien na het voortgezet vooronderzoek in de planfase een archeologische vindplaats uit het Neolithicum in de top van het Laagpakket van Wormer wordt verwacht of bekend is geworden zal moeten worden gezien in hoeverre de vindplaats in de realisatiefase kan worden onderzocht. Dit hangt mede af van de toegepaste techniek bij het verwijderen van het Hollandveen.[ref 31]

Westkade

Binnen het profiel van de westkade waar werkzaamheden plaatsvinden is er alleen direct ten zuiden van de haven een locatie waar mogelijk archeologische waarden kunnen worden aangetroffen. Hier is een nader verkennend onderzoek noodzakelijk. Omdat er mogelijk waarden worden aangetroffen is de beoordeling negatief (-).

Zuidkade

Ook de alternatieven voor de zuidkade leiden tot een negatief effect op archeologische waarden. Voor alle alternatieven is op een aantal locaties langs de zuidkade nader onderzoek noodzakelijk. Dit betreft mogelijke oude havens en/of sluisjes en een oude werf die gedeeltelijk onder de dijk ligt. Bij LCV1 is de mogelijke impact relatief groter dan bij KCV1 en OVB1 vanwege de grondverbetering en de grotere breedte van de ingreep. Door de grondverbetering raken mogelijk aanwezige archeologische waarden in het te verwijderen veen (Laagpakket van Wormer) verloren. Overigens kunnen deze ook aangetast worden door het aandrukken van de veenlaag (zettingen) in de andere alternatieven, maar minder ingrijpend en over een kleiner oppervlak. Daarom is LCV1 zeer negatief beoordeeld (--) en zijn de andere alternatieven negatief beoordeeld (-). In OVB1 kan ook het verbreden van watergangen op Marken tot effecten leiden. Omdat er sprake is van een lage verwachtingswaarde en door onderzoek vooraf kan worden voorkomen dat effecten optreden (door na het aantreffen van een waarde te kiezen voor het verbreden op een andere locatie is dit niet extra negatief beoordeeld.

Nader archeologisch onderzoek in de dijk en in het veen (locaties op basis van keuze voorkeursalternatief) is noodzakelijk vooruitlopend op formeel juridische besluitvorming. In hoofdstuk 9 is nader ingegaan op de onderzoeksopgave.

7.3.7 Behoud / versterking van cultuurhistorische waarden

(Rijks-)monumenten en het beschermd stads- en dorpsgezicht.

Zo lang een dijkversterking binnen het huidige profiel van de dijk plaats vindt wordt geen aantasting van cultuurhistorische waarden verwacht. Het alternatief voor de westkade wordt daarom neutraal beoordeeld; versterking past in het huidige profiel en de versterking doet geen afbreuk aan het beschermd dorpsgezicht.

Voor de zuidkade ligt de relatie met de aanwezige cultuurhistorische waarden vooral in de manier waarop wordt omgegaan met de Rozewerf en de vuurtoren. In alle alternatieven zijn goede oplossingen mogelijk die recht doen aan de aanwezige cultuurhistorische waarden. Wel is binnen LCV1 sprake van het volledig verwijderen van de bestaande zuidkade; dit alternatief is daarom negatief beoordeeld (-). In de andere alternatieven blijft de bestaande kade deel uitmaken van de nieuwe kade. Deze zijn hierom beoordeeld als neutraal (0).

7.4 Ruimtegebruik

Tabel 7.3: Effectbeoordeling ruimtegebruik

Thema	Criterium	west-kade	zuidkade		
			LCV1	KCV1	OVb1
Ruimtegebruik	Wonen en werken (a)	0	0	0	0
	Landbouw (a)	0	0	-	-
	Recreatie (a)	0	0	0	0

7.4.1 Wonen en werken

Geen van de alternatieven leidt tot ruimtebeslag op woningen en bedrijfsgebouwen. De woonbestemmingen op de Rozewerf en ten noorden en zuiden van de haven worden niet geraakt door nieuw ruimtebeslag voor de dijken.

De omgeving van het gemaal heeft een bedrijfsbestemming. Deze wordt wel geraakt in de alternatieven waarin ruimtebeslag naar binnen is opgenomen. Deze bestemming kan echter gehandhaafd blijven in combinatie met de bestemming waterkering. Er zijn derhalve in geen van de alternatieven effecten op wonen en werken. (0)

7.4.2 Landbouw

De alternatieven KCV1 en OVb1 leiden tot een ruimtebeslag op agrarische percelen langs de zuidkade. Het betreft in beide alternatieven in de eindsituatie bijna 20 hectare. Dit is voor beide alternatieven beoordeeld als negatief (-). In OVb1 kan de versterking van de waterstructuur aanvullend leiden tot ruimtebeslag op landbouwgrond. De wijze waarop de waterstructuur kan worden aangepast is nog niet uitgewerkt. Dit is daarom niet meegenomen in de beoordeling.

In figuur 7.1 is ter illustratie het ruimtebeslag van KCV1 op de agrarische percelen ten zuiden van de Moeniswerf opgenomen.



Figuur 7.1 Ruimtebeslag KCV1 op agrarische grond, zuidkade ten zuiden van de Moeniswerf. Dit ruimtebeslag zet zich door langs de gehele zuidkade, behoudens Rozewerf/De Heuvel.

In het alternatief LCV1 schuift de teensloot achter de dijk mee naar het zuiden. De huidige watergang kan worden gedempt en toegevoegd aan de aangrenzende agrarische percelen. Dit betreft maximaal enkele hectares grond die agrarisch niet van hoge kwaliteit zijn (gedempte watergang). Dit effect is daarom neutraal beoordeeld (0).

Waterhuishoudkundige maatregelen zoals opgenomen in OVB1 kunnen een positief effect op de landbouw hebben. Dit is meegenomen in de beoordeling van het aspect water.

7.4.3 Recreatie

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. Effecten in de aanlegperiode zijn beoordeeld onder het thema Uitvoerbaarheid (paragraaf 7.7).

7.5 Natuur

Tabel 7.4: Effectbeoordeling Natuur

Thema	Criterium	westkade	zuidkade		
			LCV1	KCV1	OVB1
Natuur	Natura 2000 (a)	0/-	-	0/-	0/-
	Natuurnetwerk Nederland (NNN) (a)	0	0	-	-
	Weidevogelgebied (a)	0	0	-	-
	Flora- en faunawet (soortenbescherming) (a)	-	-	-	-

7.5.1 Natura 2000

Vanwege het ruimtebeslag van de zuidkade van 6,6 ha op het Natura 2000-gebied is de beoordeling van LCV1 negatief (-). Dit ruimtebeslag is vooral van belang voor niet-broedvogels. In KCV1 en OVB1 is het ruimtebeslag zeer beperkt. Wel zal er sprake zijn van hinder gedurende de aanlegfase. De beoordeling voor deze alternatieven is daarom beperkt negatief (0/-).

Voor de westkade is het ruimtebeslag N2000 ca. 0,1 ha. Het effect is conform KCV1/OVB1 als beperkt negatief beoordeeld (0/-).

De effecten staan de vergunbaarheid binnen de Natuurbeschermingswet niet in de weg. In een afzonderlijke notitie is deze vergunbaarheid nader onderbouwd [ref 15]. De effecten op het aangewezen habitatype en de aangewezen soorten van Natura 2000-gebied Markermeer-IJmeer zijn hieronder nader beschreven en beoordeeld.

Effectafbakening

Bij de versterking van de omringkade Marken kunnen zowel tijdelijke effecten optreden tijdens de uitvoeringsfase als permanente effecten vanwege het ruimtebeslag in de eindsituatie. Potentiële effecten tijdens de uitvoeringsfase zijn:

- verzuring en vermesting vanwege emissie van stikstofoxiden en ammoniak door het gebruikte materieel;

- optische verstoring, geluidverstoring. licht en trillingen door mens en materieel;
- vertroebeling van het oppervlaktewater door opwervelend veen en slib.

De permanente effecten zijn beperkt tot oppervlakteverlies aan (potentieel) habitat of leefgebied door het ruimtebeslag van de dijk. De dijkversterking zorgt namelijk niet voor een veranderd gebruik van de dijk. Er worden bijvoorbeeld geen recreatieve voorzieningen gerealiseerd waarvan het gebruik voor extra verstoring kan zorgen. De volgende effecten zijn op voorhand uitgesloten:

- Effecten door verandering overstromingsfrequentie: hoewel de overstromingsfrequentie, of liever de kans op overstroming afneemt, heeft dit geen effect op de Natura 2000-waarden. Deze liggen immers buitendijks en zijn permanent onder water;
- Vernatting: het gebied rond Marken is al permanent nat en er treden geen peilveranderingen op;
- Verzoeting: het water is al volledig zoet;
- Verzilting: er is geen sprake van binnendringing van zout water of kwel bij deze dijkversterking;
- Verandering dynamiek van het substraat: er treedt geen verandering van dynamiek op.

Effecten op habitattype kranswierwateren

De verbreding langs de westkade is minder dan 5m, terwijl in de huidige situatie langs de buitenberm een zone van 5m tot 8m aanwezig is die vrijwel vegetatievrij is [ref 16]. Er vindt daarom geen, of slechts een zeer beperkt direct verlies aan oppervlak van het habitattype kranswierwateren (H3140) plaats. Wel kan door de verbreding enige verstoring van de aangrenzende kranswieren plaatsvinden. De vegetatievrije zone zou met de verbreding iets naar buiten kunnen verschuiven ten koste van het habitattype. De verbreding van de westkade is echter zeer gering. Het ruimtebeslag op Natura 2000 is slechts 0,1 ha, waarvan circa de helft in het Habitatrichtlijngebied. Mede gelet op de toename in het oppervlak van kranswierwateren in het Markermeer-IJmeer sinds het ijkjaar 2004 is een verlies van minder dan 0,05 ha zeker geen significant effect in het licht van de behoudsdoelstelling voor het habitattype.

Het habitattype kranswierwateren H3140 in afgesloten zeearmen zoals het Markermeer is niet of nauwelijks gevoelig voor stikstofdepositie ($KDW > 2400 \text{ mol N/ha/jaar}$, ref 28). Stikstofdepositie vormt geen bedreiging voor de instandhouding van het habitattype. Het Markermeer-IJmeer is daarom ook niet opgenomen in het Programma Aanpak Stikstof. Effecten vanwege stikstofdepositie tijdens de uitvoering van de dijkversterking zijn daarom op voorhand uitgesloten.

Effecten op habitatsoorten

De dijkversterking brengt geen verandering in de draagkracht van het gebied als foerageergebied voor de meervleermuis. De nieuwe kade zal naar verwachting vergelijkbaar geschikt zijn voor de meervleermuis om langs te foerageren. Significante effecten op de meervleermuis zijn daarom uitgesloten in alle alternatieven. Aandachtspunt is dat tijdens de uitvoering van de dijkwerkzaamheden significante verstoring van de meervleermuis moet worden voorkomen. Dit betekent dat in de periode dat de vleermuizen foerageren niet 's nachts met felle verlichting gewerkt kan worden.

Met de dijkversterking zal de aanwezigheid van stortsteen langs de westkade in het Habitatrichtlijngebied niet minder worden. Daarmee zal ook het oppervlak aan potentieel habitat voor de rivierdonderpad niet afnemen. De dijkversterking heeft geen invloed op de concurrentiepositie van de rivierdonderpad ten opzichte van concurrerende grondelsoorten, zoals de zwartbekgrondel. Verslechtering van het habitat van de rivierdonderpad is daarom uitgesloten.

Aangezien de rivierdonderpad momenteel niet voorkomt langs de westkade en zuidkade [ref 19;20] is verstoring van de rivierdonderpad tijdens de uitvoering eveneens uitgesloten.

Effecten op broedvogels

Gezien het ontbreken van (potentiële) broedplekken voor de aalscholver en visdief op Marken, zijn significante effecten op de aangewezen broedvogelsoorten op voorhand uitgesloten.

Effecten op Niet broedvogelsoorten

Binnendijks ruimtebeslag

In alle alternatieven gaan binnendijkse graslanden verloren welke als foerageergebied voor ganzen gebruikt worden. Het ruimtebeslag aan de westkade is 1,2 ha. In KCV1 aan de zuidkade (12 ha) en OVB1 (12,6 ha) ruim twee keer zo groot als in LCV1 (5,5 ha). Deze graslanden maken geen onderdeel uit van het Natura 2000-gebied, maar zijn wel van belang voor de instandhouding van ganzen in het Natura 2000-gebied.

Het verlies aan ganzenfoerageergebied is zeer gering in vergelijking met het aanwezige oppervlak op Marken en andere graslanden langs de kust van het Markermeer. Bovendien kennen de aangewezen ganzensoorten in het Markermeer een sterke stijgende trend. De aantallen zijn nu veel hoger dan de doelaantallen. Er is derhalve geen sprake van significante gevolgen en aantasting van de natuurlijke kenmerken.

Buitendijks ruimtebeslag

De westkade wordt vrijwel niet buitenwaarts verbreed. Er is daarom geen verlies aan foerageergebied voor mosseleiders langs de westkade. Er is hier ook geen verlies aan rustgebied.

In LCV1 gaat langs de zuidkade 6,6 ha van het Natura 2000-gebied verloren. Hiermee gaat ook foerageergebied voor niet-broedvogels verloren. Het gaat vooral om verlies aan mosselen, maar ook om een beperkt oppervlak aan waterplanten. Zoals beschreven in hoofdstuk 4 gaat het hier echter niet om een bovengemiddeld geschikt foerageergebied. De aantallen niet broedvogels zijn ook relatief gering. Bovendien zal in de aanleg van de buitenberm onder water worden voorzien in mitigerende maatregelen zoals het aanbrengen van substraat waarop mosselpopulaties tot ontwikkeling kunnen komen.

In KCV1 en OVB1 is het ruimtebeslag vrijwel nihil. Er is derhalve geen sprake van significante gevolgen en aantasting van de natuurlijke kenmerken.

Verstoring tijdens de uitvoering

Tijdens de werkzaamheden kan ook verstoring optreden van niet broedvogels. Vooral bij de werkzaamheden aan de westkade kunnen rustende kuifeenden en andere eenden verstoord worden. De fasering en uitvoeringsmethode zal daarom afgestemd moeten worden op de aanwezige niet-broedvogelsoorten. Hierdoor is significante verstoring te voorkomen. De drie alternatieven zijn niet onderscheidend in de mate van verstoring.

7.5.2 *NNN/Weidevogelgebied*

LCV1 heeft geen ruimtebeslag op het NNN op Marken, maar wel op het NNN Grote Wateren. Omdat dit minder dan 0,01% van het oppervlak van het NNN-gebied betreft is het effect neutraal beoordeeld (0).

In KCV1 en OVB1 is het ruimtebeslag op NNN op Marken vergelijkbaar, namelijk 1,0 respectievelijk 1,2 ha. KCV1 heeft enkel effect op het NNN op Marken. OVB1 heeft daarnaast ook effect op het NNN Grote Wateren.

Het ruimtebeslag zorgt voor een permanent verlies aan weidevogelgrasland, kruidenrijk grasland en foerageergebied voor ganzen en smienten. Daarnaast kan tijdens de werkzaamheden aan de dijk verstoring optreden van foeragerende vogels. Het effect van KCV1 en OVB1 op het NNN op Marken is ca 5% van het NNN-oppervlak, en beoordeeld als negatief (-).

De westkade heeft relatief weinig ruimtebeslag op het weidevogelgebied, met 1,2 ha. LCV1 heeft aan de zuidkade het kleinste ruimtebeslag op het weidevogelgebied, namelijk 5,5 ha. In KCV1 en OVB1 is het ruimtebeslag vergelijkbaar, namelijk respectievelijk 12 ha en 12,6 ha. Het ruimtebeslag zorgt voor een permanent verlies aan weidevogelgrasland en foerageergebied voor ganzen en smienten. Daarnaast kan tijdens de werkzaamheden aan de dijk tijdelijk verstoring optreden van foeragerende vogels in het weidevogelgebied. De beoordeling op het criterium weidevogelgebied voor KCV1 en OVB1 is daarom negatief (-). De beoordeling voor LCV1 is neutraal omdat het ruimtebeslag in het huidige weidevogelgebied beperkter is, en omdat er ruimte voor uitbreiding ontstaat door de verschuiving van de dijk naar buiten (0).

Aantasting van de NNN en mogelijk ook van weidevogelgebieden zal gecompenseerd moeten worden. Gezien het veiligheidsbelang van de maatregel en de zorgvuldige afweging van alternatieven zal de dijkversterking wel vergunbaar zijn. In het kader van het dijkversterkingsplan in 2012 zijn hierover al afspraken gemaakt tussen Rijkswaterstaat en de provincie Noord-Holland. In de planuitwerkingsfase worden deze afspraken geactualiseerd.

7.5.3 *Effecten op beschermde soorten Flora- en faunawet*

Voor alle drie de alternatieven 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 alternatieven op de verschillende aanwezige beschermde soorten. Deze verschillen zijn uiteindelijk niet onderscheidend. LCV1, KCV1 en OVB1 zijn alle drie als negatief (-) beoordeeld in relatie tot effecten op beschermde soorten. In de navolgende alinea's is deze beoordeling toegelicht voor alle beschermde soorten die op de zuidkade, westkade of in de directe omgeving voorkomen.

Reptielen

Ringslang (tabel 3 FF-wet)

In alle alternatieven zullen voortplantings- of vaste rust- of verblijfplaatsen en foerageergebied van de ringslang worden aangetast. Door de werkzaamheden aan het buitentalud worden voortplantings- of vaste rust- of verblijfplaatsen, meer specifiek: voortplantingsgebied en overwinteringsplaatsen van de ringslang beschadigd, vernield en/of verstoord wat een ontheffing van artikel 11 van de Flora- en faunawet behoeft. Door werkzaamheden aan het binnentalud en de teensloot wordt mogelijk foerageergebied van de ringslang aangetast. Ook dit is ontheffingsplichtig (artikel

11 van de Flora- en faunawet). Ter compensatie van het verlies aan overwinteringsplaatsen kunnen artificiële overwinteringsputten worden aangelegd. De compenserende en mitigerende maatregelen maken onderdeel uit van de ontheffingsvoorwaarden.

Amfibieën

Door de werkzaamheden binnendijs worden voortplantings- of vaste rust- of verblijfplaatsen van algemene amfibieënsoorten mogelijk beschadigd, vernield en/of verstoord. Deze soorten zijn enkel licht beschermd onder de Flora- en faunawet waardoor deze werkzaamheden geen ontheffing behoeven. Wel is de zorgplicht van toepassing.

Zoogdieren

Vleermuizen (Habitat IV richtlijn soorten)

Omdat er van kan worden uitgegaan dat alleen bij daglicht wordt gewerkt²³ zijn er geen effecten op vleermuizen. Er is ook geen ontheffing nodig van de Flora- en faunawet voor wat betreft de vleermuizen.

Waterspitsmuis (tabel 3 FF-wet) en noordse woelmuis (HB4-soort)

Door de werkzaamheden buitendijs en binnendijs worden mogelijk voortplantings- of vaste rust- of verblijfplaatsen van de waterspitsmuis beschadigd, vernield en/of verstoord hetgeen ontheffingsplichtig is (artikel 11 van de Flora- en faunawet). Dit geldt voor alle alternatieven.

Het meest recente onderzoek is uitgevoerd in 2008. Dit is te oud om bij een Flora- en faunawet ontheffingsaanvraag onderhevig te kunnen zijn. Dit onderzoek dient geactualiseerd te worden. Wanneer uit het uit te voeren muizenonderzoek blijkt dat de waterspitsmuis voorkomt in het plangebied moet een Ffw-ontheffing worden aangevraagd. Gezien het veiligheidsbelang van de maatregel en de zorgvuldige afweging van alternatieven zal de dijkversterking wel vergunbaar zijn.

Hermelijn, mol, veldmuis, wezel en woelrat (tabel 1 FF-wet)

Door de werkzaamheden worden voortplantings- of vaste rust- of verblijfplaatsen van de veldmuis, woelrat en mol mogelijk beschadigd, vernield en/of verstoord. Deze soorten zijn enkel licht beschermd onder de Flora- en faunawet waardoor deze werkzaamheden geen ontheffing behoeven. Wel is de zorgplicht van toepassing.

Vogels

Door de werkzaamheden worden voortplantings- of vaste rust- of verblijfplaatsen van vogelsoorten mogelijk beschadigd, vernield en/of verstoord. De nesten van deze soorten zijn buiten het voortplantingsseizoen niet beschermd. Indien buiten de voortplantingsperiode gewerkt wordt dan wel verstoring voorkomen wordt, is voor deze soorten met niet-jaarrond beschermde nestplaatsen geen ontheffing van de Flora- en faunawet nodig.

Vissen

In alle alternatieven wordt de binnendijkse bermsloot vergraven. Mogelijk wordt hierbij leefgebied van beschermde vissoorten aangetast en is een ontheffing van artikel 11 van de Flora- en faunawet noodzakelijk. Dit zal aan de hand van nader visonderzoek vastgesteld moeten worden. In het geval er beschermde vissoorten voorkomen dienen deze voor het vergraven van de bermsloot afgevangen te worden en verplaatst naar een geschikte sloot in de omgeving. De nieuwe bermsloot

²³ Normaliter wordt dit als voorwaarde in de Nbw-vergunning opgenomen.

dient zodanig ingericht te worden dat deze wederom geschikt is als leefgebied voor de betreffende soorten.

De buitenwaartse versterking leidt niet tot aantasting van leefgebied van beschermde vissoorten aangezien die hier niet voorkomen. De zone langs de westkade en zuidkade vormt namelijk geen relevant leefgebied voor bittervoorn wegens ontbreken van geschikte zoetwatermosselen. Rivierdonderpad komt hier niet (meer) voor.

Planten

Rietorchis (tabel 2 FF-wet) en zwanenbloem (tabel 1 FF-wet)

Door de werkzaamheden worden groeiplaatsen van de rietorchis en de zwanenbloem mogelijk beschadigd, vernield en/of verstoord. De zwanenbloem is enkel licht beschermd onder de Flora- en faunawet waardoor deze werkzaamheden geen ontheffing behoeven voor deze soort. Wel is de zorgplicht van toepassing. Voor wat betreft de rietorchis zal een ontheffing van artikel 8 aangevraagd moeten worden. Als mitigerende maatregel kunnen planten verplaatst worden naar een geschikte plek in de omgeving, zoals een aansluitende watergang, maar buiten de invloedssfeer van de werkzaamheden. Deze maatregel wordt opgenomen in de ontheffingsvoorwaarden.

7.6 Bodem en water

Tabel 7.5: Effectbeoordeling bodem en water

Thema	Criterium	west-kade	zuidkade		
			LCV1	KCV1	OVb1
Bodem en water	Bodem (a,r)	0	--	-	-
	Zettingen (a,r)	0	+	-	-
	Water (a,r)	0	0	0	+

7.6.1 Bodem

Het alternatief voor de westkade blijft binnen het huidige profiel, er wordt enkel verhoging op de dijk aangebracht. Ten aanzien van de bodem wordt dit alternatief dan ook neutraal beoordeeld (0).

Bij de alternatieven KCV1 en OVb1 wordt de grond geroerd; de huidige teensloot wordt gedempt en er wordt een nieuwe teensloot gegraven. Tevens zal er sprake zijn van verdere zettingen in de ondergrond. Door deze grondroering en de zettingen scoren deze alternatieven negatief (-).

Alternatief LCV1 doet de grootste ingrepen in de bodem. In dit alternatief wordt veen afgegraven of weggedrukt en vervangen door zand, de teensloot wordt verplaatst en de huidige dijk wordt afgegraven. Dit alternatief scoort daarom op het criterium bodem zeer negatief (--).

Aardkundige waarden

Geheel Marken is een aardkundig waardevol gebied. De aardkundige betekenis heeft te maken met de ontstaansgeschiedenis van het eiland. Deze waarde wordt niet beïnvloedt door de ligging of de verlegging van de dijken. Het verwijderen van het veen in LCV1 heeft wel een negatieve invloed op de aardkundige waarde van het gebied, maar LCV1 is al -- beoordeeld. Het effect op de aardkundige waarde werkt derhalve niet door in de beoordeling op het aspect bodem.

Zettingen

Zettingen treden op als extra grond op een dijk-op-veen profiel wordt aangebracht. De veenbodem en de daaronder liggende slappe kleilaag kunnen extra zetten door grondaanvullingen op het dijkprofiel. Dit is het geval bij KCV1 en OVB1. Bij deze alternatieven wordt op de kruin en het buiten en / of binnentalud extra grond aangebracht. Dit zal leiden tot extra zettingen tijdens en na de aanlegfase. Bij OVB1 is de benodigde kruinhoogte en daarmee de extra aan te brengen grond groter dan bij KCV1. Maar voor beide alternatieven is het effect negatief beoordeeld (-).

Bij LCV1 is een grondverbetering voorzien. De veenlaag wordt afgegraven en vervangen door zand. Hierdoor worden zettingen sterk gereduceerd en blijft nog alleen zetting van de onder liggende slappe kleilaag over. Door de grondverbetering neemt de kans op zettingen ook ten opzichte van de huidige situatie af. LCV1 is daarom positief beoordeeld (+).

Bij KCV1 en OVB1 worden zettingsversnellende maatregelen uitgevoerd in de aanlegfase, waardoor een gelijke ondergrond wordt ontwikkeld. De veenlaag blijft wel aanwezig, waardoor in de loop van de tijd zettingen kunnen blijven optreden. Door de toename van gewicht op het veen ten opzichte van de huidige situatie zijn deze alternatieven negatief beoordeeld. (-)

Bij de westkade is de benodigde ophoging beperkte waardoor de zettingen ook beperkt zijn. Daarom krijgt dit alternatief een score neutraal.

7.6.2 Water

Waterstructuur/waterhuishouding

Het alternatief voor de westkade heeft geen invloed op de waterstructuur. De watergang achter de kade blijft onaangetast.

De alternatieven LCV1 en KCV1 voor de zuidkade doen weliswaar soms ingrepen in de waterstructuur, door het verleggen van de teensloot van de dijk, maar behouden de waterstructuur. Deze alternatieven scoren neutraal (0).

Het alternatief OVB1 voor de zuidkade brengt enkele verbeteringen in de waterstructuur met zich mee, om waterafvoer in het geval van overslag te garanderen. Dit zijn deels mitigerende ingrepen die de huidige waterstructuur ook in de normale situatie verbeteren waardoor dit alternatief positief scoort op het criterium water (+).

Waterkwaliteit

Bij alle alternatieven zal bij ingrepen aan de buitenzijde van de dijk enige vertroebeling van het water kunnen plaatsvinden. Bij de ene ingreep zal dit groter zijn dan bij de andere, maar in alle gevallen is het een tijdelijk effect dat enkel tijdens de uitvoeringsperiode plaatsvindt.

Overslag van Markermeerwater over de dijk kan een negatief effect hebben op de oppervlaktewaterkwaliteit van het Marker binnenwater. Behoudens incidentele situaties is deze overslag zeer beperkt. De effecten op de waterkwaliteit leiden daarom niet tot een aanpassing van de beoordeling zoals aangegeven onder waterstructuur.

7.7 Uitvoerbaarheid

Tabel 7.6: Effectbeoordeling Uitvoerbaarheid

Thema	Criterium	west-kade	zuidkade		
			LCV1	KCV1	OVb1
Uitvoerbaarheid	Technische uitvoerbaarheid (r)	0	-	0	0
	Uitvoeringstijd (r)	0	0	- -	-
	Grondverwerking (a,r)	0	0	-	-
	Overlast (r)	0/-	0/-	- -	-

7.7.1 Technische uitvoerbaarheid

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 plaats vindt.

De mogelijke aanlegmethoden zijn met deskundigen vanuit Rijkswaterstaat, waterschap, marktpartijen en Werkgroep Dijkversterking van de Eilandraad besproken.

Het alternatief LCV1 aan de zuidkade wordt uitgevoerd met een grondverbetering buitenwaarts bij de buitenteen van de bestaande dijk, vanaf de dijk in de richting van het Markermeer. De grondverbetering moet aan de bovenkant goed afgedekt worden met een kleibekleding zodat er geen intredepunt voor piping kan ontstaan. Daar waar in de ondergrond zand wordt aangevuld bestaat een kans op zijdelings wegvloeien van zand in het veen onder de dijk kruin. Dit kan ontstaan als dat het zand in een keer wordt aangebracht. In dat geval is er onvoldoende tijd om een evenwicht op te bouwen tussen het zand en het veenpakket. Door het zand gelijkmatig en van de dijk af gericht aan te brengen is de kans op vermenging van zand met veen onder de dijk kruin veel kleiner. Toetsing bij verschillende experts heeft geleid tot de conclusie dat deze wijze van grondverbetering mogelijk is zonder de stabiliteit van de bestaande kade aan te tasten.

Met het aanbrengen van een extra grondbelasting op een venige of onbelaste ondergrond met slappe klei bestaat het risico dat de veen- en kleilagen onder de dijk zijdelings weg worden geperst. Dit wordt ook wel squeezing genoemd. Bij alle alternatieven kan squeezing optreden. Bij LCV1 is dit effect wellicht groter, in verband met de dikke laag zand die wordt opgebracht op een onbelaste slappe kleilaag. Bij LCV1 kan squeezing naar buiten en naar binnen optreden. Naar binnen toe is de kans op squeezing kleiner en zal de mate waarin squeezing optreedt minder groot zijn omdat de grondspanning onder het bestaande dijklichaam een dempende werking heeft op squeezing. Bij KCV1 en OVb1 wordt een binnenberm aangebracht waardoor squeezing naar binnen toe kan optreden.

Bij alle alternatieven bestaat dus het risico van squeezing. Hoe groot dit risico is moet in de planuitwerkingsfase nader worden bepaald, teneinde effectieve maatregelen te kunnen ontwerpen om een veilige uitvoering te garanderen.

Een maatregel om squeezing tijdens de uitvoering te voorkomen is het plaatsen van een tijdelijke damwand [ref 2] of het aanbrengen van extra grond (gewicht) aan de andere zijde van de dijk. Om de kans te verkleinen dat de bestaande dijk bezwijkt tijdens het aanbrengen van een grondverbetering moet tijdens de uitvoering de standzekerheid van de bestaande dijk intensief gemonitord worden.

Uit overleg met experts op het gebied van de uitvoering is aangegeven dat de versterking ook zonder een tijdelijk damwandscherm mogelijk is. Op basis van hun ervaring verwachten zij dat squeezing naar buiten toe plaats vindt doordat de grondspanning onder het dijklichaam groter zijn dan in het voorland. Ook door het gecontroleerd opbrengen van grond in meerdere lagen en het controleren van de waterspanningen en vervormingen in de dijk kan het risico op squeezing beheerst worden. In de kostenraming zijn de kosten opgenomen van het risico dat er tijdens de uitvoering toch een tijdelijk damwandscherm nodig blijkt te zijn om de bestaande kade stabiel te houden..

Het risico is te beperken door in de aanlegfase nadere maatregelen te nemen ter vergroting van de uitvoeringsstabiliteit. De uitvoeringswijze is niet standaard, en kent relevante risico's. Daarom wordt dit alternatief als negatief beoordeeld (-)

De alternatieven KCV1 en OVB1 aan de zuidkade worden uitgevoerd met zandophogingen. Gezien de beperkte draagkracht van de ondergrond moet de zandophoging in meerdere lagen opgebracht worden. Voordat een volgende ophoogslag kan worden aangebracht moet voldoende rusttijd zijn dat de wateroverspanningen in de ondergrond voldoende kan zijn afgenomen. Dit kost tijd (zie criterium uitvoeringstijd) maar is voor de aannemers meer een standaardwerkwijze dan de aanleg van LCV1. Daarom zijn deze alternatieven neutraal beoordeeld (0) Uitgangspunt is dat de drainagesystemen tijdelijke maatregelen zijn gedurende de aanlegfase,

Langs de westkade is maar een beperkte grondaanvulling nodig. Aan de buitenzijde en op de kruin wordt grond opgebracht. Gezien de beperkte mate waarin grond wordt opgebracht kan dat in een werkslag worden gedaan. Aan de binnenkant wordt het talud opnieuw geprofileerd. Daarom wordt dit alternatief neutraal beoordeeld (0).

7.7.2 *Uitvoeringstijd*

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

Het alternatief LCV1 aan de zuidkade wordt als een treintje uitgevoerd. De veenlaag wordt weggegraven of weggebaggerd en de vrijkomende ruimte wordt aangevuld met zand. Er wordt telkens over een kleine afstand gewerkt die redelijkerwijs binnen 48 uur te verwerken is. Op deze wijze wordt de gehele zuidkade afgewerkt en is zettingstijd tijdens de uitvoering nog maar beperkt. Het ontgraven van het veen en het aanbrengen van het grondlichaam kan binnen een jaar tijd worden gerealiseerd, mits er geen beperkingen vanuit de Nbw-vergunning worden opgelegd. Anders is twee jaar meer realistisch. Omdat de bestaande kade gedurende de realisatie intact blijft kan gedurende het gesloten seizoen gewoon doorgewerkt worden. De verdere afwerking van de nieuwe kade kan in het daaropvolgende jaar plaats vinden. De totale uitvoeringsduur zal twee tot drie jaar in beslag nemen. Dit alternatief kent voor de alternatieven voor de zuidkade de kortste uitvoeringstijd en wordt derhalve als neutraal beoordeeld (0).

Voor het alternatief KCV1 en OVB1 aan de zuidkade wordt de grondophoging in meerdere slagen uitgevoerd. Zonder zettingsversnellende maatregelen bedraagt de uitvoeringsduur vanwege de wateroverspanningen enkele jaren. Met zettingsversnellende maatregelen kan de uitvoeringsduur teruggebracht worden. Vervolgens kan de kade verder afgewerkt en ingericht worden. De totale uitvoering zal, afhankelijk van de uitvoeringsmethode tussen de drie en vijf jaar bedragen. Vanwege de zettingen die na aanleg nog kunnen optreden (vooral bij de binnenberm) zal tussen-tijds (tussen oplevering en de volgende versterking) het talud nog een keer geheel-profileerd moeten worden²⁴.

Daarom worden deze alternatieven negatiever beoordeeld dan LCV1. OVB1 is als negatief (-) beoordeeld (inclusief zettingsversnellende maatregelen zoals verticale drainage, al dan niet gecombineerd met overhoogte); KCV1 als zeer negatief (- -) vanwege de extra cycli met weer een lange uitvoeringstijd die in dit alternatief noodzakelijk zijn.

Bij de westkade zijn de aanvullingen beperkt waardoor de zettingstijd tijdens de uitvoering ook beperkt zullen zijn. Dit alternatief wordt derhalve als neutraal beoordeeld (0).

Alle alternatieven zijn maakbaar binnen de in de planning opgenomen uitvoeringsperiode 2018-2022.

7.7.3 *Grondverwerving*

Voor de westkade en voor de zuidkade in het alternatief LCV1 is geen grondverwerving noodzakelijk. Deze zijn hierom als neutraal beoordeeld (0). In de alternatieven KCV1 en OVB1 is wel grondverwerving van particulieren en andere overheden benodigd. Deze alternatieven zijn derhalve negatief (-) beoordeeld.

In KCV1 is mogelijk in een volgende cyclus opnieuw grondverwerving noodzakelijk. Omdat er mogelijkheden zijn om dit te voorkomen is dit niet aanvullend in de effect-beoordeling meegenomen.

7.7.4 *Overlast*

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, geluidhinder en (in droge perioden) mogelijk stofhinder. Voor LCV1 is dit per dijkvak een beperkte tijd; voor de andere alternatieven is de beperking op het gebruik van het bestaande wandel-/fietspad langduriger.

De uitvoering zal voor alle alternatieven vooral vanaf het water plaatsvinden. Vanaf de binnenkant is de dijk moeilijk bereikbaar. Concrete routes worden in een later stadium door de aannemer bepaald, waarbij Rijkswaterstaat randvoorwaarden meeg geeft om de overlast te beperken. De werkzaamheden leiden er niet toe dat woningen niet bereikbaar zijn. Uitvoering vanaf het water leidt tot beperking van de overlast.

Vanwege de uitvoeringsmethode is de uitvoeringsduur van LCV1 aan de zuidkade beduidend korter dan voor de alternatieven KCV1 en OVB1. Daarom is uitvoeringsduur bepalend in de beoordeling van de effecten op overlast. Het alternatief LCV1

²⁴ Dit is voor KCV1 en OVB1 meegenomen in de kostenraming.

wordt als beperkt negatief beoordeeld (0/-). Het alternatief KCV1 leidt tot de meeste overlast omdat er vaker een versterkingscyclus nodig is en is daarom als zeer negatief beoordeeld (--). OVB1 zit daar tussen in (-).

7.8 Beheer en onderhoud

Tabel 7.7: Effectbeoordeling Beheer en Onderhoud

Thema	Criterium	west-kade	zuidkade		
			LCV1	KCV1	OVB1
Beheer en onderhoud	Uitvoering beheer en onderhoud (a,r)	0	+	0/+	0/+
	Overlast (r)	0	0/+	0	-

7.8.1 *Uitvoering beheer en onderhoud*

Het onderhoud van de westkade zal in de toekomst vergelijkbaar met nu kunnen plaatsvinden; er is een smalle onderhoudstrook aan de binnenzijde beschikbaar. Vanwege de beperkte draagkracht wordt de onderhoudbaarheid ten opzichte van de huidige situatie niet echt verbeterd, maar hij neemt ook niet af. Het effect is neutraal beoordeeld (0).

Voor de zuidkade is LCV1 positief beoordeeld voor beheer en onderhoud. Door de grotere draagkracht van de kade kan hier met groter materieel worden gewerkt zonder dat dit tot schade aan de opbouw van de kade leidt. Beheer en onderhoud wordt dus makkelijker uit te voeren dan in de huidige situatie (+).

Voor KCV1 en OVB1 geldt dit minder; er is sprake van een verbetering van de huidige situatie vanwege de toevoeging van een onderhoudstrook. En door de wijze van aanleg zal de kade minder kwetsbaar zijn dan in de huidige situatie. In deze alternatieven leidt dit tot een beperkt positieve beoordeling.

7.8.2 *Overlast*

Onderhoudswerkzaamheden leiden tot overlast vanwege geluidhinder, mogelijk stofhinder en tijdelijke beperkingen in het gebruik van de kade als wandel- of fietspad. Voor alle alternatieven is dat vergelijkbaar met de hinder die onderhoud in de huidige situatie oplevert. Derhalve is de basis voor de beoordeling neutraal (0). Daaromheen is een relatieve vergelijking gemaakt. Voor LCV1 leidt het gegeven dat het onderhoud eenvoudiger kan worden uitgevoerd (zie voorgaand criterium) tot de minste overlast. Dit alternatief is beperkt positief beoordeeld (0/+).

OVB1 is negatief beoordeeld omdat vanwege de zwaardere eisen aan de grasmat van het binnentalud in dit alternatief vaker maaiwerkzaamheden worden uitgevoerd. (-) KCV1 zit hiertussen in (0).

7.9 LCC Kostenraming

Tabel 7.8: Effectbeoordeling LCC Kostenraming

Thema	Criterium	westkade	zuidkade		
			LCV1	KCV1	OVb1
LCC Kostenraming	Investeringskosten (a, r)	0	-	0	0/-
	LCC kosten (100 jr) (a, r) (netto contant)	0	-	0	0
	Financierbaarheid (r)	+	0	+	+

Toelichting kostensystematiek

Het Hoogwaterbeschermingsprogramma streeft onder meer naar doelmatigheid. Hiervoor is het niet alleen nodig om te kiezen voor kosteneffectieve maatregelen, maar ook voor maatregelen die op kosteneffectieve wijze gerealiseerd kunnen worden. In de afweging van maatregelen spelen dus, naast kosteneffectiviteit, meerdere afwegingscriteria een rol, zoals onder meer urgentie, draagvlak en inpassing in de omgeving.

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 (in principe 100 jaar) teruggebracht tot een netto contante waarde in het nu. Het alternatief met de laagste netto contante waarde is, vanuit het kosten-baten perspectief, de meest doelmatige oplossing. LCC vormt daarmee één van meerdere elementen in de onderbouwing voor het uiteindelijke voorkeursalternatief.

Zoals hierboven beschreven wordt LCC in het HWBP toegepast om het uiteindelijke voorkeursalternatief te onderbouwen. De eigenschappen van het plangebied bepalen doorgaans in grote mate het scala aan kansrijke alternatieven waarvan een financiële afweging gemaakt moet worden. LCC vormt dus een onderdeel van een (integraal) gebiedsgericht planvormingsproces en zal daarom niet in elk project een doorslaggevende factor zijn. Aangezien de beheer- en onderhoudskosten voor dijken laag zijn in verhouding tot de aanlegkosten, zullen de beheer- en onderhoudskosten van anders gedimensioneerde dijken in veel gevallen niet tot andere afwegingen leiden. Dit geldt in mindere mate ook voor natte kunstwerken. In dit kader heeft LCC daarom met name toegevoegde waarde als er wezenlijke verschillen tussen de verschillende oplossingsrichtingen zijn. Bovendien kan het gebruikt worden om de kosteneffectiviteit van maatregelen met verschillende geplande levensduur of gefaseerde aanleg van een bepaalde maatregel te beoordelen (bijv. gefaseerde aanleg van een dijk op slappe grond).

In de verkenningsfase wordt gezocht naar oplossingen met de laagste kosten, berekend over de gehele levensduur. In de afweging tussen alternatieve maatregelen kan het voorkomen dat een bepaalde maatregel over een levensduur van bijvoorbeeld 100 jaar goedkoper uitvalt, terwijl de kosten voor beheer en onderhoud hoger zijn dan voor bijvoorbeeld een traditionele integrale dijkversterking. Vanuit het perspectief van doelmatigheid is het logisch dat deze maatregel de voorkeur verdient.

De realisatie van dijkveiligheid bestaat uit een tweetal niveaus: investering in een hoogwaterbeschermingsmaatregel aan de hand van een SSK raming en uitvoering van beheer en onderhoud.

In een SSK raming wordt de investering van een dijkverbetering op basis van hoeveelheden x eenheidsprijzen berekend. In een SSK raming worden onzekerheden in hoeveelheden en eenheidsprijzen en onzekerheden door projectrisico's meegenomen. Dit wordt bereikt door de raming met deze onzekerheden probabilistisch door te rekenen. De uitkomst van een SSK raming geeft met een bepaalde verwachting (nauwkeurigheid) een investeringsbedrag weer.

Levensduurkosten (LCC) zijn de kosten die na oplevering van de dijkversterking (de investering) gemaakt moeten worden om het object bruikbaar te houden. Hierbij kan gedacht worden aan beheer- en onderhoudskosten, energiekosten, facilitaire kosten en eventueel kosten voor het renoveren of nieuwbouw. Binnen deze verkenning bepaalt de planperiode van een alternatief het aantal cycli dijkversterking dat in de LCC-raming is opgenomen.

Door het in de tijd uitzetten van investeringen en beheer- en onderhoudskosten en deze terug te rekenen naar een contante waarde in het beginjaar kunnen verschillende maatregelen met elk hun eigen levensduur met LCC financieel vergelijkbaar gemaakt worden.

7.9.1

Investerings- en LCC kosten

Voor de westkade bestaat maar één alternatief. Derhalve zijn de kosten neutraal beoordeeld (0).

In onderstaande tabel zijn de kostenverhoudingen voor de alternatieven van de zuidkade ten opzichte van elkaar weergegeven. De kosten van KCV1 zijn daarbij op 1 gesteld, waardoor de kosten van de andere alternatieven ten opzichte van de kosten van KCV1 zijn aangegeven.

Tabel 7.9: Kostenverhouding tussen de alternatieven zuidkade

kostenverhouding tussen alternatieven zuidkade , relatieve kosten ten opzichte van het alternatief met de laagste kosten			
	LCV1	KCV1	OVB1
investeringskosten	1,9	1	1,4
Levensduurkosten (100 jaar) (netto contant)	1,0	2,3	1
Projectkosten (investeringskosten + levensduurkosten) (netto contant)	1,5	1	1,1

In investeringskosten is LCV1 bijna 2x zo duur als het goedkoopste alternatief KCV1. LCV1 is daarom negatief beoordeeld (-). OVB1 is 40% duurder dan KCV1 en daarmee als beperkt negatief beoordeeld (0/-). In de levensduurkosten is KCV1 juist het minst gunstig (-), vanwege de extra versterkingscycli die in dit alternatief nodig zijn. OVB1 is hiervoor slechts beperkt gunstiger (<5%) dan LCV1 (beide 0). In de samengestelde projectkosten (alle kosten, netto contant over 100 jaar) is KCV1 het meest gunstig (0). OVB1 is circa 10% duurder (0) en LCV1 is circa 50% duurder (-).

7.9.2

Financierbaarheid

De oplossing langs de westkade is eenduidig en daarmee is de verwachting van financierbaarheid positief (+). Dezelfde verwachting geldt voor de zuidkade-alternatieven KCV1 (goedkoopste op basis van investeringskosten) en OVB1 (goedkoopste op basis van levensduurkosten na de investering). De financierbaarheid van LCV1 wordt neutraal ingeschat (0).

7.10

Draagvlak

Tabel 7.10: Effectbeoordeling Draagvlak

Thema	west-kade	zuidkade		
		LCV1	KCV1	OVB1
Draagvlak (r)	+	+	-	0

Analyse van het draagvlak

Het draagvlak voor de alternatieven is getoetst op basis van de kennis die gedurende de uitvoering van 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. Daarna is dit vertaald naar een samenvattende beoordeling op het thema draagvlak.

Bewoners van Marken

Bewoners van Marken geven in het algemeen aan dat een veilige dijk het primaire belang dient. Alle alternatieven voldoen hieraan (zie ook paragraaf 7.2) maar alternatief LCV1 is hierop meer positief beoordeeld en dat komt terug in de mening over de alternatieven.

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 alternatief LCV1 wordt het eiland Marken voor het eerst weer groter. Dit beeld draagt sterk bij aan het draagvlak voor dit alternatief.

Dit geeft ook aan dat het draagvlak voor de alternatieven KCV1 en OVB1 te versterken is als wordt vastgelegd dat ook deze als een buitenwaartse dijkversterking worden uitgevoerd. Voor deze twee alternatieven heeft (in de vorm zoals ze nu zijn uitgewerkt) het feit dat de watergang onder dijk naar binnen schuift en er grondaan-koop bij agrariërs nodig is een negatieve uitwerking op het draagvlak.

Een specifiek element bij het draagvlak voor KCV1 is een geconstateerd gebrek aan vertrouwen bij bewoners van Marken dat de volgende cyclus inderdaad tijdig wordt opgestart en er niet opnieuw een situatie zoals momenteel ontstaat waarin de kade over een grotere lengte niet voldoet aan de normen. Dit draagt bij aan een negatief sentiment ten opzichte van dit alternatief.

Een specifiek element bij het draagvlak voor OVB1 zit in de waardering van het hogere overslagdebiet dat in dit alternatief is toegestaan. Dit hogere debiet leidt tot zorg bij bewoners over de afwikkeling van het resulterende waterbezwaar, en daarmee tot een afname van het draagvlak. In het alternatief zijn echter waterhuishoudkundige maatregelen opgenomen welke aan deze zorg tegemoet komen. Met deze maatregelen wordt ook de situatie bij extreme regenval beter beheersbaar, waarmee tegemoet wordt gekomen aan wensen die er op het eiland leven ten aanzien van verbeteringen in de waterhuishouding (advies Eilandraad na MIRT-onderzoek). Dit werkt positief door op het draagvlak voor dit alternatief.

Specifieke bewonersgroepen

- **Bewoners Rozewerf**

De bewoners Rozewerf is een relevante specifieke groep aangezien de werf deel uitmaakt van de bestaande waterkering en de woningen tot vlak bij het water staan. De bewoners uiten zorg over de stabiliteit van de werf/van de woningen in de periode van uitvoering. Daarnaast is er een belang vanuit privacy en (sociale) veiligheid: de wandel-/fietsroute loopt vlak langs de huizen. Een alternatief waarin deze afstand groter wordt kan daarom op meer draagvlak bij deze groep rekenen.

Zowel bij dijkversterking naar buiten als bij dijkversterking naar binnen is een ontwerp uitgewerkt waarin de wandel-/fietsroute onderlangs de kruin van de dijk en op grotere afstand van de woningen wordt geleid. Dit model kan op draagvlak bij de meeste bewoners rekenen. Gevraagd is om een variant waarbij een naar buiten toe versterkte dijk (zoals in LCV1) ook voor de Rozewerf langs wordt doorgetrokken. Deze variant is niet nader uitgewerkt omdat deze om een aantal redenen moet worden gezien als voor deze specifieke locatie niet kiesbaar. De redenen daarvoor zijn: - een dergelijke oplossing (een dijk voor de bestaande dijk/rand van de werf) is veel te groot voor het geringe hoogtete probleem bij de Rozewerf; een dergelijke maatregel is daarom niet kosteneffectief in relatie tot de beperkte veiligheidsopgave;

- de relatie van de woningen op de Rozewerf met het water van het Markermeer is een kernpunt van de ruimtelijke kwaliteit in dit deel van Marken. Dit zou worden verstoord door een dijk voorlangs; (zie ook de toelichting op het ontwerp in paragraaf 5.4.5)
- er is een goede andere en veilige oplossing beschikbaar, zie hiervoor ook de uitgangspunten in paragraaf 5.4.5..

- Bewoners ten noorden en ten zuiden van de haven

In het project is het gelukt om de alternatieven voor de westkade in te passen in (vrijwel) het bestaande profiel. Er is slechts een zeer beperkte buitenwaartse uitbreiding en ophoging noodzakelijk. Derhalve worden de belangen van de omwonenden ten noorden en zuiden van de haven niet geschaad. Er is derhalve geen verschil in draagvlak voor deze bewonersgroep.

- Bewoners werkgroep dijkversterking Eilandraad

De werkgroep dijkversterking maakt zich hard voor een robuuste en toekomstvaste oplossing. De bewoners binnen de werkgroep hebben jarenlang intensief bijgedragen aan de ontwikkeling van het alternatief LCV1. Daarmee is hun belang niet anders dan dat van de bewoners van Marken in het algemeen, maar in de beleving en daarmee in het draagvlak werkt de voorkeur voor LCV1 en een buitenwaartse versterking bij deze groep sterker door dan bij de bewoners in algemene zin. Hetzelfde geldt voor het negatieve draagvlak ten aanzien van KCV1.

De werkgroep heeft tevens geadviseerd over aanvullende waterhuishoudkundige maatregelen. De opname hiervan in het alternatief OVB1 draagt bij aan het draagvlak voor dit alternatief.

- Grondeigenaren

Voor eigenaren van agrarisch gebied ligt het belang in het zo ongestoord mogelijk kunnen voortzetten van hun agrarische bedrijfsvoering. Vanuit dat belang is het draagvlak positief voor een alternatief dat het agrarisch areaal vergroot (LCV1) en negatief voor alternatieven die het areaal verkleinen (KCV1 en OVB1). Net als voor de algemene groep van bewoners kan dit verschil tussen de alternatieven wegvallen als ook KCV1 en OVB1 buitenwaarts worden gerealiseerd.

Agrariërs hebben ook een belang bij een goede ontwatering van hun percelen. De waterhuishoudkundige maatregelen in OVB1 dragen voor deze groep dus positief bij aan draagvlak.

Recreanten

Het belang voor recreanten zit in het kunnen blijven wandelen of fietsen van de rondgang over de omringkade. De alternatieven zijn hierin niet onderscheidend, behoudens in de aanlegfase. Draagvlak wordt vooral bepaald door de eindsituatie. Er is derhalve geen verschil in draagvlak voor recreanten.

Klankbordgroep

De Klankbordgroep bestaat uit vertegenwoordigers van diverse belangenorganisaties op het gebied van natuur en milieu, landschap, erfgoed en toerisme. De samenstelling is weergegeven in bijlage 4. Daarmee is er niet een direct draagvlak voor één van de alternatieven; het gaat bij de klankbordgroep vooral om de wijze waarop de alternatieven kunnen worden uitgevoerd en hoe in die uitvoering rekening wordt gehouden met de specifieke belangen waarvoor de betreffende organisatie staat. In alle alternatieven is daar op een goede manier invulling aan te geven.

Andere overheden

Binnen het project wordt door Rijkswaterstaat intensief samengewerkt met Hoogheemraadschap Noorderkwartier, de provincie Noord-Holland, de gemeente Waterland en de Veiligheidsregio Zaanstreek-Waterland. Voor alle overheden is een veilige en beheerbare dijk, het kunnen voldoen aan randvoorwaarden vanuit ruimtelijke kwaliteit en het (kunnen) bijdragen aan meekoppelkansen en nadere stappen binnen het concept van meerlaagse veiligheid van belang. De mate waarin dit wordt afgewogen vormt onderdeel van het bestuurlijk proces wat volgt op het opstellen van deze MIRT Verkenning. Het is prematuur om hier in deze fase concrete uitspraken over te doen.

Samenvattende beoordeling van het draagvlak

Er is sprake van een positief draagvlak voor de versterking van de westkade. Deze kade is te versterken zonder relevante externe effecten.

Bij de zuidkade is er een gedeeld positief draagvlak voor het buitenwaarts versterken (LCV1), waarmee de spiraal van een steeds kleiner wordend Marken wordt doorbroken. Versterken naar binnen (KCV1, OVB1) leidt tot een negatief draagvlak.

Vanuit het veiligheidsbelang is er een positief draagvlak voor alternatief LCV1 en een neutraal draagvlak voor KCV1 en OVB1. En vanuit de waterhuishouding is er een positieve bijdrage aan het draagvlak voor OVB1.

Resultierend is er het meeste draagvlak voor LCV1 (+) en het minste voor KCV1 (-). Het draagvlak voor OVB1 ligt hier tussenin en is als neutraal (0) beoordeeld.

De analyse laat ook zien op welke wijze het draagvlak voor KCV1 te verbeteren is:

- Besluiten tot een buitenwaartse variant;
- Toevoegen van waterhuishoudkundige maatregelen om effecten van overslag te beperken;
- Versterken van de communicatie inzake de borging van de waterveiligheid binnen de nieuwe systematiek van Waterwet en HWBP.

7.11 Maatschappelijke meerwaarde

Tabel 7.11 Effectbeoordeling Maatschappelijke Meerwaarde

Thema	Criterium	west-kade	zuidkade		
			LCV1	KCV1	Overslag
Maatschappelijke Meerwaarde	Ruimte voor meekoppelkansen (r)	+	+	+	+
	Ruimte voor MLV-maatregelen laag 2 en 3 (r)	0	0	0	0

7.11.1 Ruimte voor meekoppelkansen

In hoofdstuk 6 is een aantal pakketten met meekoppelkansen gepresenteerd welke in combinatie met het project dan wel afzonderlijk kunnen worden uitgewerkt. Geanalyseerd is of de alternatieven onderscheidend zijn voor de mogelijkheden om deze pakketten van meekoppelkansen te realiseren.

De conclusie is dat er een beperkt onderscheid is tussen de alternatieven op dit punt. In alle alternatieven leidt het gegeven dat het project wordt uitgevoerd tot kansen om mee te optimaliseren op het gebied van recreatie en natuur. Omdat deze kansen zonder project kleiner of niet aanwezig zijn is sprake van een positief effect.

In alternatief OVB1 is de meerwaarde van aanvullende meekoppelkansen op het gebied van de waterhuishouding kleiner dan voor de andere alternatieven, omdat er in dit alternatief al aanvullende waterhuishoudkundige maatregelen zijn opgenomen. Maar dit leidt niet tot een andere beoordeling omdat er bij een keuze voor OVB1 ook geen zinvolle daarop aanvullende watermaatregelen zijn.

7.11.2 Ruimte voor MLV-maatregelen laag 2 en 3

In hoofdstuk 1 en 2 is kort ingegaan op het concept meerlaagse veiligheid en de positie van deze Verkenning binnen de pilot MLV-Marken. De alternatieven binnen deze Verkenning vormen de uitwerking van laag 1.

Nagegaan is of deze alternatieven een meerwaarde bieden voor maatregelen in laag 2 (waterbewust en zelfredzaam bouwen op Marken) en laag 3 (crisisbeheersing).

De versterking van de westkade biedt geen meerwaarde voor laag 2 of laag 3.

Het alternatief LCV1 biedt (bij een overstroming vanuit het westen of het noordoosten) voor de zuidkade een verbetering van de evacuatiemogelijkheden (meer robuuste dijk dan in LCV1/OVB1) vanaf de Rozewerf en, in mindere mate, de Moeniswerf en de Grote Werf.

Het alternatief OVB1 biedt meerwaarde voor laag 2 (betere waterhuishouding leidt tot minder wateroverlast) en voor laag 3 (opstelplaatsen voor noodpompen). Het alternatief KCV1 biedt geen specifieke meerwaarde.

De meerwaarde van de dijkversterking voor het mee koppelen van laag 2 en 3 maatregelen is zeer beperkt. Andersom komen er vanuit de dijkversterking ook geen beperkingen naar voren voor mogelijk te nemen maatregelen in laag 2 en 3. Het criterium is daarom voor alle alternatieven als neutraal beoordeeld.

7.12 Effecten van meekoppelkansen

De meekoppelkansen zijn op een meer globale manier en per pakket beoordeeld. Deze beoordeling heeft geen invloed op de afweging tussen de alternatieven voor de dijkversterking maar kan worden betrokken bij de verdere uitwerking van deze meekoppelkansen.

7.12.1 *Pakket Optimalisatie waterhuishouding*

Het pakket Optimalisatie waterhuishouding leidt primair tot een verbetering van de waterhuishoudkundige situatie op Marken. Dit zal vooral positief worden beleefd na extreme neerslag. De wateroverlast die nu op een aantal plaatsen wordt ervaren kan hiermee worden beperkt. De verbetering van de waterhuishouding gaat ten koste van agrarisch areaal, maar omdat de landbouw anderszins van de betere situatie profiteert is de beoordeling neutraal.

In de uitvoering moet lokaal rekening worden gehouden met aanwezige flora- en fauna. Na realisatie is er geen relevant effect op de natuur.

7.12.2 *Pakket Ontwikkeling Bukdijk*

De effecten van een pakket Ontwikkeling Bukdijk kunnen zeer divers zijn. Activiteiten welke zijn bedoeld om bezoekers te genereren (recreatie, cultuur) leiden tot een nieuwe verkeersstroom op het eiland. Dit kan resulteren in hinder voor bestaande bewoners. Bezoekers op de Bukdijk kunnen ook leiden tot verstoring van rustende of foeragerende vogels.

Elementen die de Bukdijk passeerbaar maken voor water (en mogelijk schepen) moeten getoetst worden op het effect op het water- en natuursysteem van de Gouwzee. Dit zal moeten plaatsvinden in een afzonderlijke passende beoordeling in het kader van de Natuurbeschermingswet. Tevens kunnen effecten optreden op de waterveiligheid van de westkade. Dergelijke effecten moeten bij uitwerking van deze ideeën intensief worden onderzocht en voorkomen.

7.12.3 *Pakket Mooiste wandeling van Holland*

Het pakket Mooiste wandeling van Holland leidt tot meer bezoekers aan Marken en meer wandelaars op de omringkade. De verstoring voor de natuur en voor de bewoners direct op en langs de dijk wordt daarmee beperkt groter. Bij een geleidelijke ontwikkeling leidt dit niet tot ongewenste effecten. Indien specifieke voorzieningen worden geplaatst in of direct aangrenzend aan het Natura2000 gebied is wel een nadere toetsing hierop noodzakelijk.

Lokaal kan de inrichting van een rust- en speelvoorziening ten koste gaan van een klein areaal agrarische grond en weidevogelgebied.

7.12.4 *Pakket Verbinding met het water*

Het pakket Verbinding met het water leidt vooral tot ingrepen ten behoeve van de lokale bevolking. Er wordt geen toename van bezoekers en een daarmee samenhangende toename van verstoring verwacht. De kleine voorzieningen leiden niet tot negatieve effecten op de natuur of de waterkwaliteit.

8 Overzicht beoordeling alternatieven

In dit hoofdstuk zijn de beoordelingen uit hoofdstuk 7 samengenomen en is per thema een korte conclusie geformuleerd. Vervolgens is per alternatief (voor de zuidkade) beschreven wat de sterke en de zwakke punten zijn. Deze bieden aanknopingspunten voor optimalisatie middels andere uitvoeringsvarianten of een herschikking van elementen uit verschillende alternatieven. Deze afgeleide alternatieven of optimalisaties zijn toegelicht en vergeleken met de basisalternatieven en elkaar.

8.1 Overzichtstabel

8.1.1 *Vergelijking op basis van zuidkade*

De beschouwde alternatieven onderscheiden zich door verschillende keuzes ten aanzien van de uitvoering van de zuidkade. Daarom is onderstaand een integrale effectvergelijking voor de alternatieven voor de zuidkade opgenomen. Deze is vervolgens toegelicht. In deze toelichting is in gegaan op de mogelijkheden om door alternatieven te optimaliseren, voorafgaand aan of als onderdeel van de planuitwerkingsfase. Daarbij is aangegeven wat de invloed van deze optimalisaties op de effectbeoordeling kan zijn.

Tabel 8.1 Overzichtstabel beoordelingen alternatieven zuidkade

Thema	Criterium	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
	Landbouw	0	-	-
	Recreatie	0	0	0
Natuur	Natura 2000	-	0/-	0/-
	Natuurnetwerk Nederland (NNN)	0	-	-
	Weidevogelgebied	0	-	-
	Flora- en faunawet (soortenbescherming)	-	-	-
Bodem en water	Bodem	- -	-	-
	Zetting	+	-	-
	Water	0	0	+
Uitvoerbaarheid	Technische uitvoerbaarheid	-	0	0
	Uitvoeringstijd	0	- -	-
	Grondverwerving	0	-	-
	Overlast	0/-	- -	-
Beheer en onderhoud	Uitvoering beheer en onderhoud	+	0/+	0/+
	Overlast	0/+	0	-
LCC Kostenraming	Investeringskosten	-	0	0/-
	LCC-kosten (netto contant)	-	0	0
	Financierbaarheid	0	+	+
Draagvlak		+	-	0
Maatschappelijke meerwaarde	Ruimte voor meekoppelkansen	+	+	+
	Ruimte voor MLV-maatregelen laag 2 en 3	0	0	0

8.1.2 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 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 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 Nbw beoordeeld. KCV1 en OVB1 hebben meer nadelen voor de ecologische hoofdstructuur (NNN) vanwege het ruimtebeslag binnendijks.

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 bodemverbeterende maatregelen nemen de restzettingen substantieel af. OVB1 is relatief positief voor de waterhuishouding, aangezien de aanvullende waterhuishoudkundige maatregelen bijdragen aan het voorkomen van wateroverlast bij extreme neerslag en overslag.

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 bij de bodemverbetering. LCV1 is echter gunstiger dan de andere alternatieven op het gebied van uitvoeringstijd, grondverwerving (risico voor de planning) en overlast tijdens de uitvoering.

Ook binnen het thema **Beheer en onderhoud** is LCV1 positiever beoordeeld dan KCV1 en OVB1. Door de grotere maatvoering en robuustheid 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, alsmede de buitenwaartse uitbreiding waardoor ruimtebeslag op agrarische gronden wordt voorkomen.

Alle alternatieven bieden ruimte voor meekoppelkansen en zijn daarmee positief beoordeeld binnen het thema **Maatschappelijke meerwaarde**.

8.1.3 *Sterke en zwakke punten van de alternatieven*

Het **alternatief LCV1** is vanuit de waterveiligheid het meest positief, maar ook het duurste alternatief. LCV1 is relatief positief op de technische (uitvoeringstijd en hinder, beperking van zettingen, beheerbaarheid) en de ruimtelijke aspecten (landbouw, grondeigendom). Verder is het alternatief relatief positief voor de bestaande natuur op het eiland. De vergunbaarheid van het alternatief binnen de Natuurbeschermingswet is een risico, maar op basis van de uitgevoerde analyses is de onderbouwde verwachting dat het alternatief vergunbaar is.

Wel is ten opzichte van de andere alternatieven een groter pakket aan nader archeologisch onderzoek noodzakelijk, met name in en aan de buitenkant (veenlaag) van de huidige kade.

Vanwege de maatvoering is LCV1 voor de ruimtelijke kwaliteit het minst gunstige alternatief.

Het **alternatief KCV1** is vanuit ruimtelijke kwaliteit (het kleinste profiel) en realisatiekosten (eerste cyclus) het meest positief. Voor de technische aspecten (uitvoeringstijd, beheer) kent het alternatief echter meer knelpunten dan LCV1. Vanwege het kleine profiel kent KCV1 minder risico's voor zettingen dan grotere alternatieven, bij een zelfde uitvoeringsmethode.

KCV1 is in de gekozen uitwerking negatief op ruimtelijke aspecten als landbouw, binnendijkse natuur en grondeigendom. Hier liggen wel mogelijkheden voor optimalisatie door te kiezen voor een buitenwaartse uitvoering (zie volgende paragraaf).

KCV1 heeft een aanvullend voordeel ten aanzien van adaptiviteit. Over 25 jaar is de kennis over de nieuwe normering en de bijbehorende rekenregels veel groter dan nu, waardoor er eerder een volgende cyclus op basis van nieuwe inzichten ontworpen kan worden. Er kan dan ook eerder worden aangesloten bij eventuele nieuwe externe ontwikkelingen, bijvoorbeeld ten aanzien van de waterpeilen op IJsselmeer en Markermeer, en bij nieuwe inzichten ten aanzien van de klimaatontwikkeling en de daarmee samenhangende toename van zware stormen en periodes met hevige neerslag.

Een specifiek nadeel van KCV1 is het gegeven dat door de kortere cyclustijd over een periode van 100 jaar genomen er vaker een periode van een aantal jaren zal zijn waarin effecten van werkzaamheden kunnen optreden. Deze extra cycli zijn in de effectberekeningen meegenomen binnen de criteria LCC-kostenraming, overlast aanlegactiviteiten en draagvlak. Ze zijn daarentegen niet twee keer meegenomen bij de beoordeling van de effecten op de natuur. De reden hiervoor is dat er dan getoetst zou moeten worden op het beleidskader en de aanwezige natuurwaarden in 2050. Inhoudelijk heeft dat geen zin omdat deze niet bekend zijn. In een relatieve vergelijking is het verschil naar voren te brengen door KCV1 voor de effecten op soorten meer negatief te beoordelen dan LCV1 en OVB1. Maar dat kan binnen het beoordelingskader alleen door KCV1 voor soorten met - - te beoordelen. Dat wordt gezien als een te negatieve beoordeling van de optredende effecten, mede gezien het feit dat er vanuit kan worden gegaan dat vanuit ontheffingsvoorwaarden en het werken via ecologische werkprotocollen de daadwerkelijke effecten beperkt zullen zijn. Daarom is KCV1 voor natuur niet extra negatief beoordeeld.

Het **alternatief OVB1** lijkt in de uitwerking en in de beoordeling veel op KCV1. OVB1 is beperkt duurder in aanleg maar biedt voordelen ten aanzien van levenscycluskosten en waterbeheer (niet vanwege de extra overslag maar vanwege de in het

alternatief toegevoegde waterhuishoudkundige maatregelen). Voor ruimtelijke kwaliteit is OVB1 negatiever dan KCV1 maar gunstiger dan LCV1.

OVB1 biedt als voordelen dat het bij een keuze voor een cyclusduur en versterkingsrichting resulteert in een lagere dijk dan LCV1. Dan is OVB1 gunstiger op het gebied van kosten, ruimtelijke effecten en ruimtelijke kwaliteit.

8.2 Mogelijkheden voor optimalisatie van alternatieven of tot herschikking van ontwerpelementen tot meer kansrijke alternatieven

Op basis van de zwakke punten per alternatief is gekeken naar optimalisatiemogelijkheden van de basisalternatieven en naar mogelijkheden om ontwerpelementen anders te combineren dan in de basisalternatieven 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 ook ten opzichte van elkaar zijn beoordeeld.

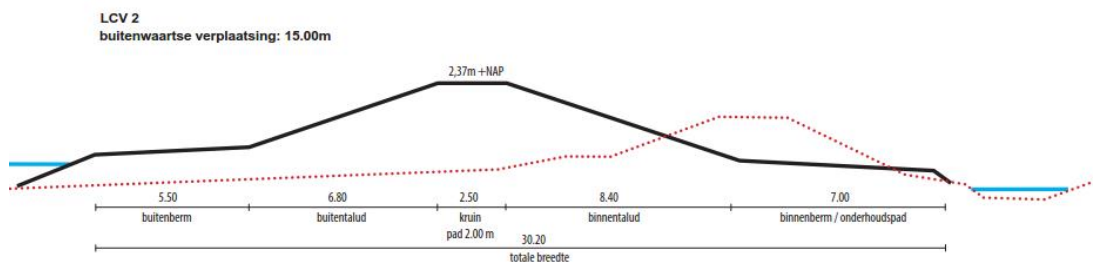
LCV

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:

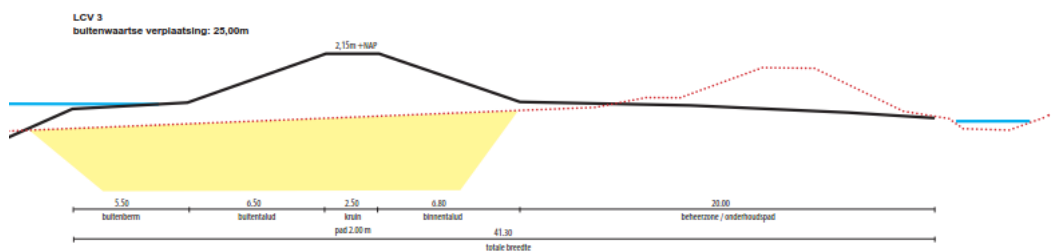
- Uitvoering van LCV zonder grootschalige grondverbetering. Met een buitenwaartse versterking op basis van een laagsgewijze opbouw met zettingsbeperkende maatregelen zoals beschreven voor KCV1 en OVB1 wordt het risico op (verschillen in) zettingen beheerst. Deze optimalisatie is benoemd als LCV2.
- Toestaan van een hogere overslag waardoor een lagere dijk mogelijk is en er derhalve minder materiaal nodig is; deze optimalisatie is benoemd als LCV3.

In beide optimalisaties blijft de teensloot (anders dan in LCV1) op de huidige locatie liggen. Het verplaatsen van de watergang kost meer dan de toevoeging van agrarische grond aan de bestaande percelen oplevert. Het handhaven van de sloot op de huidige locatie leidt tot een bredere onderhoudsstrook tussen de sloot en de kade. Ook deze strook is agrarisch te benutten, bijvoorbeeld met begrazing door schapen. Nadeel van het niet-verplaatsen van de sloot is dat de oplossing dan minder tegemoet komt aan het Kader Ruimtelijke Kwaliteit omdat de teensloot vanaf de kade minder wordt beleefd. Het handhaven van de sloot op de huidige locatie is positief voor de archeologie.

Onderstaand zijn de profielen van LCV2 en LCV3 opgenomen.



Figuur 8.1: Profiel LCV2



Figuur 8.2: Profiel LCV3

In tabel 8.2 zijn LCV1, LCV2 en LCV3 globaal per thema/criterium vergeleken. LCV2 en LCV3 zijn beoordeeld relatief ten opzichte van LCV1, en voor de criteria waar verschillen optreden zijn deze verschillen toegelicht.

Tabel 8.2 Vergelijking LCV1, LCV2 en LCV3

Thema	Criterium	Zuidkade			Toelichting op de verschillen
		LCV 1	LCV 2	LCV 3	
Waterveiligheid	Overstromingskans	++	+	++	LCV2 minder robuust op lange termijn door weglaten grondverbetering
	Borging	+	+	+	
Ruimtelijke kwaliteit	Continuïteit op het schaalniveau van het eiland	-	-	-	LCV3 negatief omdat de relatie vanaf de dijk nemet de teen-sloot afneemt
	Verscheidenheid binnen eenheid	+	+	+	
	Passend bij de maat en schaal van Marken	-	-	-	
	Vorm: principe-profiel	0/+	0/+	-	
Archeologie	Vorm: patina van de tijd	- -	-	-	In LCV2 vorm bestaande kade

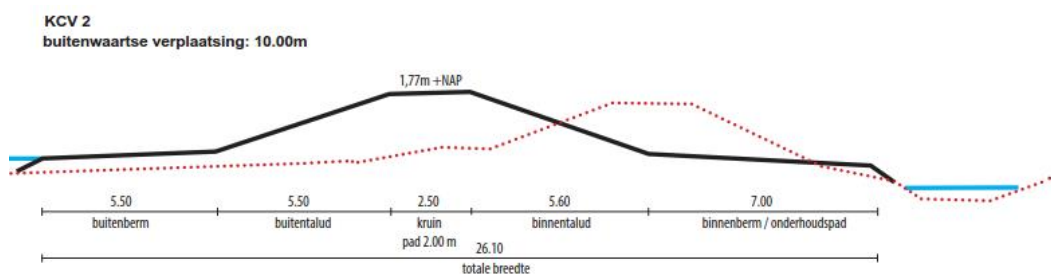
Thema	Criterium	Zuidkade			
		LCV 1	LCV 2	LCV 3	Toelichting op de verschillen
Cultuurhistorie	Behoud van archeologische waarden	- -	-	- -	meer herkenbaar In LCV2 geen bodemverbetering, daardoor minder risico op aantasting archeologische waarden
	Behoud / versterking van cultuurhistorische waarden	-	-	-	
Ruimtegebruik	Wonen en werken	0	0	0	
	Landbouw	0	0	0	
	Recreatie	0	0	0	
Natuur	Natura 2000	-	-	-	
	Natuurnetwerk Nederland (NNN)	0	0	0	
	Weidevogelgebied	0	0	0	
	Flora- en faunawet (soortenbescherming)	-	-	-	
Bodem en water	Bodem	- -	-	- -	In LCV2 minder grondverzet
	Zetting	+	0/-	+	In LCV2 meer risico op restzettingen
	Water	0	0	+	In LCV3 aanvullende waterhuishoudkundige maatregelen
Uitvoerbaarheid	Technische uitvoerbaarheid	-	0	-	Uitvoeringsmethode LCV2 als KCV1/OVB1
	Uitvoeringstijd	0	-	0	Uitvoeringstijd LCV 2 langer
	Grondverwerving	0	0	0	
	Overlast	0/-	-	0/-	LCV2 meer overlast door langere uitvoeringstijd
Beheer en onderhoud	Uitvoering beheer en onderhoud	+	0/+	+	LCV2 minder geschikt voor beheer met groot materieel
	Overlast	0/+	0	0/+	Maaien in LCV2 duurt langer vanwege kleiner materieel

Thema	Criterium	Zuidkade			Toelichting op de verschillen
		LCV 1	LCV 2	LCV 3	
LCC Kostenraming	Investeringskosten	-	0	-	
	LCC-kosten (netto constant)	-	0	-	
	Financierbaarheid	0	+	0	
Draagvlak		+	0/+	+	LCV2 minder positief vanwege risico restzettingen
Maatschappelijke meerwaarde	Ruimte voor meekoppelingen	+	+	+	
	Ruimte voor MLV-maatregelen laag 2 en 3	0	0	0	

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 aanmerkelijk groter wordt.

KCV

De meest onderscheidende negatieve effecten van KCV1 ten opzichte van LCV1 worden veroorzaakt doordat in KCV1 een binnenwaartse dijkversterking is opgenomen. Het ruimtebeslag op het eiland veroorzaakt negatieve effecten voor ruimtegebruik, natuur, grondverwerving en draagvlak. Optimalisatie is derhalve 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 een beetje groter. Dit is positief voor Marken. Er is geen ruimtebeslag op gronden van derden en er is dus geen grondverwerving noodzakelijk. De buitenwaartse uitvoering is aangegeven als KCV2.



Figuur 8.3: KCV2; optimalisatie van basisalternatief KCV op basis van beperking effecten ruimtegebruik en natuur

KCV2 leidt tot een buitenwaartse verplaatsing van circa 10 meter.

In tabel 8.3 is de vergelijking tussen KCV1 en KCV2 opgenomen.

Tabel 8.3 Vergelijking KCV1 en KCV2

Thema	Criterium	zuidkade		
		KCV1	KCV2	Toelichting op de verschillen
Waterveiligheid	Overstromingskans Borging	+	+	
Ruimtelijke kwaliteit	Continuïteit op het schaal-niveau van het eiland	0	0	
	Verscheidenheid binnen eenheid	+	+	
	Passend bij de maat en schaal van Marken	+	+	
Archeologie	Vorm: principe-profiel	0/+	0/+	
	Vorm: patina van de tijd	0	0	
Cultuurhistorie	Behoud van archeologische waarden	-	-	
	Behoud / versterking van cultuurhistorische waarden	0	-	In KCV2 wordt de bestaande dijk vrijwel volledig afgegraven
Ruimtegebruik	Wonen en werken Landbouw	0 -	0 0	Bij KCV2 geen ruimtebeslag op agrarische gronden
	Recreatie	0	0	
Natuur	Natura 2000	0/-	-	KCV2 meer negatief vanwege meer ruimtebeslag
	Natuurnetwerk Nederland (NNN)	-	0	In KCV2 geen ruimtebeslag op NNN-gebied op Marken
	Weidevogelgebied	-	0	In KCV2 minder ruimtebeslag op weidevogelgebied
	Flora- en faunawet (soortenbescherming)	-	-	
Bodem en water	Bodem Zetting	- -	- 0/-	In KCV2 alleen aanvullend risico aan de buitzijde, in KCV aan beide zijden van de huidige dijk
	Water	0	0	
Uitvoerbaarheid	Technische uitvoerbaarheid	0	0	
	Uitvoeringstijd	- -	- -	

Thema	Criterium	zuidkade		
		KCV1	KCV2	Toelichting op de verschillen
	Grondverwerving	-	0	In KCV2 geen grondverwerving noodzakelijk
	Overlast	- -	- -	
Beheer en onderhoud	Uitvoering beheer en onderhoud	0/+	0/+	
	Overlast	0	0	
LCC Kostenraming	Investeringskosten	0	0	Minder; kosten grondverwerving
	LCC-kosten (netto constant)	0	0	
	Financierbaarheid	+	+	
Draagvlak		-	0	KCV2 positiever omdat Marken niet kleiner wordt en er geen grondaankoop nodig is.
Maatschappelijke meerwaarde	Ruimte voor meekoppelingen	+	+	
	Ruimte voor MLV-maatregelen laag 2 en 3	0	0	

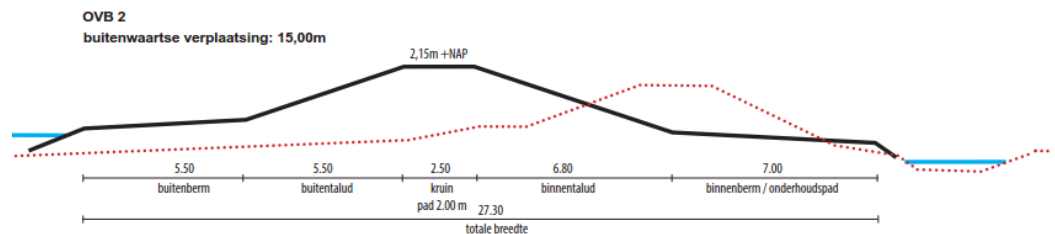
Samenvattend heeft KCV2 op de volgende criteria voordelen ten opzichte van KCV1:

- 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 alleen aan de buitenzijde, in KCV1 aan beide zijden);
- Binnen het thema uitvoerbaarheid voor het criterium grondverwerving (geen aankoop noodzakelijk);
- Draagvlak, vanwege bovenstaande punten.

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

OVB

Voor OVB1 geldt net als voor KCV1 dat er een optimalisatie mogelijk is door over te gaan naar een volledig buitenwaartse versterking. Het profiel wat dan ontstaat lijkt heel erg op dat van LCV2. Het is alleen wat lager (2,15m vs 2,37m) . OVB buitenwaarts is OVB2 genoemd.



Figuur 8.4: OVB2; optimalisatie van basisalternatief OVB op basis van beperking effecten ruimtegebruik en natuur

In tabel 8.4 zijn de effecten van OVB1 en OVB2 vergeleken.

Tabel 8.4 Vergelijking OVB1 en OVB2

Thema	Criterium	zuidkade		
		OVB1	OVB2	Toelichting op de verschillen
Waterveiligheid	Overstromingskans	+	+	
	Borging	+	+	
Ruimtelijke kwaliteit	Continuïteit op het schaalniveau van het eiland	-	-	
	Verscheidenheid binnen eenheid	+	+	
	Passend bij de maat en schaal van Marken	-	-	
Archeologie	Vorm: principe-profiel	0/+	0/+	
	Vorm: patina van de tijd	-	-	
Cultuurhistorie	Behoud van archeologische waarden	-	-	
	Behoud / versterking van cultuurhistorische waarden	0	-	In OVB2 wordt de bestaande dijk vrijwel volledig afgegraven
Ruimtegebruik	Wonen en werken	0	0	
	Landbouw	-	0	Bij OVB2 geen ruimtebeslag op agrarische gronden
	Recreatie	0	0	

Thema	Criterium	zuidkade		
		OVb1	OVb2	Toelichting op de verschillen
Natuur	Natura 2000	0/-	-	OVb2 meer negatief vanwege meer ruimtebeslag
	Natuurnetwerk Nederland (NNN)	-	0	In OVb2 geen ruimtebeslag op NNN-gebied op Marken
	Weidevogelgebied	-	0	IN OVb2 minder ruimtebeslag op weidevogelgebied
	Flora- en faunawet (soortenbescherming)	-	-	
Bodem en water	Bodem Zetting	- -	- 0/-	In OVb2 alleen aanvullend risico aan de buitenzijde, in KCV aan beide zijden van de huidige dijk
	Water	0	0	
Uitvoerbaarheid	Technische uitvoerbaarheid	0	0	In OVb2 geen grondverwinning noodzakelijk
	Uitvoeringstijd	- -	- -	
	Grondverwinning	-	0	
	Overlast	- -	- -	
Beheer en onderhoud	Uitvoering beheer en onderhoud	0/+	0/+	
	Overlast	0	0	
LCC Kostenraming	Investeringskosten	0	0	
	LCC-kosten (netto constant)	0	0	
	Financierbaarheid	+	+	
Draagvlak		-	0	OVb2 positiever omdat Marken niet kleiner wordt en er geen grondaankoop nodig is.
Maatschappelijke meerwaarde	Ruimte voor meekoppelingen	+	+	
	Ruimte voor MLV-maatregelen laag 2 en 3	0	0	

8.3 Samenvattende vergelijking van de afgeleide alternatieven

In de voorgaande paragraaf zijn de alternatieven LCV2, LCV3, KCV2 en OVB2 beschreven en beoordeeld in relatie tot het basisalternatief waarvan deze optimalisaties zijn afgeleid. In onderstaande tabel zijn deze afgeleide alternatieven voor de zuidkade ten opzichte van elkaar vergeleken.

Tabel 8.5 Overzichtstabel beoordelingen afgeleide alternatieven voor de zuidkade

Thema	Criterium	Zuidkade			
		LCV2	LCV3	KCV2	OVB2
Waterveiligheid	Overstromingskans	+	++	+	+
	Borging	+	+	+	+
Ruimtelijke kwaliteit Archeologie Cultuurhistorie	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	-	--	-	-
	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
	Uitvoeringstijd	-	0	--	-
	Grondverwerving	0	0	0	0
	Overlast	-	0/-	--	-
Beheer en onderhoud	Uitvoering beheer en onderhoud	0/+	+	0/+	0/+
	Overlast	0	0/+	0	0

Thema	Criterium	Zuidkade			
		LCV2	LCV3	KCV2	OVB2
LCC Kostenraming	Investeringskosten	0/-	-	0	0/-
	LCC-kosten netto constant	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

Alle afgeleide alternatieven zijn positief beoordeeld op het thema **Waterveiligheid**. Uit de vergelijking blijkt dat LCV3 meerwaarde heeft ten opzichte van LCV2, KCV2 en OVB2 vanwege de meer robuuste uitvoering (wijze van aanleg met grondverbetering).

Bij de beoordeling op het thema **Ruimtelijke Kwaliteit** leidt de grotere maatvoering van LCV2 en LCV3 er toe dat deze negatiever worden beoordeeld dan KCV en OVB. Bij LCV3 wordt dit versterkt door de grote afstand die ontstaat tussen kade en teensloot, waardoor de ruimtelijke relatie tussen kade en sloot wordt verminderd. KCV2 is voor de ruimtelijke kwaliteit het meest gunstige alternatief. Dit hangt samen met de maatvoering, naarmate de ingreep kleiner is, is de beoordeling van de ruimtelijke kwaliteit gunstiger.

Voor **Archeologie** leidt LCV3 in potentie tot grote effecten vanwege de grondverbetering. Ook in de andere alternatieven zijn effecten niet uit te sluiten en is nader veldonderzoek noodzakelijk. LCV3 is het meest negatief beoordeeld.

Voor het aspect **Cultuurhistorie** zijn alle afgeleide alternatieven negatief beoordeeld vanwege het afgraven van de bestaande zuidkade.

Voor het thema **Ruimtegebruik** zijn de afgeleide alternatieven niet onderscheidend omdat ze alle uitgaan van een buitenwaartse uitbreiding.

Ook binnen het thema **Natuur** zijn de afgeleide alternatieven om dezelfde reden niet onderscheidend..

Binnen het thema **Bodem en water** is LCV3 het meest positief op het criterium zettingen en het meest negatief op het criterium bodem. Door de bodemverbeterende maatregelen nemen de restzettingen substantieel af. LCV3 en OVB2 zijn relatief positief voor de waterhuishouding, aangezien de aanvullende waterhuishoudkundige maatregelen bijdragen aan het voorkomen van wateroverlast bij extreme neerslag en overslag.

Binnen het thema **Uitvoerbaarheid** is het beeld wisselend. LCV3 is qua technische uitvoerbaarheid als relatief negatief vanwege de uitvoeringsrisico's bij de bodemverbetering. LCV3 is echter gunstiger dan de andere alternatieven op het gebied van uitvoeringstijd en overlast tijdens de uitvoering. Voor geen van de afgeleide alternatieven is grondverwerving noodzakelijk.

Ook binnen het thema **Beheer en onderhoud** is LCV3 relatief positiever beoordeeld. Door de grotere maatvoering en robuustheid is onderhoud eenvoudiger en met minder overlast voor de omgeving uit te voeren.

Voor het thema **LCC Kostenraming** is LCV3 het duurste alternatief, zowel qua investering als qua totale LCC-kosten (100 jaar). Qua investering is KCV2 het meest gunstig; qua LCC-kosten zijn KCV2 en OVB2 gelijkwaardig.

Het alternatief LCV3 is vanuit het thema **Draagvlak** het meest positief beoordeeld. Bepalende elementen hierin zijn de meerwaarde op de criteria overstromingskans, beperken van zettingen en de aanvullende waterhuishoudkundige maatregelen.

Alle afgeleide alternatieven bieden ruimte voor meekoppelkansen en zijn daarmee positief beoordeeld binnen het thema **Maatschappelijke meerwaarde**. Ze zijn niet onderscheidend hierop.

9 Van Verkenning naar Realisatie

In dit hoofdstuk is kort ingegaan op de stappen na deze verkenning. Het hoofdstuk geeft een beeld van de te doorlopen procedures en de planning van procedures en realisatie. Tot slot wordt ingegaan op de beheersfase.

9.1 Planuitwerkingsfase

De MIRT-Verkenning leidt tot de vaststelling van een Voorkeursalternatief door de minister van Infrastructuur en Milieu. Daarbij zullen een aantal randvoorwaarden worden meegegeven voor de uitwerking van dit alternatief in de volgende fase: de planuitwerkingsfase. In deze fase wordt het alternatief zodanig uitgewerkt dat op basis daarvan een aantal juridische procedures kunnen worden ingezet en doorlopen. Deze zijn hier kort beschreven.

9.1.1 *Projectplan Waterwet*

Voor de aanpassing van de kades dient de beheerder (Rijkswaterstaat) een Projectplan Waterwet vast te stellen. Dit Projectplan moet vervolgens goedgekeurd worden door Gedeputeerde Staten van de Provincie Noord-Holland. In het projectplan wordt het voorkeursalternatief met uitgangspunten voor de wijze van aanleg beschreven en wordt het plan getoetst aan de belangen waar de Waterwet op toeziet: waterveiligheid, waterhuishouding, waterkwaliteit, scheepvaart. Tevens wordt in het Projectplan ingegaan op andere relevante belangen zoals natuur, cultuurhistorie en archeologie.

9.1.2 *Milieueffectrapportage*

Ter ondersteuning van de besluitvorming over het Projectplan, en om te borgen dat het milieubelang een volwaardige rol in de besluitvorming heeft, wordt een milieueffectrapport (MER) opgesteld.

Belangrijk aspect in het MER is de toetsing op de natuureffecten van de dijkversterking. Vanwege de realisatie binnen een Natura2000gebied zal hiervoor ook een passende beoordeling in het kader van de Natuurbeschermingswet worden opgesteld. Deze behoort bij het MER.

9.1.3 *Natuurbeschermingswet*

Op basis van de hiervoor genoemde passende beoordeling zal tevens een vergunning op basis van de Natuurbeschermingswet worden aangevraagd. Op 1 januari 2017 treedt waarschijnlijk de nieuwe Natuurbeschermingswet in werking. Deze wetswijziging heeft geen invloed op de mogelijkheden om een voorkeursalternatief te kiezen en vervolgens uit te werken. Wel leidt de wet mogelijk tot wat andere aandachtspunten voor de wijze van uitwerking en de op te stellen passende beoordeling. Tevens heeft de nieuwe wet invloed op het aantal soorten waarvoor een ontheffing in het kader van de Flora- en faunawet noodzakelijk is.

Op basis van de uitgevoerde analyses is de inschatting dat de uitgewerkte alternatieven, dus ook LCV1 en LCV3, vergunbaar zijn in het kader van de Natuurbeschermingswet.

9.1.4 *Bestemmingsplan*

Voor de versterking van de zuidkade is aanpassing van het bestemmingsplan door de gemeente Waterland, of een omgevingsvergunning voor het afwijken van het vigerende bestemmingsplan, noodzakelijk. Deze keuze is aan de gemeente Waterland. In beide gevallen kan de procedure worden opgenomen in een gecoördineerde

procedure, waarbij het ontwerpbestemmingsplan (of ontwerp-omgevingsvergunning) gelijktijdig met een ontwerp-projectplan, een ontwerp-vergunning Natuurbeschermingswet, een ontwerp-ontheffing Flora- en faunawet en het MER wordt vastgesteld en ter inzage wordt gelegd.

9.1.5

Archeologisch onderzoek

Vestigia heeft in 2010 en 2012 ruimtelijk advies uitgebracht over de destijds uitgevoerde archeologische bureauonderzoeken. [ref 29,30] Zoals in het bureauonderzoek vastgesteld is de verwachting op de aanwezigheid van archeologische sporen in de vorm van cultuur- en ophogingslagen als laag beoordeeld. In het kader van deze Verkenning is dit onderzoek geactualiseerd [ref 31] Gezien het overschrijden van de archeologievrijstelling van de gemeente Waterland is het voorstelbaar dat toch tot verkennende (en eventueel daarop volgende karterende) boringen ter plaatse van de nieuw te graven of te verbreden teensloten wordt besloten (Inventariserend Veldonderzoek, IVO). Voorgesteld wordt boringen om de 50 m te zetten tot in de top van het veen (oudst mogelijke middeleeuwse woonoppervlak). Indien bewoningsporen uit de Middeleeuwen/Nieuwe tijd worden aangetroffen, worden de boringen verdicht om de vindplaats te begrenzen en te waarderen (karterend/waarderend booronderzoek). [ref 31].

Uit dit advies volgen voor acht locaties speciale aanbevelingen (zie figuur 9.1 voor de verwijzing naar de nummers):

- 1. Haven, voorheen Visschers kolk:** Veldinspectie²⁵, eventueel aangevuld met archeologisch inventariserend veldonderzoek d.m.v. verkennende boringen
- 2. Haven en/of sluis:** Veldverkenning²⁶
- 3. Haven en/of sluis en resten Kleine Kloosterwerf:** Veldverkenning en verkennende boringen
- 4. Rozewerf en deels onder de dijk gelegen Jan van Reijnsewerf:** Zo veel mogelijk beperken van ingrepen buiten de huidige bouwvoor. Bij diepere ingrepen en/of zwaardere ophogingen: inventariserend veldonderzoek d.m.v. verkennende en/of karterende boringen
- 5. Haven en/of sluis:** Veldverkenning
- 6. Haven en/of sluis:** Veldverkenning
- 7. Grenst aan AMK verdrongen werven. Kunnen ter hoogte van de huidige dijk liggen:** Zo veel mogelijk beperken van ingrepen buiten de huidige bouwvoor. Bij diepere ingrepen en/of zwaardere ophogingen: inventariserend veldonderzoek d.m.v. verkennende en/of karterende boringen
- 8. Houten loopbrug naar vuurtoren:** Zo veel mogelijk beperken van ingrepen buiten de huidige bouwvoor. Bij diepere ingrepen en/of zwaardere ophogingen: inventariserend veldonderzoek d.m.v. verkennende en/of karterende boringen

Het advies van Vestigia is recent aangevuld op basis van een analyse van de in deze verkenning uitgewerkte alternatieven. [ref 31]

Indien wordt gekozen voor een alternatief met aanvullende waterhuishoudkundige maatregelen zoals opgenomen in OVB1/2 en LCV3 en in de meekoppelkansen (pakket waterhuishouding) is mogelijk nader onderzoek nodig in de randzone van Grote werf (AMK-terrein 10.864). Mogelijk zal de randzone moeten worden uitgeboord in verband met het bepalen van de exacte begrenzing van de werf.

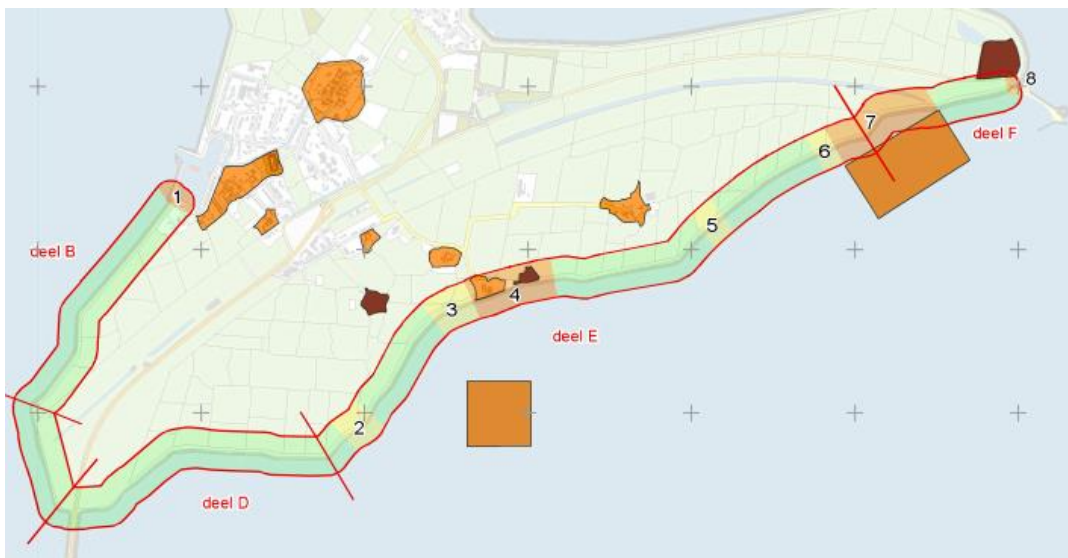
²⁵ Veldinspectie is gericht op het visueel beoordelen van het veld op cultuurhistorie en om te beoordelen of een IVO (Inventariserend Veldonderzoek) en/of boringen op een locatie mogelijk zijn.

²⁶ Veldverkenning is een officiële verkenning onder de KNA (Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie) vaak met boringen

Op basis van het onderzoek wordt voor het gebied langs de zuidkade niet verwacht dat er een verhoogde kans bestaat op het aantreffen van nautische archeologie en vliegtuigwrakken. Het gebied is immers tot midden van de 18e eeuw eiland geweest. Ook ten tijde van de bouw van de huidige dijk zal er nog een (ondiep) voorland zijn geweest. Ook de aanwezig specie- en steenstortingen zullen een positieve vindkans ongunstig beïnvloeden. Indien het bevoegd gezag beslist dat er desondanks opwater onderzoek moet plaatsvinden, zal side scan sonar onderzoek noodzakelijk zijn, eventueel in combinatie met magnetometeronderzoek. Eventueel kan ook nog gedacht worden aan luchtfoto interpretatie.

Op enkele meters onder NAP bevindt zich een klei-/zandlaag (Laagpakket van Wormer) waarvan de top als mogelijk archeologisch niveau kan worden aangemerkt. Het niveau zal worden aangetast als gekozen wordt voor een alternatief met groot-schalige grondverbetering zoals LCV1/LCV3. Het niveau kan archeologisch worden verkend door middel van boringen vanaf het water waarbij kansrijke zones worden onderscheiden (gerijpte oeverafzettingen, al dan niet met archeologische indicatoren). Voorgesteld wordt boringen om de 50 m te zetten. De boringen worden dan doorgezet tot in de top van de Wormer-afzettingen.

Dit onderzoek wordt uitgevoerd als onderdeel van de planuitwerkingsfase. Hiervoor wordt in afstemming met de gemeente Waterland en RCE een PvE/PvA opgesteld.



Figuur 9.1: Uitsnede uit Vestigia rapport V955 met nummering speciale locaties waar nader onderzoek noodzakelijk is

Ook in de fase van realisatie zal nog archeologisch onderzoek en/of archeologische begeleiding noodzakelijk zijn. Dit wordt verder gedefinieerd na het onderzoek in de planuitwerkingsfase.

9.2 Vergunningen

Aanvullend aan de hierboven beschreven hoofdvergunningen zullen de volgende vergunningen dan wel ontheffingen noodzakelijk zijn (niet uitputtend):

- ontheffing Flora- en faunawet voor het verstoren van planten en/of dieren; (alle alternatieven);
- omgevingsvergunning Monumenten voor werkzaamheden nabij (archeologische) rijksmonument en het eventueel verplaatsen van de ijsbrekers (alle alternatieven);
- vergunning Waterwet voor aanpassingen aan het watersysteem op het eiland Marken; (KCV en OVB)
- eventueel: ontgrondingsvergunning voor ontgroning binnendijs (indien aannemer hier grond wil winnen voor dijkversterking)
- eventueel: omgevingsvergunning voor bouw en voor wijziging gebruik (afhankelijk van uitwerking voorkeursalternatief).

9.3 Realisatie

De realisatieperiode is voorzien in de jaren 2018-2023. De contractvoorbereiding vindt plaats in 2017. Het eerste jaar van de realisatieperiode is naar verwachting noodzakelijk voor de aannemer om de plannen uitvoeringsgereed te maken en uitvoeringsvergunningen (zoals verkeersbesluiten voor tijdelijke situaties) te regelen. Daadwerkelijke werkzaamheden zullen naar verwachting plaatsvinden in de jaren 2019-2021. Mogelijk zal de versterking in de haven al wel in 2018 plaats kunnen vinden.

De werkvolgorde (westkade/zuidkade; van oost naar west of van west naar oost) wordt door de aannemer uitgewerkt. De aannemer heeft binnen nadere door Rijkswaterstaat te stellen randvoorwaarden de ruimte om het voorkeursalternatief zoals dat er na de planstudiefase ligt verder te optimaliseren. Het dan vast te stellen Projectplan Waterwet biedt belangrijke kaders. Het project biedt voor marktpartijen uitdagingen voor innovatie met name gericht op de methode van aanleg: op welke wijze is het mogelijk om de uitvoeringsrisico's en de kans op het optreden van zettingen zoveel mogelijk te beperken. In deze verkenning zijn mogelijkheden daartoe onderzocht maar de concrete uitwerking zal door de aannemer gedaan moeten worden.

9.4 Beheer en onderhoud

Momenteel is de kade van Marken in beheer bij Rijkswaterstaat. Rijkswaterstaat zet tot het moment van realisatie het intensievere onderhoudsregime van de laatste jaren voort. Na realisatie van de dijkversterking zal dit waarschijnlijk veranderen. In december 2012 hebben Rijkswaterstaat en de Unie van Waterschappen met de Intentieovereenkomst Areaaloverdracht afspraken gemaakt over de overdracht van beheer van primaire keringen omgeven door buitenwater. Hierbij is de intentie uitgesproken dat de omringkade van Marken onder het beheer van Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier gaat vallen. Rijkswaterstaat WNN en het Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier voeren hierover overleg en hebben de intentie om onder voorwaarden deze overdracht te laten plaatsvinden.

Eén van deze voorwaarden betreft een in goede staat verkerende kering: een kering die goed is te onderhouden en die aan de normen voldoet.

Naar verwachting is het Hoogheemraadschap dus de beheerder na realisatie van de dijkversterking, en daarmee ook verantwoordelijk voor het (laten uitvoeren van het) onderhoud.

De Waterwet schrijft voor dat de beheerder een zorgplicht voor de kering heeft. De zorgplicht houdt in dat de beheerder permanent een goed beeld moet hebben van de staat van de waterkering, en moet handelen als er signalen zijn dat de kering functionaliteit verliest. De manier waarop het Hoogheemraadschap deze zorgplicht in gaat vullen moet nog nader worden vastgesteld. In algemene zin zal dit bestaan uit een combinatie van monitoring en inspecties, en van het in gang zetten van maatregelen als er zaken worden geconstateerd die de duurzaamheid van de dijk ondermijnen. Daarnaast wordt het dagelijks beheer uitgevoerd, wat bestaat uit het maaien van het binnentalud en het onderhoudspad en het vegetatievrij houden van het buitentalud (behoudens ten behoeve van ecologische waarden).

Daarnaast vindt er twaalfjaarlijks een formele beoordeling plaats waarin wordt geanalyseerd of de kade nog voldoet aan de vastgestelde signaleringsnorm (zie ook hoofdstuk 3). Bij overschrijding van de signaleringsnorm treedt de HWBP-systematiek in werking en zal een nieuwe dijkversterking worden voorbereid.

10 Conclusies en aanbevelingen

In hoofdstuk 8 is een onderlinge vergelijking van de alternatieven opgenomen. Op basis daarvan zijn hier een aantal meer algemene conclusies getrokken alsmede een aantal aanbevelingen voor de volgende stappen in het proces.

10.1 Conclusies

In de MIRT-Verkenning Dijkversterking Marken zijn drie integrale alternatieven ontwikkeld om de waterveiligheid op Marken voor de toekomst te verzekeren. In deze alternatieven zijn mogelijke oplossingen voor de west- en de zuidkade uitgewerkt op basis van de nieuwe normering. Voor de noordkade is er momenteel geen versterkingsopgave.

De belangrijkste conclusies vanuit de Verkenning zijn:

1. Alle alternatieven voldoen aan de doelstellingen ten aanzien van waterveiligheid. Voor alle alternatieven is door de combinatie van Waterwet en HWBP-programma geborgd dat een nieuwe versterking zich aandient op het moment dat dit vanuit de waterveiligheid noodzakelijk is.
2. In alle alternatieven is uitvoerig onderzoek gedaan naar uitvoeringsmethoden welke de problematiek van de snelle zettingen, zoals die zich hebben voorgedaan bij de vorige versterking van de noordkade, kunnen ondervangen. Op basis daarvan is er het vertrouwen dat er met de kennis van nu in alle alternatieven een veilige dijk voor de gehele planperiode is te realiseren.
3. Alle alternatieven zijn in vormgeving en inpassing gebaseerd op het vastgestelde Kader Ruimtelijke Kwaliteit, al zijn er verschillen in de mate waarin ze aan alle criteria uit dit kader voldoen. In algemene zin geldt dat een 'klein' alternatief beter voldoet aan dit kader dan een 'groot' (meer ingrijpend) alternatief. Voor alle alternatieven is nader onderzoek naar archeologische waarden in de ondergrond noodzakelijk.
4. Alle alternatieven zijn onder voorwaarden vergunbaar binnen de Waterwet, de Natuurbeschermingswet, de Flora- en faunawet, en het overige wettelijk kader.
5. Alle alternatieven zijn maakbaar en uitvoerbaar. Uitvoering zal leiden tot overlast, zoals het gedurende langere tijd niet toegankelijk zijn van het wandel- en fietspad over de kade. Dit effect is te beperken door niet gelijktijdig op alle dijkvakken aan het werk te zijn. Overlast is verder te beperken door de werkzaamheden vanaf het water uit te voeren.
6. De alternatieven zijn te realiseren voor een investeringsbudget in de range van 16 tot 32 miljoen euro. Op basis van een levenscycluskostenanalyse variëren de LCC-kosten tussen de 24 en 37 miljoen euro.
7. Het draagvlak voor de alternatieven is verschillend. In het algemeen is er draagvlak voor een degelijke oplossing voor de waterveiligheid, welke het eiland niet kleiner maakt en dus buitenwaarts wordt uitgevoerd.

10.2 Aanbevelingen

Op basis van het uitgevoerde onderzoek zijn de volgende aanbevelingen geformuleerd.

1. Geef bij de vaststelling van het voorkeursalternatief concreet aan wat de scope van de uitwerking van de planstudiefase is, en houd deze scope zo beperkt mogelijk. Daardoor kan concreet ingezoomd worden op het te realiseren alternatief.
2. Voor de westkade is er slechts in één alternatief (LCV) een opgave om de kade (beperkt) te verhogen. In de andere alternatieven (KCV en OVB) zou alleen sprake zijn van het aanpassen van de steenbekleding en de vormgeving van de taluds. Omdat in die alternatieven de kans reëel is dat bij een volgende beoordelingsronde een hoogteopgave blijkt te ontstaan, wordt voor de westkade geadviseerd om die nu in één keer mee te nemen. Derhalve is het advies om, ongeacht de keuze voor de zuidkade, voor de westkade uit te gaan van de uitwerking conform LCV.
3. Voor de zuidkade blijkt er een kenmerkend verschil in effecten tussen een binnenwaartse en een buitenwaartse uitbreiding. Het advies is om voor de planuitwerkingsfase uit te gaan van een buitenwaartse uitwerking van het gekozen alternatief, ongeacht de conceptuele keuze voor de planperiode. In hoofdstuk 8 is dit uitgewerkt in de optimalisaties KCV2 en OVB2. Het advies is tevens om bij verbreding van de teensloot dit eveneens buitenwaarts te doen om ruimtebeslag op agrarische grond te voorkomen.
4. Nader onderzoek is nodig naar de aanvaarbare overslag zonder toevoeging van waterhuishoudkundige maatregelen en naar de maximale overslag indien het pakket maatregelen wat in OVB1/2 en LCV3 is opgenomen wordt gerealiseerd. Gebruik deze informatie om het gekozen voorkeursalternatief in de planuitwerkingsfase zo klein mogelijk te maken. Dit beperkt kosten en effecten.
5. De kennis over het nieuwe ontwerpinstrumentarium en de dijken op veen problematiek groeit, onder meer op basis van de kennisontwikkeling in het project Markermeerdijken. Maak daarom in of voorafgaand aan de planuitwerking een update van de uitgangspunten in het Technisch Ontwerpkader. Hiertoe is aanvullend geotechnisch onderzoek wenselijk. De berekeningen kunnen sinds kort worden gemaakt met een nieuwe, verbeterde methode die onderdeel uitmaakt van de nieuwe reken-systematiek; er wordt overgestapt van 'gedraineerd' naar 'ongedraineerd rekenen'. Hiermee wordt het werkelijk gedrag van veen en klei beter benaderd. Over het algemeen lijkt veen sterker te zijn dan we tot dusver aannamen, echter kleilagen zijn veelal wat minder sterk dan gedacht. In het buitenland wordt deze rekenmethode al langer toegepast. Aanbevolen wordt om in de planuitwerkingsfase de methodiek van ongedraineerd rekenen toe te passen.

De berekeningen van de noodzakelijke dijkhoogtes en -breedtes zijn uitgevoerd voor het einde van de planperiode. Aanbevolen wordt om in de planfase eveneens te controleren of de stabiliteit voldoet aan de vereiste eindstabiliteit bij oplevering van het ontwerp.

Aan de binnenzijde wordt conform het OI2014 uitgegaan van een grasbekleding op een kleilaag erosieklasse 1 van 0,4 m bij een overslagdebiet van 10 l/m/s. Aanbevolen wordt om dit in de planfase nader uit te werken. Aanbevolen wordt om hiervoor aanvullend grond- en laboratoriumonderzoek uit te laten voeren om de zettingsparameters nauwkeuriger te kunnen bepalen.

6. Aanbevolen wordt om in de planuitwerkingsfase specifiek onderzoek te doen naar de mogelijke effecten van de dijkversterking bij de Rozewerf (vanaf het gemaal tot en met De Heuvel) op de stabiliteit van de werf en de woningen. Indien de teensloot wordt verbreed is ook een nadere uitwerking nodig van de uitwerking hiervan (geotechnisch en landschappelijke inpassing) op de eilandkant van de werf. Elementen in dit onderzoek zijn:

- meer differentiatie tussen de verschillende onderdelen, waarbij specifiek voor de Rozewerf ook kan worden gekozen voor groot onderhoud (zonder versterking)
- bij een keuze voor buitenwaarts versterken een variant van de nieuwe dijk voorlans uitwerken, waarbij effecten op de werf goed worden onderzocht.

7. Aanbevolen wordt om het Kader Ruimtelijke Kwaliteit uit te werken tot een Esthetisch Programma van Eisen waarin de minimale vereisten voor het realisatiecontract worden vastgelegd.

8. Aanbevolen wordt om voorafgaand aan de planuitwerking de vervolgprocedures met de betrokken bevoegde gezagen te bespreken en de uitgangspunten en werkwijze voor de coördinatie conform de Waterwet vast te leggen.

Bijlage 1 Lijst begrippen en afkortingen

Aanleghoogte	Kruinhoogte van de waterkering onmiddellijk na het gereedkomen ervan inclusief lokale toeslag voor zetting, klink en bodemdaling.
Autonome ontwikkeling	ontwikkelingen op basis van vastgesteld beleid. Daarbij wordt alleen rekening gehouden met de uitvoering van beleidsvoornemens waarover al besluitvorming heeft plaatsgevonden
Bevoegd Gezag	De overheidsinstantie die bevoegd is om over een activiteit het besluit te nemen
Binnenberm	Extra verbreding aan de binnendijkse zijde van de dijk om het dijklichaam extra steun te bieden.
Bodemdaling	Natuurlijke daling of zakking van het grondoppervlak door oxydatie, klink of geologische processen
Buitenberm	Extra verbreding aan de buitendijkse zijde van de dijk om het dijklichaam extra steun te bieden en/of om de golfoploop te reduceren.
Habitat	Typische woon- of verblijfplaats van een planten- of diersoort.
HWBP	hoogwaterbeschermingsprogramma
KCV	alternatief kortcyclische versterking
Kruin	Hoogste punt in het dwarsprofiel van het dijklichaam. Strook tussen buitenkruinlijn en binnenkruinlijn;
Kritische depositiewaarde (KDW)	De hoeveelheid depositie die een habitatype of doelsoort kan verdragen zonder dat zijn of haar ontwikkeling door de depositie schade gaat ondervinden
LCV	alternatief langcyclische versterking
MIRT	meerjarig investeringsprogramma ruimte en transport
Mitigeren	Verzachten, matigen of verlichten van de negatieve gevolgen (milieueffecten) van een ingreep.
Natura 2000	Europees Netwerk van beschermde natuurgebieden
Natuurbeschermingswet, Nb-wet	In de Natuurbeschermingswet is de bescherming van specifieke gebieden geregeld. De bepalingen uit de Europese Vogelrichtlijn en Habitatrichtlijn zijn in

	de Natuurbeschermingswet verwerkt. De volgende gebieden zijn aangewezen en beschermd op grond van de Natuurbeschermingswet: * Natura 2000-gebieden (Vogelrichtlijn- en Habitatrichtlijn-gebieden) * Beschermde Natuurmonumenten * Wetlands
NNN	Natuur Netwerk Nederland (voorheen; EHS, ecologische hoofdstructuur)
OVB	alternatief overslagbestendige versterking
Overslag	Verschijsel waarbij water over de kruin van de dijk het achterland inloopt omdat de te keren waterstand hoger is dan de kruin.
Ontwerphoogte	De hoogte die een alternatief moet hebben om over de gehele cyclusduur voldoende hoogte te borgen. i
Referentiesituatie	de situatie die zich in de toekomst (2025) voordoet als het project niet wordt gerealiseerd
Restzetting	Zetting die verwacht mag worden gedurende een bepaalde periode na oplevering van het werk.
Steunberm	Grondberm aan de binnenkant van de dijk ten behoeve van de stabiliteit
Zetting	Verticale vervorming van grondlagen, hoofdzakelijk als gevolg van een extra aangebrachte bovenbelasting, de eigen massa en/of het uittreden van water.

Bijlage 2 Literatuurlijst

1. MIRT-Onderzoek Pilot Meerlaagsveiligheid Marken, Notitie fase 2; Op weg naar kansrijke oplossingen; Rijkswaterstaat, 2014;
2. Ontwerpkader Dijkversterking Marken, Grontmij, 2016
3. Kader Ruimtelijke Kwaliteit Dijkversterking Marken, Bosch & Slabbers, 2015
4. Hydrobiografie Marken, leven met water, Land-id i.s.m. Beek & Kooiman, 2014
5. Gebiedsatlas Marken, onderdeel van het MIRT onderzoek meerlaagsveiligheid Marken, H+N+S i.s.m. Antea Group, HKV, 2014
6. Waardevol Waterland, Zorg voor monumenten en beschermde stads- en dorpsgezichten, Gemeente Waterland, 2013 ; Welstandsnota Waterland, Gemeente Waterland, 2013
7. Handreiking landschappelijke inpassing en ruimtelijke kwaliteit in waterveiligheidsopgaven, Hoogwaterbeschermingsprogramma, 2014
8. Richtlijnen voor het milieueffectrapport
9. Handreiking Verkenning HWBP
10. De Omringkade van Marken, de toets van dijkkringgebied 13b naar bepaald op de Wet op de Waterkering, Rijkswaterstaat 2005
11. Dijkkring 13b Waterkering Marken. Toetsing veiligheid derde toetsronde, Arcadis 2010
12. Versterkingsopgave Marken Bepaling dijkversterkingsopgave van de Omringkade van Marken, Rijkswaterstaat 2015
13. Werkdocument effectbeoordeling MIRT Dijkversterking Marken. Sweco, april 2016
14. Milieueffectrapportage Dijkversterking Marken, DHV, 2012
15. Notitie significante randvoorwaarden N2000, Grontmij, maart 2016
16. Inventarisatie onderwatervegetatie deel Gouwzee westkade Zuid onderwatervegetatie Gouwzee, RHDHV, 2014
17. Mosselinventarisatie rond Marken MIRT-Verkenning Hoogwaterveiligheid Marken, impact binnen het potentiële ruimtebeslag van de dijkverbreding. Grontmij, 2015
18. Natuurthermometer Markermeer-IJmeer, stand 2014. 2015; Grontmij, 2015
19. RAVON, data rivierdonderpadonderzoek Marken, 2015
20. RAVON, Rapportage rivierdonderpad Marken-West, 2016
21. Natuurwaardenonderzoek omringkade Marken 2014 voorkomen van ringslangen, korstmossen, mossen en vaatplanten. RHDHV, 2014
22. Muizenonderzoek omringkade Marken Rijkswaterstaat Noord-Holland, Arcadis, 2008
23. Beknopte ecologische effectbeoordeling maaierwerkzaamheden Zuid- en westkade Marken, RHDHV 2014
24. Omgevingsanalyse omringkade van Marken Rijkswaterstaat Noord-Holland, 2007
25. Bodemonderzoek Marken, DHV, 2012
26. Explosieevenonderzoek Marken, ECG 2011
27. Ontwerpinstrumentarium OI 2014/2015
28. Overzicht van kritische depositiewaarden voor stikstof, toegepast op habitattypen en leefgebieden van Natura 2000. Alterra, 2012
29. Dijkversterking Marken, gemeente Waterland, Ruimtelijk advies op basis van archeologisch bureauonderzoek, Vestigia, rapportnummer V836, 27 december 2010
30. Addendum Dijkversterking Marken, gemeente Waterland, Ruimtelijk advies op basis van archeologisch bureauonderzoek, Vestigia, rapportnummer V955, 18 april 2012

31. Archeologisch (voor)onderzoek met betrekking tot de alternatieven zoals voorgesteld in de MIRT-Verkenning dijkversterking Marken. Vestigia rapportnummer V1383, 2016

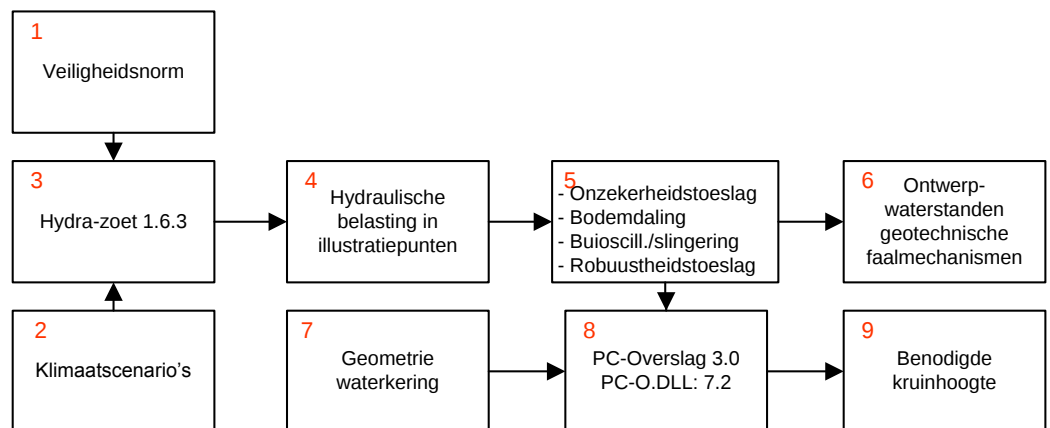
Bijlage 3 Technische ontwerpuitgangspunten

Hoogte

Voor de ontwerpen van de alternatieven zijn hydraulische randvoorwaarden (hierna HR genoemd) afgeleid ter bepaling van de benodigde kruinhoogte en voor de geotechnische faalmechanismen.

Werkwijze

De HR zijn bepaald met Hydra-Zoet en de bijbehorende benodigde kruinhoogten zijn bepaald met PC-Overslag. Dit zijn beide specifieke softwaremodellen voor dergelijke berekeningen. Het proces is gegeven in onderstaande schema. Zie voor de werkwijze voor het afleiden van de hydraulische randvoorwaarden verder 'Ontwerpkader Marken, technische uitgangspunten ontwerp kader'.



Figuur B3.1 Stroomschema bepaling hydraulische randvoorwaarden en benodigde kruinhoogte

Werkwijze Hydra-Zoet

Van Hydra Zoet is bekend dat de uitkomsten voor de HR afhankelijk zijn van de dijkprofielen.

Voor de uniformiteit is besloten om de ingemeten onderwaterprofielen te gebruiken. De toegepaste onderwaterprofielen zijn vergeleken met de ingemeten dwarsprofielen. Hierbij is gecontroleerd of het maatgevende profiel aansluit op het onderwaterprofiel. In de berekeningen is klimaattoeslag (meerpeilstijging) van 0,09 m bij een planperiode van 50 jaar meegenomen.

Werkwijze PC-Overslag

Als input voor de PC-Overslag berekeningen zijn de HR uitkomsten uit Hydra-Zoet gehanteerd. Op de invoerparameters worden de toeslagen conform stap 5 in figuur 5.1 toegepast.

De onderwaterprofielen van de zuidkade zijn ten behoeve van de berekeningen in PC-Overslag bewerkt, waarbij een buitenberm is toegevoegd. De dimensies van de buitenberm van de zuidkade zijn bepaald in 'Gevoeligheidsanalyse voor dimensies buitenberm'. De breking van de golven door de berm wordt hierdoor in rekening gebracht en reduceert de minimaal benodigde kruinhoogte. Indien een ophoging nodig is wordt gerekend met een helling van 1:3. Voor de ruwheid is een conservatieve waarde van 1 gehanteerd.

De berm aan de zuidkade wordt als volgt gedimensioneerd:

- de top van de berm wordt op NAP +0,1 m tegen het huidige buitentalud aangelegd (dit komt overeen met de huidige berm);
- de breedte van de berm is 5 m en het talud verloopt onder een helling van 1:20 tot NAP -0,15 m;
- het talud onder de berm verloopt onder een helling van 1:3. Op locaties waar de huidige berm flauwer is, is de helling van de huidige berm gehanteerd.

De golfcondities aan de westkade verschillen met de golfcondities aan de zuidkade. Langs de zuidkade is de golfhoogte onder maatgevende omstandigheden ca 0,8m tegen 0,4 m langs de westkade. Om de overslag te reduceren is een berm op de hoogte van de golven gewenst. Omdat de golven aan de westkade kleiner zijn heeft het aanbrengen van een berm op een hoogte van NAP +0,00m weinig effect op de reductie van de minimaal benodigde kruinhoogte. Het effect treedt pas op bij een minimale van NAP +0,30m. Een berm boven de NAP +0,00 m is echter vanuit landschappelijk oogpunt ongewenst. Daarom is besloten om de huidige dimensies van de berm te handhaven.

HR faalmechanisme hoogte

Bij het berekenen van de benodigde kruinhoogte is in PC-Overslag gerekend met de Hydra-Zoet uitkomsten waarop additioneel de volgende toeslagen zijn verwerkt:

- 0,20 m onzekerheidstoeslag op de waterstand;
- 0,10 m op de waterstand als gevolg van buislingeringen;
- bodemdaling per locatie op de waterstand, zie tabel B3.1. Deze waarden zijn afkomstig uit Ontwerpkader Marken, technische uitgangspunten ontwerpkader’;

Tabel B3.1 Totale bodemdaling

Vak	Totale bodemdaling (planperiode 50 jaar) [mm]
Westkade	400
Zuidkade	250

- 10% onzekerheidstoeslag op golfhoogte (H_{sig});
- 10% onzekerheidstoeslag op de golfperiode (T_{m01}).

Deze toeslagen zijn nader toegelicht in ‘Ontwerpkader Marken, technische uitgangspunten ontwerpkader’. Het rapport ‘Dijkversterking Marken Geotechnisch ontwerp voor Ontwerpatelier 2’ geeft een overzicht en de resultaten voor de bepaling van het hydraulisch belastingsniveau en de hoogte.

In onderstaande tabel B3.2 zijn de resultaten weergegeven van de kruinhoogte bepaling voor een planperiode van 50 jaar voor de alle dijksecties.

Tabel B3.2 Benodigde kruinhoogte per overslagdebiet (planperiode van 50 jaar)

Vak	Sectie	Dijkpaal	Benodigde kruinhoogte [m]			
			0,1 l/m/s	1 l/m/s	5 l/m/s	10 l/m/s
zuidkade	2	14	3,39	2,71	2,24	2,04
	3	25	3,57	2,86	2,37	2,15
	4	27	3,05	2,44	2,01	1,83
	5	40	3,35	2,70	2,24	2,04
westkade	1*	6	2,21	1,80	1,51	1,39
	1**	6	2,26	1,83	1,52	1,39
	10	80	2,07	1,68	1,40	1,28
	11	83	2,36	1,89	1,57	1,43

* Sectie 1 – bestaande situatie

** Sectie 1 – gewijzigd talud naar 1 op 3

Aanvullend is de kruinhoogte bij de maatgevende vakken voor een planperiode van 25 jaar berekend. Hierbij is dezelfde werkwijze toegepast. De resultaten zijn in tabel B3.3 weergegeven.

Tabel B3.3 Benodigde kruinhoogte per overslagdebiet (planperiode van 25 jaar)

Vak	Sectie	Dijkpaal	Benodigde kruinhoogte [m]			
			0,1 l/m/s	1 l/m/s	5 l/m/s	10 l/m/s
zuidkade	3	25	2,75	2,17	1,77	1,59
westkade	1*	6	1,97	1,57	1,29	1,17
	11	83	2,03	1,60	1,30	1,17

* Sectie 1 – met gewijzigd talud naar 1 op 3

HR geotechnische faalmechanismen

Het maatgevend hoogwater (MHW) is bepaald met Hydra-Zoet. Het rapport 'Dijk-versterking Marken Geotechnisch ontwerp voor Ontwerpatelier 2' geeft een overzicht en de resultaten voor de bepaling van het MHW inclusief toeslagen.

Stabiliteit

Werkwijze eindstabiliteit

Bij het ontwerp op macrostabiliteit wordt gecontroleerd aan een vereiste waarde van de stabiliteitsfactor conform het OI2014v3. De stabiliteitsfactor is opgebouwd uit partiële factoren waar op basis van beschikbare gegevens een waarde aan gekoppeld wordt.

In een expertoverleg is de combinatie van schadefactoren en schematiseringsfactor besproken. De experts kunnen zich vinden in de voorgestelde schematiseringsfactor van 1,2. Deze is waarschijnlijk conservatief gezien de uniforme bodemopbouw. Deze factor kan in een latere fase mogelijk nog geoptimaliseerd worden.

De experts zien dit ook in combinatie met de berekende schadefactoren op basis van het OI2014v3, welke voor het dijktraject Marken met name voor de ongedraineerde stabiliteitsanalyses leiden tot relatief lage waarden door de korte lengte van het traject en de grote overstromingskans. Voor het ontwerp wordt de schadefactor niet gelimiteerd aan de onderzijde.

Omdat de ongedraineerde parameters voor klei nog niet beschikbaar zijn, is in het expertoverleg afgestemd dat voor de variantenafweging in de verkenningsfase uitgegaan wordt van de gedraineerde parameterset zoals ook aangehouden in de 3^e toetsronde.

Deltares heeft op basis van nieuw onderzoek in de "Gevoeligheidsanalyse ongedraineerd rekenen" de volumieke gewichten aangepast en gekoppeld aan de rekenwaarden voor de gedraineerde sterkteparameters zoals aangehouden in de voorgaande toetsronden. Voor de ontwerpberekeningen wordt uitgegaan van de door Deltares opgestelde set van parameters, deze wijken voor het volumieke gewicht af van de gehanteerde waarden in de 3^e toetsronde, maar sluiten het beste aan bij het meest recent uitgevoerde onderzoek.

Voor de berekeningen van de stabiliteit is gerekend met het model LiftVan en het model Spencer in DGeoStability (versie 15.1.2.4). In de berekeningen wordt geen rekening gehouden met zonering, omdat hiervoor bij het toelaten van overslaggebieden van groter dan 1 l/m/s geen werkwijze is vastgelegd. Wel wordt bij de analyse van de stabiliteitsberekeningen alleen glijcirkels beschouwd die daadwerkelijk leiden tot het falen van de dijk.

Voor de zettingsberekening is het berekeningsmodel NEN-Koppejan, met natural strain toegepast. Als consolidatiemodel wordt Terzaghi toegepast. De zettingsberekeningen worden uitgevoerd met D-Settlement, versie 15.1.1.5.

Stabiliteit tijdens uitvoering

In deze paragraaf is de stabiliteit tijdens de uitvoering van de zuidkade beschouwd. Op basis van de uitgangspunten 'Technische uitgangspunten ontwerp kader Marken' is de huidige stabiliteit van de kering berekend tijdens maatgevende omstandigheden en de uitgangspunten ten behoeve van de berekeningen van de eindsituatie.

Voor de zuidkade is allereerst de huidige stabiliteit beschouwd. Hierbij is gerekend met de maatgevende omstandigheden (Markermeerpeil op NAP +1,09 m tijdens maatgevend hoog water) en een belasting van 6 kN/m² op de kruin. Het resultaat van de berekening is weergegeven in tabel B3.4.

Tabel B3.4 Resultaat stabiliteitsberekening bestaande situatie

Situatie	Omschrijving	F _s , STBI	Oordeel	F _s , STBU	Oordeel
	Eis (eindsituatie)	1,05		0,95	
S0	Huidige situatie (met belasting 6 kN/m ²)	0,78	Onvoldoende	0,97	Voldoende

Uit de berekening blijkt dat de binnenwaartse stabiliteit in de huidige situatie niet voldoet aan de vereiste stabiliteit.

Bij elk alternatief is de uitvoeringsstabiliteit in één ophoogslag beschouwd. De versterking (inclusief benodigde overhoogte) wordt in de berekeningen in zijn geheel op dag 0 aangebracht. Hierbij worden geen aanvullende maatregelen uitgevoerd ten opzichte van de alternatieven.

De uitvoeringsperiode is relatief kort waardoor de kans op voorkomen van maatgevende omstandigheden klein is.

Tevens vinden de uitvoeringswerkzaamheden in principe buiten het stormseizoen plaats, waardoor geen maatgevende omstandigheden worden verwacht. Om deze

redenen wordt tijdens de uitvoering een lagere veiligheid toegestaan dan in de eindsituatie.

Tijdens uitvoering wordt een 10 x grotere toelaatbare kans dan de norm aangehouden. De toelaatbare kans van voorkomen wordt verhoogd van 1/100 per jaar naar 1/10 per jaar. De vereiste veiligheidsfactor tijdens de uitvoering en in de eindsituatie is weergegeven in tabel B3.5.

Tabel B3.5 Vereiste veiligheidsfactor in de uitvoeringssituatie en eindsituatie

	Vereiste veiligheidsfactor (F_{min})	
	Tijdens uitvoering (S1)	Eindsituatie (S2)
STBI	0,95	1,05
STBU	0,81	0,95

Samenvatting ontwerpparameters

In de navolgende tabel is van de belangrijkste parameters een samenvatting weergegeven van de uitgangspunten zoals beschreven in het document 'Ontwerpkader Marken, technische uitgangspunten ontwerp kader'.

Tabel B3.6 Samenvatting ontwerpparameters

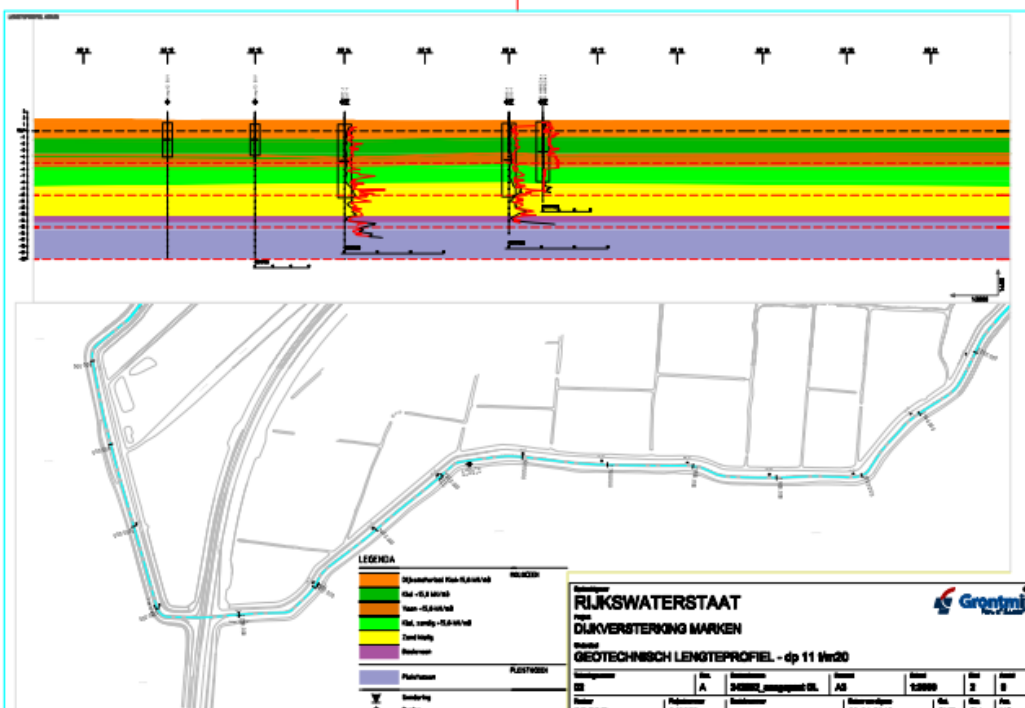
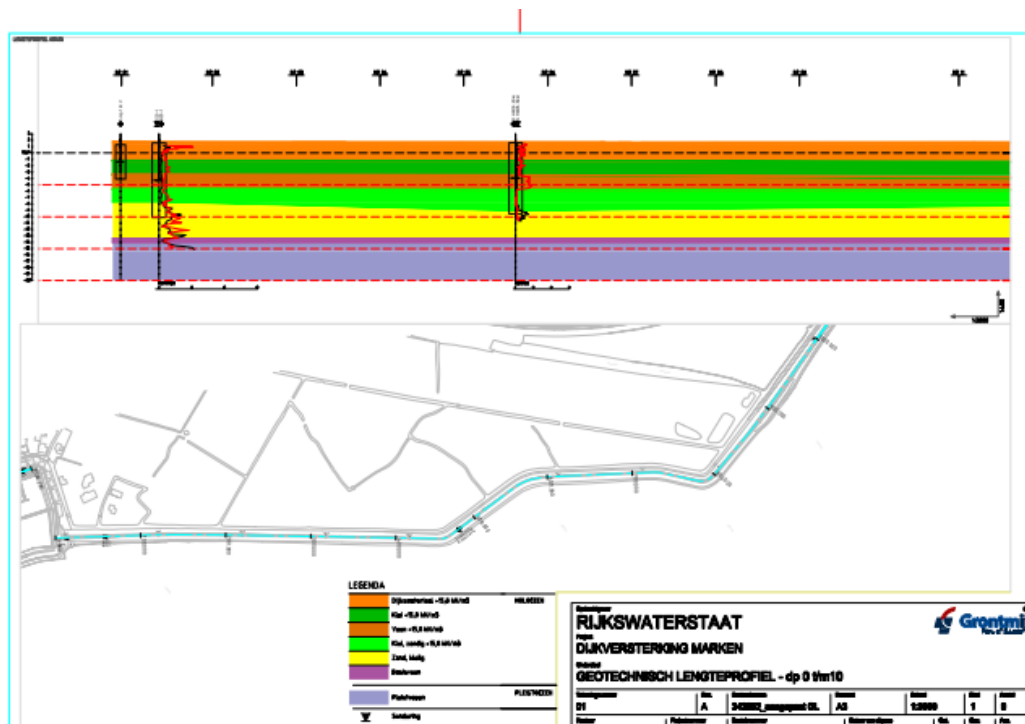
Omschrijving	Parameter	Waarde
Planperiode	Per alternatief* ¹	25, 50 jaar
	Einde planperiode 50 jaar	Jaar 2070
	Levensduur damwandscherm	100 jaar
	Trajectlengte	8.600 m
Normering	Signaleringskans	1/300 per jaar
	Maximaal toelaatbare overstromingskans	1/100
Faalkansruimteverdeling	Overloop en golfoverslag	24%
	Macrostabiliteit binnenwaarts en buitenwaarts	24%
	Opbarsten en piping	4%
	Beschadiging bekleding en erosie	10%
	Kunstwerken	8%
	Overige	30%
Faalkanseis op doorsnedeniveau (bij 1/100)	Hoogte (overloop en overslag)	
	Lengte effect factor N_{HT} [-]	2
	Faalkanseis doorsnede niveau hoogte [1/jaar]	$1,2 \cdot 10^{-3}$ (1/830)
	Stabiliteit (STBI)	
	a [-]	0,033
	b [m]	50
	N [-]	6,7
	$P_{f,instab}$ [1/jaar]	1
	$P_{eis,dsn}$ [1/jaar]	$3,6 \cdot 10^{-4}$ (1/2.800)
	Stabiliteit (STBU)	

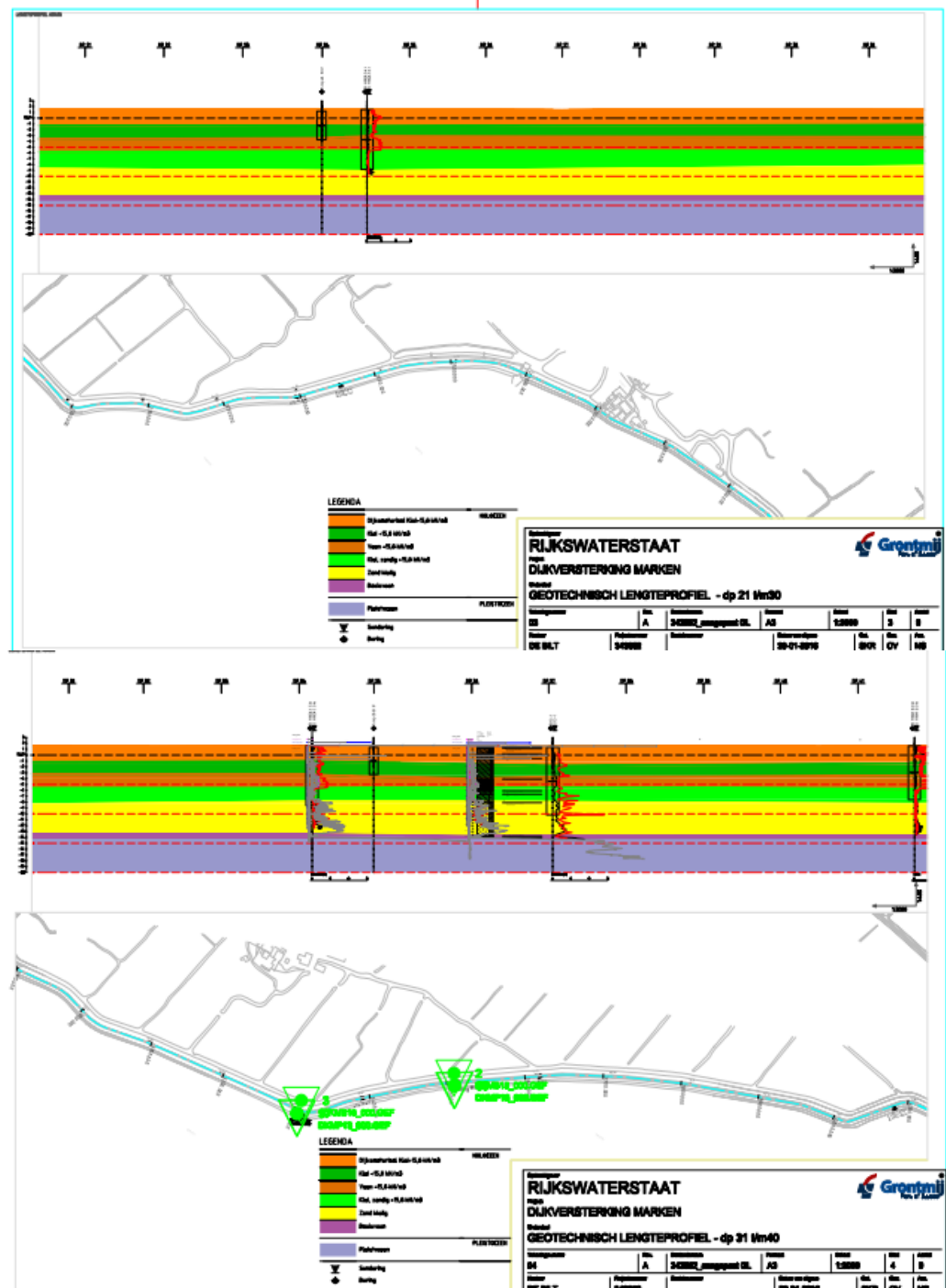
Omschrijving	Parameter	Waarde
	a [-]	0,033
	b [m]	50
	N [-]	6,7
	$P_{f instab}$ [1/jaar]	0,1
	$P_{eis,dsn}$ [1/jaar]	$3,6 \cdot 10^{-3}$ (1/280)
	Opbarsten en piping	
	a [-]	0,40
	b [m]	300
	N [-]	12,5
	$P_{eis,dsn}$ [1/jaar]	$3,2 \cdot 10^{-5}$ (1/31.200)
	Bekleding	n.v.t.
	Kunstwerken	n.v.t.
Vereiste veiligheidsfactoren stabiliteit* ¹	Schadefactor gedraineerde parameters STBI	0,92
	Schadefactor gedraineerde parameters STBU	0,83
	Schadefactor ongedraineerde parameters STBI	0,81
	Schadefactor ongedraineerde parameters STBU	0,66
	Schematiseringsfactor	1,2
	Modelfactor Mohr-Coulomb*¹	
	Bischop	1,00
	LiftVan, Spencer-Van der Meij	0,95
	Bischop (opdrukken)	1,10
	LiftVan, Spencer-Van der Meij (opdrukken)	1,05
	Vereiste stabiliteitsfactor gedraineerde parameters STBI* ¹	1,05/1,16
	Vereiste stabiliteitsfactor gedraineerde parameters STBU* ¹	0,95
Piping	Sterktefactor	1,2
	Schematiseringsfactor	1,2
	Vereiste veiligheidsfactor	1,44
Stijghoogte	Respons stijghoogte	40%
Materiaalfactoren (gedraineerde parameters)* ¹	Cohesie	

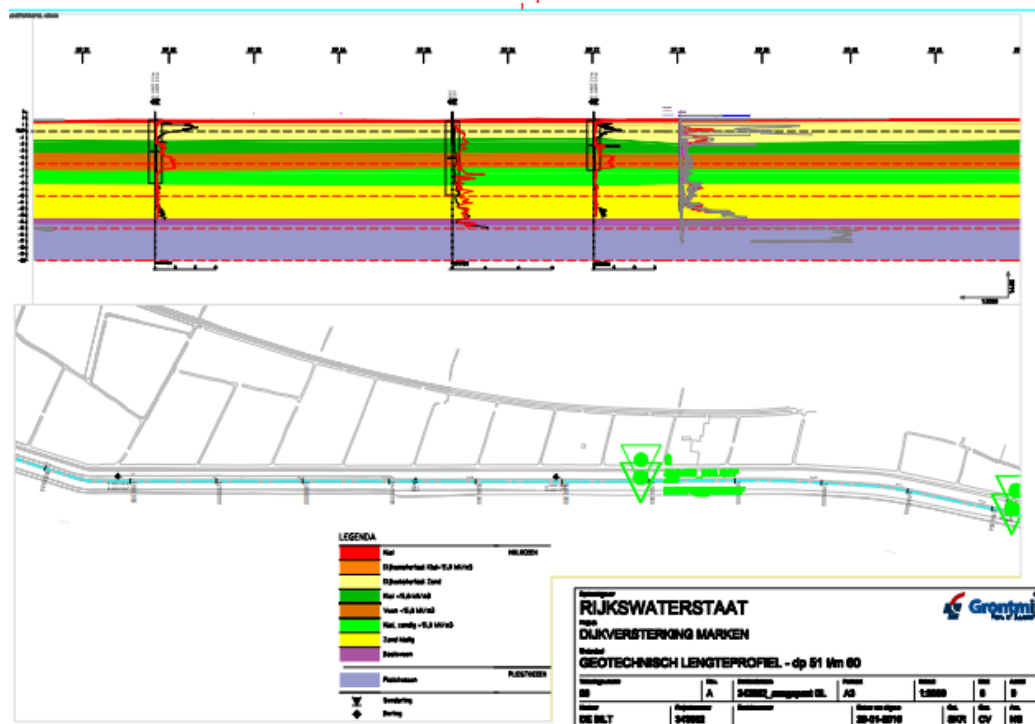
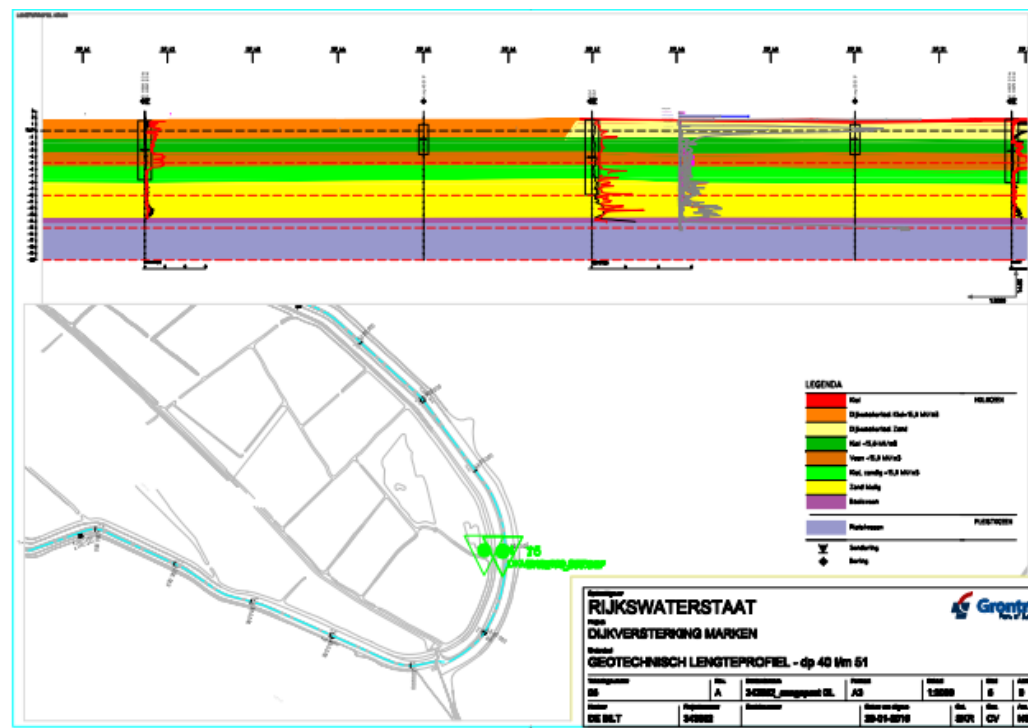
Omschrijving	Parameter	Waarde
	Veen	1,50
	Klei	1,25
	Zand	n.v.t.
	Phi	
	Veen	1,25
	Klei	1,20
	Zand	1,20
Zettingsparameters	Tekstuele toelichting	-
Bekledingen		
Steenzettingen	Veiligheidsfactor	1,1
Verkeersbelasting	Belasting	6,0 kPa
	Breedte	2,5 m
	Aanpassingspercentage klei- en veenlagen	0 %
	Aanpassingspercentage zandlagen	100 %
Hydraulische randvoorwaarden	conform HR2006 en	
Overslagdebiet	Per alternatief	5 of 10 l/m/s
Toeslagen HR		
Klimaattoeslag	Tot 2050	geen
	Vanaf 2050	0,6 cm/jaar
Bodemdaling	Autonome bodemdaling	2-7 mm/jaar
	Tektonische kanteling	1 mm/jaar
Slingering v.h. meerpeil		0,10 m
Onzekerheidstoeslag	Waterstand	0,20 m
	Golfhoogte en -periode	10%

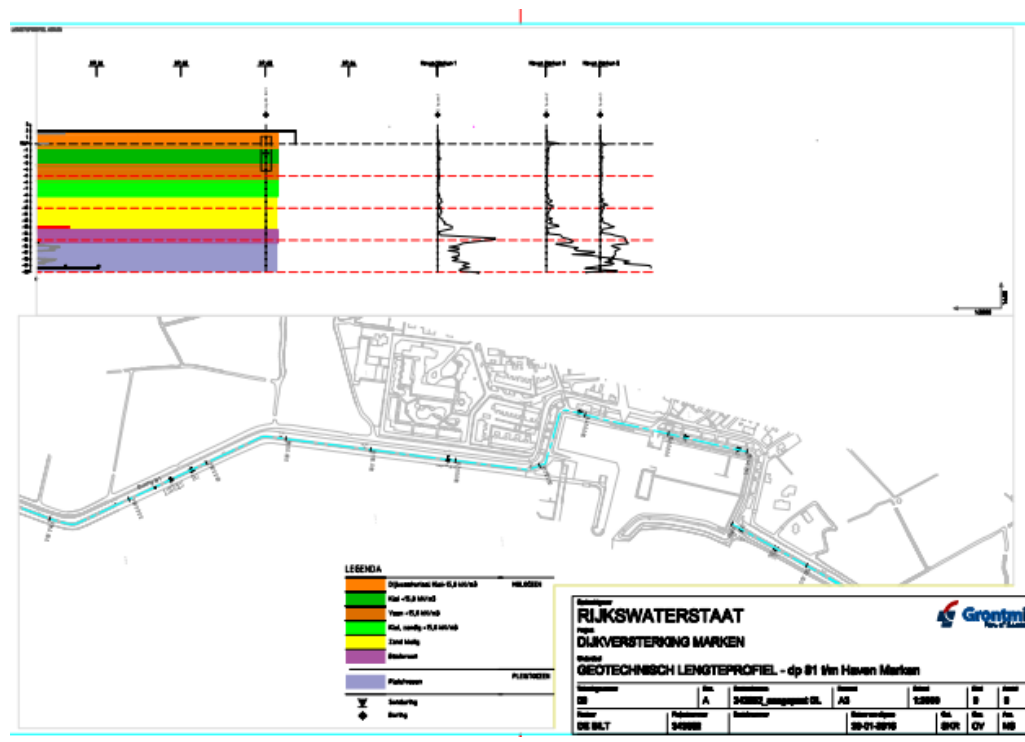
Geotechnisch lengteprofiel

In onderstaande figuren is het geologisch lengteprofiel voor de zuidkade en de westkade opgenomen. Deze figuren zijn op A3 tevens opgenomen in bijlage 4.









Bijlage 4 Illustraties

Hier komen A3 versies van de illustraties die vanwege de schaal lastig te lezen zijn in de voorgaande tekst

Bijlage 5 Betrokken instanties en belanghebbenden

Binnen het project werkt Rijkswaterstaat samen in een projectgroep en een stuurgroep waarin betrokken zijn:

- Ministerie van Infrastructuur en Milieu;
- Hoogwaterbeschermingsprogramma;
- Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier;
- Provincie Noord-Holland;
- Gemeente Waterland;
- Veiligheidsregio Zaanstreek-Waterland.

Op regelmatige basis is tijdens het project overlegd met de werkgroep Dijkversterking van de Eilandraad. Leden van de werkgroep zijn daarnaast betrokken geweest in de beide ontwerpdelers (november 2015 en februari 2016) die binnen het project zijn gehouden. Op verzoek van de werkgroep heeft een overleg plaatsgevonden tussen het project, de werkgroep en de Deltacommissaris. De werkgroep heeft tussentijds ook schriftelijke vragen gesteld over elementen van het proces en de inhoud, welke door het project zijn beantwoord. De concept-rapportage van de Verkenning is in april 2016 besproken met de Werkgroep.

Er heeft een afzonderlijke ontwerpbijspraak plaatsgevonden (februari 2016) met bewoners van de Rozewerf, vanwege hun specifieke belang in de inpassing van de dijkversterking nabij hun woningen.

Voorts is tijdens de Verkenning een Klankbordgroep ingesteld. Deze is in september 2015 bijeen geweest en daarnaast hebben leden van de klankbordgroep deelgenomen aan de ontwerpdelers. De concept-rapportage van de Verkenning is in april 2016 besproken met de Klankbordgroep.

De volgende organisaties/groeperingen zijn vertegenwoordigd in de klankbordgroep.

Het Blauwe Hart
Milieufederatie Noord-Holland
Landschap Noord-Holland
Stichting Behoud Waterland
Stichting Waterheritage
IVN Waterland
Natuurmonumenten
Watersportvereniging Waterland
Historische Vereniging Waterland
Landschap Waterland/Recreatie Noord-Holland
Fietzersbond Waterland
Fietsverhuur Marken
Stichting Mooi Marken
Lokale ondernemers
Bewoners Rozewerf
Bewoners Havendijk
Bewoners nieuwbouw Minneweg
Bewoner Vuurtoren

Bijlage 6 Groslijst Meekoppelkansen

In deze bijlage is een groslijst met mogelijke meekoppelkansen opgenomen welke in de loop van het project naar voren zijn gekomen. Een deel van deze meekoppelkansen is opgenomen in de vier pakketten welke in hoofdstuk 6 zijn beschreven. Voor de voorstellen in de groene vakken wordt geadviseerd om deze als onderdeel van het project (du niet als meekoppelkans) te beschouwen en in de verdere uitwerking mee te nemen.

Thema	Groslijst meekoppelkansen op basis van KES, Breed PT 15 okt 2015, ontwerpatelier 19 nov 2015	Doel	Voorstel
WATER	krw maatregelen binnen marken	waterkwaliteit	Oevers waar we die aanpassen zoveel mogelijk natuurvriendelijk inrichten als uitgangspunt voor alle alternatieven hanteren
	aanvullende watergang kruisbaakweg	afvoer water verbeteren	Analyseren in pakket watermaatregelen alternatief overslagbestendig; indien daarin positief, dan meekoppelkansen bij andere alternatieven
	Goudriaankanaal aansluiten op kruis	afvoer water verbeteren	Analyseren in pakket watermaatregelen alternatief overslagbestendig; indien daarin positief, dan meekoppelkansen bij andere alternatieven
	duiker bij kruis onder Kruisbaakweg	afvoer water verbeteren	Maatregel in alle alternatieven vanwege relatie met watertoevoer naar opstelplaatsen noodpompen
	verruimen diverse duikers onder o.a onder Zereiderspad	afvoer water verbeteren	Analyseren in pakket watermaatregelen alternatief overslagbestendig; indien daarin positief, dan meekoppelkansen bij andere alternatieven
	capaciteit bestaand gemaal vergroten	maalcapaciteit verhogen	Niet meenemen (kosten; keuze voor noodcapaciteit als dat aan de orde is)
	nieuw gemaal bij Minnebuurt	maalcapaciteit verhogen	Niet meenemen (kosten; keuze voor noodcapaciteit op andere locaties)

Thema	Groslijst meekoppelkansen op basis van KES, Breed PT 15 okt 2015, ontwerpatelier 19 nov 2015	Doel	Voorstel
	noodvoeding gemaal bij kruis	maalcapaciteit (tijdelijk) verhogen	Locatie in alle alternatieven opnemen. Permanente voeding daarbij niet noodzakelijk.
	verbreden/verdiepen kwelsloot	afvoer water verhogen	Analyseren in pakket watermaatregelen alternatief overslagbestendig; indien daarin positief, dan meekoppelkansen bij andere alternatieven
	aanvullende waterberging	bergingscapaciteit verhogen	Niet meenemen vanwege ruimtebeslag/ effecten op gebruiksmogelijkheden gronden van derden
	waterberging in lage delen	bergingscapaciteit verhogen	Analyseren in pakket watermaatregelen alternatief overslagbestendig; indien daarin positief, dan meekoppelkansen bij andere alternatieven
	onderhoud verbeteren berm-sloot	afvoer water verbeteren	Goed onderhoud is reguliere taak beheerder, geen meekoppelkansen
RE-CREATIE	verbreding en meer comfortabel fietspad/- pad	mooiste tocht van Holland	Niet meenemen, wandelen blijft primair; (mogelijk nog wel meenemen in uitwerking pakket mooiste wandeling)
	duidelijke toegang tot dijk	beleving mooiste tocht	Meenemen in uitwerking pakket Mooiste wandeling
	staatmeubilair/bankjes (strategisch plaatsen tbv beleving mooiste tocht	beleving mooiste tocht	Meenemen in uitwerking pakket Mooiste wandeling
	informatievoorzieningen	beleving mooiste tocht	Meenemen in uitwerking pakket Mooiste wandeling
	schuilgelegenheid/toilet	beleving mooiste tocht	Bij vuurtoren; Meenemen in uitwerking pakket Mooiste wandeling
	strandje Rozewerf	bereikbaarheid water	Beperkte uitbreiding (voor lokaal gebruik) meenemen in pakket Verbinding met het water
	strandje haven Marken	bereikbaarheid water	Beperkte uitbreiding meegenomen in alle alternatieven
	Strand bij vuurtoren vergroten	Recreatie	In combinatie met ophoging dijk naar vuurtoren

Thema	Groslijst meekoppelkans op basis van KES, Breed PT 15 okt 2015, ontwerpatter 19 nov 2015	Doel	Voorstel
			meenemen in pakket Verbinding met het water
	strand Minnebuurt	bereikbaarheid water	Meenemen in pakket Verbinding met het water
	loper Minnebuurt	bereikbaarheid water	Meenemen in pakket Verbinding met het water
	Steiger voor kleine boten Minnebuurt	aangenaam wonen bij water	Meenemen in pakket Verbinding met het water
	verzorgings-natuurspeelplaats aantakking Goudriaankanaal	beleving mooiste tocht	Meenemen in uitwerking pakket Mooiste wandeling; alternatieve locatie is het vergrootte strand
	vogeluitkijkpunt oostzijde marken	beleving Marken	Meenemen in uitwerking pakket Mooiste wandeling, in combinatie met natuurspeelplaats
	drie iconen (ruimte om te stralen: Rozewerf/vuurtoeren/haven)	beleving mooiste tocht	Meenemen in uitwerking pakket Mooiste wandeling
	entree vuurtoren	beleving mooiste tocht	Meenemen in uitwerking pakket Mooiste wandeling; in elk alternatief goed inpassen
	uitkijkpunt/vogels kijken/uitzicht op markermeer (dutch deltadesign)	beleving mooiste tocht/van markerwaard naar -meer	Meenemen in uitwerking pakket Bukdijk
	route over Bukdijk	beleving mooiste tocht/van markerwaard naar -meer	Meenemen in uitwerking pakket Bukdijk
	doorbraak Bukdijk	korte vaarroute naar haven Marken	Meenemen in uitwerking pakket Bukdijk
	trekpuntje gat Bukdijk	beleving mooiste tocht/van markerwaard naar -meer	Meenemen in uitwerking pakket Bukdijk
	recreatiewoning/autarkisch kamperen	verblijfsrecreatie	Meenemen in uitwerking pakket Bukdijk
	toegang havendam Marken naar dorp verbeteren	bereikbaarheid water	Opgenomen in elk alternatief
	uitkijkpunt/loper haven versterken	beleving mooiste tocht	Meenemen in uitwerking pakket Mooiste wandeling
	kuil van Marken' (veel vissen) zichtbaar maken vanaf dijk (veel vogels)	beleving mooiste tocht	Meenemen in uitwerking pakket Bukdijk
	kunst verdwenen werven/havens	verscholen verleden zichtbaar	Meenemen in uitwerking pakket Mooiste wandeling

Thema	Groslijst meekoppelkansen op basis van KES, Breed PT 15 okt 2015, ontwerpatelier 19 nov 2015	Doel	Voorstel
	gezicht aan het water Minnebuurt verbeteren	aangenaam wonen bij water	Meenemen in pakket Verbinding met het water
	brug in verbindingdijk zuidzijde	korte vaarroute naar haven Marken	Niet meenemen (kosten, buiten scope)
	kanoroute bermsloot	beleving mooiste tocht	Meenemen in uitwerking pakket Mooiste wandeling
	versterken padenstructuur door eiland	beleving Marken	Meenemen in uitwerking pakket Mooiste wandeling
	duikroute naar verdronken verleden/werven	beleving Marken	Meenemen in uitwerking pakket Mooiste wandeling
	herbestemmen bestaande gebouwen	beleving Marken	Niet meenemen; (kosten; valt onder particulier initiatief)
	entree Markerdijk-eiland Marken verbeteren	mooiste tocht van Holland	Ontwerpopgave in alle alternatieven
	aanlegplaats rivercruises	recreatie	Eerder al bestuurlijk en door bewoners afgewezen; laten vervallen
	Fiets- en wandelpad naar punt Bukdijk met pontje naar Volendam	recreatie	Meenemen in uitwerking pakket Bukdijk
	Bukdijk als bos van Marken	Recreatie/natuur	Meenemen in uitwerking pakket Bukdijk
	Extra parkeerplaatsen op de Verbindingdijk	recreatie	Mogelijkheid/wenselijkheid nader bekijken in relatie tot ruimtereservering/voorzieningen voor noodpompen
	Kleine haven bij de Rozewerf	recreatie	Meenemen in pakket Verbinding met het water (kleine steiger voor bootjes bewoners)
	Uniformering materiaalgebruik en verbeteren uitstraling		Meenemen in uitwerking pakket Mooiste wandeling
	Restauratie ijsbrekers		Meenemen in uitwerking pakket Mooiste wandeling
	Parkeergelegenheid voor wandelaars nabij de kade		Meenemen in uitwerking pakket Mooiste wandeling
NA-TUUR	extra broedpalet/broedhopen ringslang	toevoegen biotoop ringslang	Als uitgangspunt in alle alternatieven meenemen
	resten stortsteen (o.i.d.) onder water	substraat mosselen/micro-organismen/biodiversiteit	Als uitgangspunt in alle alternatieven meenemen

Thema	Groslijst meekoppelkans op basis van KES, Breed PT 15 okt 2015, ontwerpatter 19 nov 2015	Doel	Voorstel
	(extra) poelen in ondertalud	toevoegen leef/paai/foergeergebied rivierdonderpad	Als uitgangspunt in alle alternatieven meenemen in vormgeving/inrichting buitenberm
	dynamisch peilbeheer/verhogen waterpeil	weidevogelland	Niet meenemen; is afzonderlijke afweging binnen waterschap
	vispassage/visvriendelijk ge-maal	vismigra-tie/paaiplaatsen	Niet nu meenemen (kosten); wel als eis vastleggen voor vernieuwing ge-maal
	land-waterovergang Bukdijk	paaiplaatsen	Meenemen in uitwerking pakket Bukdijk
	afsluiten fietspaden binnen eiland (fietspad ligt nu op dijk)	verminderen verstoring weidevogels	Niet meenemen, bereikbaarheid woningen/percelen niet aantasten
	verondieping/luwtes buitendijks combi met oude kustlijn	waterplan-ten/natuur-boekhouding	Niet meenemen vanwege mogelijke effecten archeologie
	vooroevers Bukdijk	Compensatie-Natuurboekhouding	Meenemen in uitwerking pakket Bukdijk
ENERGIE	windenergie	autarkisch eiland	Niet meenemen, te weinig relatie met dijk, effect op landschap lokaal niet wenselijk
	zonneenergie Minnebuurt	autarkisch eiland/ge-maal/vuurto-ren/havenlich-ten	Niet meenemen, te weinig relatie met dijk; particulier initiatief
	Zonne-energie Bukdijk	autarkisch eiland/ge-maal/vuurto-ren/havenlich-ten	Meenemen in uitwerking pakket Bukdijk
	Zonne-energie Markerdijk	autarkisch eiland/ge-maal/vuurto-ren/havenlich-ten	Niet meenemen, te weinig relatie met dijk
	Zonne-energie natuurspeelplaats	autarkisch eiland/ge-maal/vuurto-ren/havenlich-ten	Meenemen in uitwerking pakket Mooiste wandeling

Thema	Groslijst meekoppelkans op basis van KES, Breed PT 15 okt 2015, ontwerpatter 19 nov 2015	Doel	Voorstel
	kweek fonteinkruid	biomassa teelt	Niet meenemen, te weinig relatie met dijk; particulier initiatief