

MIRT Onderzoek Pilot Meerlaagsveiligheid Marken

Notitie Fase 2: Op weg naar kansrijke oplossingen





MIRT Onderzoek Pilot Meerlaagsveiligheid Marken

Notitie Fase 2: Op weg naar kansrijke oplossingen

projectnr: 0266640.00
revisie 4.0

Auteur(s)

Jan-Kees Bossenbroek
Gepke Heun
Heleen Geertsema
Inge Kersten
Bas Kolen
Lodewijk van Nieuwenhuijze
Teun Terpstra
Nelleke Zuideveld-Venema
Max Eijer
Renier Koenraadt

Opdrachtgever

Rijkswaterstaat West Nederland Noord
André Sluiter
Postbus 3119
201 DC Haarlem

Colofon

Projectgroep bestaande uit:

Rijkswaterstaat West Nederland Noord
Directoraat-Generaal Ruimte en Water van het Ministerie van Infrastructuur en Milieu
Gemeente Waterland
Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier
Provincie Noord Holland
Veiligheidsregio Zaanstreek en Waterland

Fotografie:

Gepke Heun

Vormgeving:

Gepke Heun
Hensen Trenning

Datum van uitgave:

wownsdag 19 november 2014

Contactadres:

Anteagroup
t.a.v. Nelleke Zuideveld-Venema
Postbus 24
8440 AA HEERENVEEN

Copyright ©

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar worden gemaakt door middel van druk, fotokopie, elektronisch of op welke wijze dan ook, zonder schriftelijke toestemming van de auteurs.



INHOUDSOPGAVE

I	Inleiding	13
1.1	Aanleiding	13
1.2	Doel van de voorliggende notitie	13
1.3	Samenwerking en besluitvorming	14
1.4	Leeswijzer	14
2	Opgave en uitgangspunten	17
2.1	Waterveiligheidsopgave	17
2.1.1	De huidige norm en afgekeurde kaden	17
2.1.2	Overstap naar een benadering op basis van overstromingsrisico	17
2.1.3	Beheer en onderhoud	19
2.1.4	De waterveiligheidsopgave voor Marken	19
2.2	Gebiedsopgave	19
2.2.1	Probleemanalyse: huidige kade	19
2.2.2	Probleemanalyse: bodemopbouw	20
2.2.3	Probleemanalyse: bodemdaling en zetting	20
2.2.4	Dijken op veen	21
2.2.5	Wonen op Marken	22
2.2.6	Natuurwaarden	22
2.2.7	Beheer en onderhoud	23
3	Meerlaagsveiligheid op Marken	25
3.1	Laag 1 - preventie van overstromingen	25
3.2	Uitgangspunten laag 1 voor Marken	25
3.3	Laag 2 - beperken van gevolgen door ruimtelijke ordening	27
3.4	Uitgangspunten laag 2 voor Marken	27
3.5	Laag 3 - beperken van gevolgen door crisisbeheersing	28
3.6	Uitgangspunten laag 3 voor Marken	31
4	Van strategie naar oplossingen	33
4.1	Inleiding	33
4.2	Differentiatie naar de drie zijden van het eiland	33
4.3	Differentiatie in de tijd: verschillende versterkingscycli	34
4.4	Afgevallen bouwstenen	35
4.5	Meekoppelkansen	36

5	Oplossingen	39
5.1	Nieuwe kade	41
5.2	Overslagbestendige kade	49
5.3	Waterkerende oeverzone	55
5.4	Kortcyclische versterking van de kade	61
5.5	Kortcyclische versterking van de kade en waterrobuust ontwikkelen	65
6	Beoordeling strategieën en oplossingen	73
6.1	Beoordeling methodiek	73
6.2	Beoordeling oplossingen	75
7	Overzicht en conclusies	79
7.1	Samenvatting oplossingen	79
7.2	Samenvatting beoordeling	80
7.3	Kostenoverzicht	81
7.4	Conclusies en doorkijk naar vervolg	81
8	Bronnen	85
	Literatuurlijst	87
	Bijlagen	
	Bijlage 1: Afgevallen bouwstenen laag 2	89
	Bijlage 2: Publieksvriendelijke samenvatting Fase I	93
	Bijlage 3: Algemene uitgangspunten en randvoorwaarden	95
	Bijlage 4: Beoordeling van de oplossingen	99
	Bijlage 5: Basispakket laag 3	101
	Bijlage 6: Uitgebreid pakket laag 3	109
	Bijlage 7: Dijken op veen	113
	Bijlage 8: Profiel voorkeursalternatief HWBP2, vierkant versterken	117



SAMENVATTING

Aanleiding

Voorliggende samenvatting gaat over de uitkomsten van een MIRT onderzoek naar de waterveiligheid op Marken. De aanleiding voor dit MIRT onderzoek is dat de primaire waterkering die Marken beschermt op trajecten niet voldoet aan de vigerende norm. Het versterkingsplan dat aanvankelijk was ontwikkeld voor de kade, kon vanwege het ruimtebeslag en effect op het landschap niet rekenen op draagvlak bij belanghebbenden. Daarom is in dit onderzoek gezocht naar andere oplossingen. Deze oplossingen moeten leiden tot het realiseren van een 'basisveiligheid voor iedereen die achter dijken of duinen woont'. Basisveiligheid is te realiseren met maatregelen aan de kade om daarmee een overstroming te voorkomen (laag 1). Maar ook door de gevolgen van een eventuele overstroming te beperken (laag 2). Of door een goede rampenbeheersing (laag 3). Dit wordt 'meerlaagsveiligheid' genoemd. In het MIRT-onderzoek is in opdracht van Rijkswaterstaat verkend of de toepassing van het concept meerlaagsveiligheid kansen biedt voor het eiland Marken.

Van strategieën naar oplossingen

Het 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 oplossingen. Van deze oplossingen worden er bestuurlijk drie gekozen, die na het MIRT-onderzoek nader worden verkend. Daarbij zijn ook maatregelen afgefallen. 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.

Basisveiligheid via laag 1 en 3

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.

Basisveiligheid via alle lagen

In één oplossing wordt de basisveiligheid in beginsel ook via laag 1 geborgd, maar wordt op lange termijn 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.

Differentiatie in de zijden van het eiland en in de tijd

Een belangrijk uitgangspunt/criterium bij het ontwikkelen en uitwerken van de oplossingen is dat er rekening wordt gehouden met de verschillende omstandigheden van de drie zijdes van het eiland, zoals wind, golven en de natuur van het Markermeer en de Gouwzee. Ook kijken we naar de kenmerken van de kade: de smalle kruin van de west- en zuidkade en de bredere noordkade. Daarbij is in alle oplossingen aandacht voor de samenhang van de ringkade als geheel en voor maatwerk voor de bijzondere plekken daarbinnen, zoals de Rozewerf en de haven. Ook wordt in alle oplossingsrichtingen het vergroten van de recreatieve gebruikswaarde van het eiland en met name van de kade - waar het recreatief gebruik zich nu concentreert - meegenomen als meekoppelkans.

Ook differentiatie in de tijd vormt een cruciaal criterium voor alle oplossingen. Dit heeft in de eerste plaats te maken met de omgang met zetting. Door vaker te versterken hoeft de kade minder ver opgehoogd te worden en wordt zetting als gevolg van het extra opgebrachte grond geminimaliseerd. De kruin kan hierdoor lager blijven en het profiel van de kade compact. Indien er gekozen wordt voor een langere versterkingsduur (bv 50 jaar) moet er voor een reguliere dijkversterking veel overhoogte worden aangebracht en wordt het interessant om te kijken naar andere oplossingen, zoals een zettingsvrije aanleg. Voor alle oplossingen is het van belang dat de kering goed onderhouden kan worden.

Oplossing 1: Nieuwe kade

Het uitgangspunt van deze oplossing is het beperken van zetting door een nieuwe kade aan de zuid- en westzijde van het eiland aan te leggen op grondverbetering. Dit voorstel is door de werkgroep dijkversterking van de Eilandraad van Marken ingebracht. De kade moet voor een langere periode (minimaal 50 jaar) voldoen. Daarna zal de kade mogelijk weer versterkt moeten worden. Basisveiligheid wordt gerealiseerd door maatregelen in laag 1 en laag 3 (basispakket). Er worden geen maatregelen getroffen in laag 2.

De slappe veengrond onder de nieuwe kade wordt eerst afgegraven en vervangen door zand, waardoor een stabiele ondergrond ontstaat en de kade minder gevoelig is voor zetting. De kruin komt op ca. +1,8m NAP te liggen. De huidige kade wordt na de aanleg van de nieuwe kade afgegraven. De kruin van de nieuwe kade schuift dus naar buiten. De nieuwe kade is onderhoudsvriendelijk. Langs het binnentalud komt een onderhoudspad. Dit pad kan ook als wandelpad gebruikt worden en vergroot de recreatieve gebruiksruimte op het eiland (meekoppelkans). Aandachtspunt bij de aanleg van de nieuwe kade is de inpassing van de Rozewerf en de haven.



Voor de noordkade is de versterkingsopgave nog onduidelijk. Uitgangspunt voor deze oplossing is, net als in de andere oplossingen, dat de versterkingsopgave binnen het huidige ruimtebeslag van de kade op te lossen is. Hierbij is de ambitie om het profiel dat nu heel breed is en geen markante kruin kent op termijn weer markanter te maken.

Oplossing 2: Overslagbestendige kade

In deze oplossing wordt de zuidkade bestand gemaakt tegen water dat over de kade heen kan slaan. Hierdoor kan de kade, die gedimensioneerd wordt om 50 jaar te voldoen, lager blijven dan wanneer er voor een reguliere versterking zou worden gekozen. Bijkomend voordeel is dat er door deze lagere hoogte tevens minder zetting optreedt. Voor de west- en noordkade wordt ingezet op een andere versterkingsstrategie. Basisveiligheid wordt gerealiseerd door maatregelen in laag 1 en laag 3 (basispakket). Er worden geen maatregelen getroffen in laag 2.



De zuidkade wordt overslagbestendig gemaakt door erosiebestendige klei aan te brengen en het binnentalud te verflauwen naar 1:3. De kruin komt op +1,8m NAP te liggen. Bij een reguliere versterking zou dit ruim boven de +2 m NAP zijn. De kruin van de kade blijft smal (2,5 - 3 m). Er wordt voorgesteld om twee rijbanen aan te leggen in plaats van het huidige smalle klinkerpad. Dit maakt de kruin beter berijdbaar voor onderhoudsvoertuigen en fietsers/wandelaars met behoud van de groene, landschappelijke uitstraling van de kruin.

Een overslagbestendige kade is voor de westkade niet interessant omdat voor dit dijktracé golfloop geen factor van betekenis is. Daarnaast ligt het dorpsgebied van Marken, waar overslagwater niet gewenst is, direct achter de kade. Er wordt daarom gekozen voor een reguliere versterking. Om voor 50 jaar te voldoen betekent dit dat de kade opgehoogd moet worden naar +2m NAP. Ook dient er een binnenberm aangelegd te worden t.b.v. de binnenwaartse stabiliteit waarop delen van deze kade zijn afgekeurd. Hierdoor zal de kadesloot binnenwaarts verplaatst moeten worden en is extra grondaankoop noodzakelijk. De binnenberm loopt flauw af (ca. 1:8) en gaat over in een natuurlijke oever. Deze kan benut worden voor recreatief medegebruik van de kade. De natuurlijke oever heeft ecologische waarde en draagt bij aan een goede landschappelijke inpassing van de kade.

Oplossing 3: Waterkerende oeverzone

In deze oplossing worden aan de Markermeerzijde van het eiland een oeverzone aangelegd. Hierdoor wordt de golfploop geremd, waardoor de kruin van de kade lager kan blijven. Daarbij wordt gerefereerd aan de historische contour van het eiland in de 17e eeuw (cultuur-historische betekenis). Ook wordt bijgedragen aan een verbetering van de waterkwaliteit van het gehele Markermeer. De vooroevers kunnen deels toegankelijk gemaakt worden en krijgen zo ook recreatieve betekenis (laarzenpad, evt. gedeeltelijke openstelling of onder begeleiding van een gids). De oeverzone komt op enige afstand van het eiland af te liggen. Hierdoor blijft het vrije uitzicht vanaf het eiland over water behouden. De oeverzone zal regelmatig onderhouden moeten worden om hun waterkerende functie te behouden.



De kades worden versterkt om voor 25 jaar te voldoen, daarna zullen ze weer versterkt moeten worden. Door voor een iets kortere versterkingscyclus te kiezen hoeven de kades minder hoog te worden. De versterking van de zuidkade bestaat uit een verhoging tot +1,8m NAP, het verflauwen van het binnentalud tot 1:3 en de aanleg van een buitenberm. Deze berm fungeert als golfbreker en biedt tevens ruimte voor onderhoud en recreatief gebruik. Omdat golfploop geen bepalende factor is in de veiligheidsopgave, wordt voor de westkade ingezet op een andere strategie. Er wordt gekozen voor een binnenwaartse versterking zonder vooroevers. Dit is vergelijkbaar met het profiel van de westkade binnen oplossing Over-slagbestendige kade, maar dan voor 25 jaar. Dit betekent dat de binnenberm minder breed hoeft te worden en de kruin minder hoog. Basisveiligheid wordt gerealiseerd door maatregelen in laag 1 en laag 3 (basispakket).

Oplossing 4: Kortcyclische versterking van de kade

De kern van deze oplossing is dat de kade om de 12 jaar in aansluiting op de toetsrondes wordt versterkt. Hierdoor hoeft er minder opgehoogd te worden waardoor de mate van zetting beperkt wordt. De kruin blijft hierdoor lager en het profiel compact. De huidige kwaliteiten van de kade blijven grotendeels behouden. Basisveiligheid wordt gerealiseerd door maatregelen in laag 1 en laag 3 (basispakket). Er worden geen maatregelen getroffen in laag 2.



Het profiel van de zuid- en westkade wordt op een aantal punten aangepast om aan de versterkingsopgave te kunnen voldoen en om de onderhoudbaarheid van de kade te verbeteren. Het binnentalud wordt verflauwd naar 1:3. Dit vergroot de stabiliteit van de kade en maakt het onderhoud makkelijker. Ten behoeve van de stabiliteit wordt de kadesloot versmald. Er wordt voorgesteld om twee rijbanen aan te leggen in plaats van het huidige smalle klinkerpad. Dit maakt de kruin beter bereikbaar voor onderhoudsvoertuigen en fietsers/wandelaars met behoud van de groene, landschappelijke uitstraling van de kruin. Het buitentalud wordt onder profiel gebracht, zetsteen opnieuw aangebracht en het stortsteen in de oeverlijn wordt aangevuld.

Uitgangspunt voor de noordkade is net als in de andere oplossingen dat de versterkingsopgave binnen het huidig ruimtebeslag van de kade te realiseren is. Hierbij is de ambitie om het profiel dat nu heel breed en log is op termijn weer markanter te maken. Daartoe wordt het profiel bij elke benodigde verhoging stapsgewijs geherprofileerd.

Oplossing 5: Kortcyclische versterking van de kade en waterrobuust ontwikkelen

In deze oplossing wordt een kortcyclische versterking van de kade gecombineerd met een strategie om het eiland op lange termijn waterrobuust te maken. Er wordt de komende decennia gewerkt aan verschillende maatregelen die bijdragen aan een veiliger woon- en leefgebied en die daarnaast de unieke kwaliteiten van Marken als enige poldereiland in het Markermeer versterken.

Basisveiligheid wordt op de korte termijn gerealiseerd door maatregelen in laag 1 en laag 3. Aanvullend worden ook maatregelen genomen in laag 2 en extra maatregelen in laag 3. Deze worden naar de toekomst toe steeds verder uitgebouwd. Op langere termijn is het daardoor mogelijk om basisveiligheid te realiseren door een combinatie van maatregelen in de drie lagen waardoor de norm van de kade omlaag kan.



Er is nog veel onzekerheid over de maatregelen die waterrobuust ontwikkelen behelst en de tijd die het kost om dit uit te voeren. Dit dient in een vervolg verder onderzocht te worden. Uitgangspunt is in ieder geval dat alle toekomstige ontwikkelingen op Marken waterrobuust worden uitgevoerd. Daarnaast zijn er mogelijkheden om de huidige bebouwing waterbestendig te maken. Denk hierbij aan het 'waterdicht' maken (bv. met schotten/luiken) van bestaande woningen zodat schade bij een eventuele overstroming beperkt wordt. Individuele gebouwen kunnen ook worden opgehoogd (bv., door ze op te vijzelen), of buurten kunnen worden beschermd door een extra lokale kade. Deze opgave kan lokaal wellicht gekoppeld worden aan de funderingsopgave van de woningen als gevolg van bodemdaling.

In deze oplossingsrichting is ook opgenomen dat gekoppeld aan het toekomstig groot onderhoud de Kruisbaakweg opgehoogd zou kunnen worden. Deze weg ligt nu al enigszins verhoogd in het landschap. Door deze iets op te hogen kan de Kruisbaakweg bij een overstroming toegankelijk blijven voor hulpdiensten.

Voor laag 3 wordt ingezet op een uitgebreid pakket aan maatregelen. Het gaat hierbij zowel om organisatorische maatregelen (zoals tijdig waarschuwen), een aantal fysieke maatregelen om te zorgen voor een aantal basisvoorzieningen (inrichten dorpshuis, ophogen Kruisbaakweg). Tot slot is het van belang om te onderzoeken hoe omgegaan kan worden met schade aan de omgeving (bijvoorbeeld door de haalbaarheid van een schaderegeling te onderzoeken).

Beoordeling en keuze kansrijke oplossingen

De oplossingen zijn in overleg met medewerkers van gemeente Waterland, provincie Noord-Holland, hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier (experts) en bewoners besproken en beoordeeld. Vanwege het iteratieve proces van totstandkoming van de oplossingen zijn niet alle oplossingen door elke partij beoordeeld. De nadruk lag met name op de vertaling van de input uit het ontwerpatelier op basis van expert judgement. Gebruik is gemaakt van de beoordelingscriteria die tot stand zijn gekomen binnen het breed projectteam (Rijkswaterstaat en partners) en na overleg met het Regionaal Bestuurlijk Overleg (RBO) en is gebaseerd op de STOWA methodiek. Vanwege het unieke karakter van Marken zijn algemene criteria vertaald naar Marken. Daarbij is een reeks met aspecten beoordeeld, te weten: waterveiligheid, ruimtelijke kwaliteit, natuur, uitvoering, beheer en onderhoud, kosten, draagvlak en borging. De beoordeling van voor- en nadelen hangt af van de lokale context en is nodig voor het maken bestuurlijke keuzes voor de verdere uitwerking van kansrijke oplossingen in de volgende fase. In een apart notitie Beoordelingsmethodiek is beschreven hoe de set beoordelingscriteria is opgebouwd en op welke wijze de strategieën meerlaagsveiligheid ten opzichte van elkaar worden beoordeeld.

In het kader van het MIRT-onderzoek zijn de kosten voor de inrichting en het beheer geraamd met een nauwkeurigheid van 50%. Dat maakt een zeer globale afweging op kosten mogelijk. In het vervolg van dit onderzoek is aanvullend onderzoek nodig om onzekerheden verder uit te sluiten.

Vergelijking bandbreedte investerings- en beheerkosten oplossingen incl. BTW

Oplossing	Investeringskosten		Beheerkosten	
	Ondergrens	Bovengrens	Ondergrens	Bovengrens
De nieuwe dijk	22	67	1	4
Overslagbestendige kade	11	33	3	9
Waterkerende oeverzone	14	42	3	9
Kortcyclische kadeversterking	9	27	2	7
Kortcyclische kadeversterking en waterrobuust ontwikkelen*	14	41	2	7

* In de raming van kortcyclische kadeversterking en waterrobuust ontwikkelen zijn de kosten voor het waterrobuust maken van bebouwing niet meegenomen. De investeringskosten zullen daarom hoger zijn dan hier weergegeven.



INLEIDING

1.1 Aanleiding

De primaire waterkering die Marken beschermt, voldoet op trajecten niet aan de vigerende norm (overschrijdingskans 1/1250 per jaar). Bij de uitwerking van de versterking in het kader van het Hoogwaterbeschermingsprogramma 2 (HWBP2) is gebleken dat het toenmalige ontwerp niet kon rekenen op draagvlak in de regio vanwege het ruimtebeslag en effect op het landschap. Daarnaast waren de kosten van de voorgestelde oplossing hoger dan het beschikbare HWBP2 budget. Dit was voor Rijkswaterstaat als beheerder aanleiding om een verkenning naar de mogelijke toepassing van het concept meerlaagsveiligheid uit te laten voeren (Verkenning meerlaagsveiligheid Marken, HKV, aug. 2013). De resultaten van deze verkenning zijn tijdens een regionaal bestuurlijk overleg (RBO) op 28 augustus 2013 besproken. Geadviseerd werd om een Pilot te starten, waarin de mogelijkheden van meerlaagsveiligheid van Marken worden onderzocht. Op 10 september 2013 heeft de minister het bestuurlijk advies uit de regio bekrachtigd. Besloten is de pilot te starten met een MIRT Onderzoek getiteld 'Pilot Meerlaagsveiligheid Marken'. Marken is één van de drie landelijke MIRT pilots waarin onderzocht wordt op welke wijze het concept meerlaagsveiligheid kan helpen bij het realiseren van veiligheid.

De 'Pilot Meerlaagsveiligheid Marken' heeft een dubbeldoelstelling:

- Maatwerkoplossing in beeld krijgen die voldoen aan de maatschappelijke waterveiligheidseisen en die rekening houden met de karakteristieken op Marken, en
- Kennis en ervaring opdoen voor de toepasbaarheid van meerlaagsveiligheid, ook in andere situaties.

De Pilot bestaat uit vier sporen die hier voor de volledigheid worden benoemd:

- **Spoor A. Maatwerk waterveiligheid voor Marken:** dit is de scope van deze notitie;
- **Spoor B. Governance:** hierbij gaat het om de juridische, financiële en bestuurlijke borging van de maatregelen in de drie lagen van meerlaagsveiligheid;
- **Spoor C. Leren en evalueren:** als nevendoelelstelling van de pilot neemt de opdrachtgever actief deel aan werkbezoeken aan de andere pilots en gesprekken met Deltaprogramma Nieuwbouw en Herstructurering, ideeën die worden opgedaan worden als inspiratie meegenomen in het MIRT Onderzoek;
- **Spoor D. Tussentijdse veiligheid:** is het tussentijds borgen van de hoogwaterveiligheid.

Door deze pilot schuift het moment van realiseren van de definitieve oplossing in de tijd naar achteren. Daarnaast is er sprake van achterstallig onderhoud aan de omringkade van Marken. Doel van dit spoor is het tussentijds borgen van de waterveiligheid. In het kader hiervan is voortgang geboekt op zowel het 'Uitgekiend onderhoud' als de 'Toegespitste calamiteiten zorg'. Er is een inspectie uitgevoerd om te achterhalen of noodmaatregelen moeten worden getroffen wegens de stabiliteit van de omringkade, met name de zuidkade. Daaruit volgt de aanbeveling meer onderbouwing en gevoel te ontwikkelen bij de stabiliteit van met name de zuidkade, voor de komende 5 jaar. De zuidkade is in april gemaaid en op plekken ingezaaid. Er is een werkgroep calamiteiten zorg Marken in het leven geroepen, het Calamiteitenbestrijdingsplan van Rijkswaterstaat wordt geactualiseerd, de rol van Defensie wordt verkend en er wordt gewerkt aan betere waarschuwing bij dreigende omstandigheden.

De doelstelling van **Spoor A. Maatwerk waterveiligheid voor Marken** is onderzoeken welke mogelijkheden er zijn om de hoogwaterveiligheid van Marken te borgen, daarbij gebruik makend van maatregelen in laag 1 (keringen), laag 2 (ruimtelijke inrichting in het gebied achter de kering) en laag 3 (rampenbestrijding en crisisbeheersing, inclusief maatregelen gericht op evacuatie en zelfredzaamheid van de bevolking).

De uiteindelijke gekozen oplossing hoeft niet noodzakelijk maatregelen uit alle lagen te bevatten. Het gaat in dit onderzoek ook om de effecten van de oplossingen, het is uiteindelijk een keuze voor een maatschappelijke gewenste oplossing.

1.2 Doel van de voorliggende notitie

De 'Pilot Meerlaagsveiligheid Marken' is in twee fasen uitgevoerd, te weten:

Fase 1: Verkenning van de hoeken van het 'meerlaagsveiligheid' speelveld

- Analyse van de opgave en gebiedskwaliteiten (Marker Waarden);
- Het parallel ontwikkelen en uitwerken van (doordachte combinaties van) bouwstenen en denklijnen;
- Het uitwerken van zes mogelijke strategieën, inclusief beoordeling op hoofdlijnen.

Fase 2: Concretisering naar oplossingen:

- Differentiatie en aanscherping van de strategieën tot oplossingen: differentiatie binnen de dijkkring en differentiatie in de tijd;
- Het nader uitwerken van oplossingen;
- Het beoordelen van de oplossingen.

In fase 1 zijn diverse bouwstenen - een mix van maatregelen - ontwikkeld. Dit resulteerde in strategieën; samenhangende combinaties van bouwstenen in de drie lagen (zie I.[7]). Deze notitie is het resultaat van Spoor A, fase 2. De notitie beschrijft vijf oplossingen die voortkomen uit (een combinatie van) bouwstenen uit de strategieën die in fase 1 zijn uitgewerkt (zie I.[7]). Binnen iedere oplossing is nagedacht over een samenhangend pakket maatregelen, gericht op het voorkomen van overstromingen en het beperken van de gevolgen in termen van schade en slachtoffers. Op basis van de set beoordelingscriteria zijn de oplossingen op hoofdlijnen beoordeeld langs een set beoordelingscriteria. Dit is gedaan op basis van expert judgements. Gedurende het proces zijn ook bouwstenen afgefallen, zie bijlage 1.

I.3 Samenwerking en besluitvorming

Ontwerpateliers Marken

Er is actief samengewerkt met de Eilandraad, Werkgroep dijkversterking van de Eilandraad Marken en bewoners (Rozewerf). Tijdens speciaal daarvoor georganiseerde ontwerpateliers, hebben zij hun kennis over de historie van Marken en hoogwaterbescherming, over de fysieke (on)mogelijkheden van bouwstenen en oplossingsrichtingen en over gewenste ontwikkelingsrichtingen ingebracht. Getracht is gezamenlijk een breed pallet aan mogelijkheden in beeld te brengen, zodat op basis daarvan een bestuurlijk besluit is te nemen. De Eilandraad heeft echter geen plan gemaakt of beslissing genomen.

Projectpartners

Rijkswaterstaat werkt in deze pilot samen met project partners. Dat zijn de provincie Noord-Holland, gemeente Waterland, Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier, Veiligheidsregio Zaanstreek - Waterland en Directoraat-Generaal Ruimte en Water van het Ministerie van Infrastructuur en Milieu. De projectpartners hebben allen deelgenomen aan de ontwerpateliers. Tevens hebben zij in het Breed Projectteam tussentijds input geleverd aan het proces.

Besluitvorming

De besluitvorming wordt voorbereid door de Stuurgroep Directeuren. Het Regionale Bestuurlijk Overleg (waarin het advies van Markers wordt meegewogen) bereid uiteindelijk een advies voor de Minister Infrastructuur en Milieu voor. Hierin zullen -indien daartoe wordt besloten- de meerlaagsveiligheids oplossingen zijn opgenomen die doorgaan naar de verkenning en planstudiefase met bijbehorende procedure. De Minister van Infrastructuur en Milieu besluit uiteindelijk.

I,4 Leeswijzer

Om de aanleiding en de gebiedsopgave die ten grondslag liggen van dit project helder te maken, omschrijven we in hoofdstuk 2 de integrale opgave. Hoofdstuk 3 gaat in op het concept meerlaagsveiligheid en de betekenis voor Marken. In de hoofdstukken 4 en 5 is aangegeven hoe de strategieën uit fase 1 in fase 2 zijn vertaald naar oplossingen. De oplossingen visualiseren we met illustraties en profielschetsen. Hoofdstuk 6 bevat een beoordeling van de vijf oplossingen op hoofdlijnen. De notitie wordt afgesloten met de belangrijkste conclusies en aanbevelingen voor het vervolg.





2 OPGAVE EN UITGANGSPUNTEN

2.1 Waterveiligheidsopgave

De waterveiligheidsopgave voor Marken waar dit MIRT onderzoek oplossingen voor aan-draagt, wordt bepaald door zowel de huidige als de verwachte toekomstige wetgeving en beleid. Dat wil zeggen, enerzijds zijn er de vigerende normen (voor Marken: 1/1250 per jaar overschrijdingskans) en de toetsing van dijken aan deze normen. Dit resulteert in een overzicht van afgekeurde dijkvakken en een versterkingsopgave. Anderzijds zijn de uitgangspunten van de nieuwe normering vastgesteld op Prinsjesdag (overstromingsrisicobenadering en basisveiligheid), waarin invulling gegeven kan worden vanuit nieuwe beleidskaders (meerlaags-veiligheid). Beide benaderingen lichten wij hier toe.

2.1.1 De huidige norm en afgekeurde kaden

Grote delen van de omringkade op Marken voldoen niet aan de norm die is vastgelegd in de Waterwet. De huidige norm voor Marken is 1/1250 per jaar. Deze norm is gedefinieerd als de overschrijdingskans van de toetswaterstand in het Markermeer: de dijken van Marken moeten bestand zijn tegen waterstanden die gemiddeld eens in de 1250 jaar worden overschreden.

Sinds 1996 worden de dijken hierop periodiek getoetst. Aan alle zijden van Marken zijn tekortkomingen geconstateerd. Uit de tweede toetsronde (2001-2006) is gebleken dat grote delen van de zuidkade en westkade niet voldoen door tekortkomingen in hoogte, stabiliteit van het binnentalud en steenbekleding. In de derde toetsronde (2006-2011) is de noordkade afgekeurd door een tekort aan stabiliteit van het binnentalud. Figuur 1 geeft een overzicht van de toetsresultaten uit de tweede en derde toetsronde.

Rondom de beoordeling van de noordkade heersen nog twijfels. Het binnentalud van de noordkade zou over vrijwel het gehele traject tekortschieten in stabiliteit, terwijl dit probleem op de west- en zuidkade slechts op enkele locaties een rol speelt. Dit is moeilijk te rijmen met het feit dat de noordkade breder en hoger is dan de west- en zuidkade. De noordkade is daarom momenteel onderwerp van nader onderzoek.

In dit MIRT-onderzoek beschouwen we, conform de bestuurlijke wens, alle afgekeurde delen van de omringkade als onderdeel van de waterveiligheidsopgave, inclusief de noordkade.

Wanneer uit aanvullend onderzoek blijkt dat de noordkade toch voldoet aan de eisen, dan kan vanuit waterveiligheidsperspectief de noordkade buiten beschouwing worden gelaten. Dat laat onverlet dat er een onderhoudsopgave ligt op de noordkade.

2.1.2 Overstap naar een benadering op basis van overstromingsrisico

De huidige normen in de Waterwet hebben betrekking op overschrijdingskansen van maatgevende waterstanden. De toekomstige normen voor waterkeringen hebben betrekking op overstromingskansen, en zijn ontwikkeld binnen het Deltaprogramma op basis van een overstromingsrisico-benadering (zie [19]).

In deze benadering wordt expliciet rekening gehouden met de gevolgen van overstromingen: naarmate de gevolgen groter zijn, worden er strengere eisen gesteld aan de overstromingskansen van de waterkering. Daarnaast kunnen eveneens maatregelen worden getroffen om de gevolgen van overstromingen zelf te beperken. Het concept meerlaagsveiligheid biedt hiervoor de handvatten. In hoofdstuk 3 bespreken we dit concept in meer detail. Het is belangrijk om op te merken dat de overstromingskansen uit het Deltaprogramma verschillen van de overschrijdingskansen die (nu nog) in de Waterwet staan. Het feit dat een bepaalde waterstand wordt overschreden betekent niet automatisch dat de waterkering ook precies bij die waterstand overstroomt (of bezwijkt).

Een waterkering kan bijvoorbeeld al bij lagere waterstanden bezwijken als gevolg van een tekort aan sterkte of stabiliteit. Door alle mogelijke bezwijkmechanismen te beschouwen, kan een betere inschatting worden gemaakt van de werkelijke overstromingskans van de waterkeringen en van de dijkkring als geheel. De overschrijdingskans die nu in de Waterwet staat (1/1250 per jaar) kan dus niet worden vergeleken met de overstromingskansen uit het Deltaprogramma (de voorgestelde overstromingskansen voor Marken is 1/300 per jaar). Bijvoorbeeld, hoewel de norm in de Waterwet intuïtief strenger lijkt, leidt de norm voor overstromingskansen uit het Deltaprogramma tot een hogere waterkering (verschil orde grootte 10 cm). In paragraaf 3.2 wordt dit in meer detail toegelicht.

De norm voor de overstromingskans wordt berekend ervan uitgaande dat de waterveiligheid in laag 1 gerealiseerd wordt. Voor het afleiden van de norm worden in het Deltaprogramma twee criteria gehanteerd:

- De optimale overstromingskans (op basis van een MKBA);
- Basisveiligheid (op basis van het lokaal individueel risico, LIR).

MKBA

De optimale overstromingskans wordt bepaald op basis van een MKBA, waarin enerzijds de omvang van schade en slachtoffers en anderzijds de kosten voor dijkversterking een rol spelen. Hoe groter de omvang van schade en slachtoffers, hoe groter de te beschermen waarden, hoe strenger de norm. Bij de kosten werkt het juist andersom. Hogere kosten voor dijkversterking leiden tot een minder strenge norm. Voor Marken is de optimale norm op basis van een MKBA 1/300 per jaar.

Basisveiligheid

In het nieuwe waterbeleid is het voornemen om iedereen die in een dijkkringgebied woont een zekere basisveiligheid te bieden. Basisveiligheid betekent dat de kans om te overlijden als gevolg van een overstroming op een bepaalde locatie jaarlijks niet groter mag zijn dan 1:100.000. Deze basisveiligheid wordt geboden op iedere locatie ongeacht of daar iemand woont. In het Deltaprogramma is de norm voor basisveiligheid terugvertaald naar de eisen die aan de waterkering worden gesteld. Voor Marken komt dit neer op een norm van 1:300 per jaar. Dus, zowel de MKBA als basisveiligheid leiden op Marken tot een norm voor de overstromingskans van 1/300 per jaar.

Inschatting van de huidige overstromingskans van Marken

Veiligheid Nederland in Kaart 2 (VНК2) is het project dat overstromingsrisico's in Nederland in kaart brengt [1]. VНК2 betreft een onderzoekstraject en is geen wettelijke grondslag voor dijkversterking. Bovendien is de methode anders dan bij een toetsing. Voor dijkkring 13b van Marken zijn bijvoorbeeld alleen stabiliteitsberekeningen uitgevoerd op locaties die naar verwachting een significante bijdrage leveren aan de overstromingskans. Er is daarom op basis van VНК2 geen totaalbeeld van de faalkans voor het faalmechanisme macrostabiliteit. Dijkversterking vindt plaats naar aanleiding van resultaten uit de periodieke toetsing (in het kader van de Waterwet). De resultaten uit VНК2 kunnen wel beschouwd worden als state-of-the-art, en worden bijvoorbeeld binnen HWBP2 gebruikt om te prioriteren tussen dijkringen. Ook bij het ontwikkelen van de methode voor de normering uit het Deltaprogramma heeft de kennis die in VНК is opgedaan een belangrijke rol gespeeld. Het is daarom van belang om de inzichten vanuit VНК2 mee te nemen in het MIRT-onderzoek voor Marken. Gegeven de huidige inzichten uit het project Veiligheid Nederland in Kaart (VНК2) wordt de overstromingskans van Marken momenteel ingeschat op ongeveer 1/100 per jaar.

Deze overstromingskans wordt gedomineerd door een beperkt aantal dijkvakken die een relatief grote bijdrage leveren aan de overstromingskans. Het faalmechanisme overloop en overslag is hierin bepalend. In Figuur 2 gaat het om een drietal dijkvakken die een hoogte-tekort hebben (faalkansen van 1/100 per jaar, 1/240 per jaar en 1/840 per jaar). Deze drie

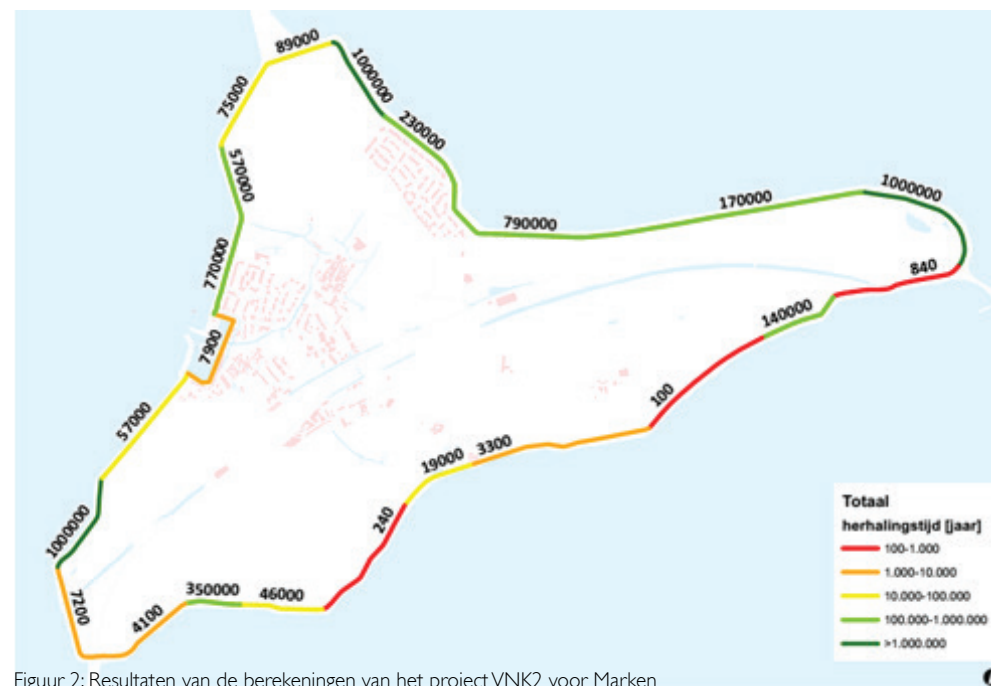
dijkvakken hebben een gezamenlijke lengte van 1,4 km. Daarnaast is er één dijkvak dat relatief zwak scoort op stabiliteit (dijkvak met faalkans van 1/7.200 per jaar).

Hoewel de faalkans van dit vak klein lijkt, levert deze toch een relatief grote bijdrage aan de overstromingskans van de dijkkring. Dit komt doordat het lengte-effect van dit faalmechanisme relatief groot is in vergelijking met andere faalmechanismen zoals overloop- en golfoverslag (zie [3])¹[3]. Dit dijkvak heeft een lengte van 0,4 km.

Omstandigheden die aanleiding geven tot een dreigende overstroming

De dijken van het eiland Marken worden belast door een combinatie van waterstanden en golven (zie [20]). Hoge waterstanden zijn het gevolg van verhoogde Markermeerpeilen in combinatie met windopzet:

- Het meerpeil is het waterpeil op het meer op een zeker tijdstip. Het meerpeil verandert in de tijd onder invloed van aan- en afvoer van water, uitgeslagen polderwater, afvoer van water door spuisluizen in de Afsluitdijk, neerslag en verdamping.
- De wind zorgt voor scheefstand van het wateroppervlak. De wind zorgt voor opwaaiing/windopzet aan de zijde van het meer waar de wind naartoe waait, en voor afwaaiing aan de zijde van het meer waar de wind vandaan komt.
- De wind zorgt ook voor golfoploop tegen de oever, bijvoorbeeld tegen een bestaande dijk. Een vereiste dijkhoogte onder stormcondities dient dan ook rekening te houden met het meerpeil, de bijdrage van scheefstand (windopzet) en golfoploop. Voor de meeste locaties is de kans het grootst dat de wind tijdens falen uit noordoostelijke richtingen komt.



Figuur 2: Resultaten van de berekeningen van het project VНК2 voor Marken

Verwachte aantallen slachtoffers in geval van een overstroming

Slachtofferanalyses voor Marken (met HIS-SSM) geven aan dat het aantal slachtoffers in geval van een overstroming in de huidige situatie beperkt zal zijn (0 tot 5). Dit komt vooral doordat de waterdiepte op locaties waar huizen staan beperkt is. Overigens wil deze schatting niet zeggen dat er niet meer dan vijf slachtoffers kunnen vallen. Het werkelijke aantal slachtoffers hangt vooral af van de omstandigheden en het gedrag van mensen. Met goede rampenplannen en evacuatiestrategieën kan de kans op slachtoffers worden beperkt. Daarnaast kan het verbeteren van de 'leefbaarheid' tijdens een overstroming een argument zijn om goede evacuatieplannen te maken. Met leefbaarheid wordt hier bedoeld dat in primaire levensbehoeften wordt voorzien, en schrijnende situaties worden voorkomen.

2.1.3 Beheer en onderhoud

Naast het bieden van basisveiligheid, bestaat er tevens een zorgplicht. De zorgplicht heeft betrekking op het adequaat beheren en onderhouden van waterkeringen. Op Marken is al lange tijd sprake van achterstallig onderhoud. Voor grote delen van de westelijke en zuidelijke omringkade geldt dat de algehele conditie hierdoor zeer matig is. Dit komt met name tot uiting in de volgende aspecten:

- Er is sprake van een gedeformeerde en weinig samenhangende steenbekleding;
- De kwaliteit van de grasmat op het binnentalud is slecht;
- De bestrating van het fietspad op de kruin is in zeer slechte conditie.

Op sommige locaties heeft dat zelfs geleid tot een afkeuring bij de toetsing. De zorgplicht betekent voor de opgave dat het onderhoud technisch (bv. toegankelijkheid van de dijk) en procedureel (bv. onderhoudscontracten) goed uitvoerbaar moet zijn.

2.1.4 De waterveiligheidsopgave voor Marken

Samengevat komt de opgave voor Marken op het volgende neer:

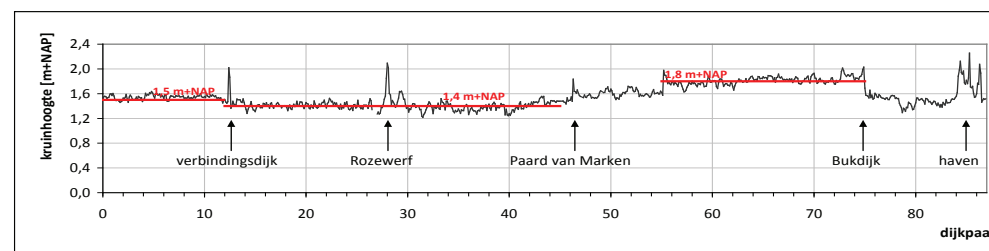
De opgave is om basisveiligheid op Marken te realiseren in combinatie met een reductie van het schade en slachtoffer risico door samenhangende maatregelenpakketten op te stellen, waarbij gebruik wordt gemaakt van het concept Meerlaagsveiligheid. Basisveiligheid en een kosten-baten afweging van maatregelen vormen samen de grondslag voor de waterveiligheidsoplossing. De oplossing kan bestaan uit slimme combinaties van maatregelen in de lagen 1, 2 en 3. Specifiek voor laag 1 geldt dat voor versterking van de omringkade wordt uitgegaan van de zwakke plekken zoals die naar voren zijn gekomen in de toetsing (afgekeurde dijkvakken) en van de inzichten uit VNK2. Verder dienen mogelijkheden voor de uitvoering van het beheer en onderhoud van de omringkade verbeterd te worden.

2.2 Gebiedsopgave

Afgezien van bovenstaande waterveiligheidsopgave is er een aantal technische en landschappelijke karakteristieken van Marken van belang bij het bepalen van de integrale opgave. Het gaat hierbij om de karakteristieken van de omringkade, de zettingproblematiek, natuur, landschap en onderhoud. In de navolgende paragrafen worden deze karakteristieken puntsgewijs behandeld. In bijlage 7 is een notitie opgenomen die ingaat op de aanwezige technische achtergrondinformatie.

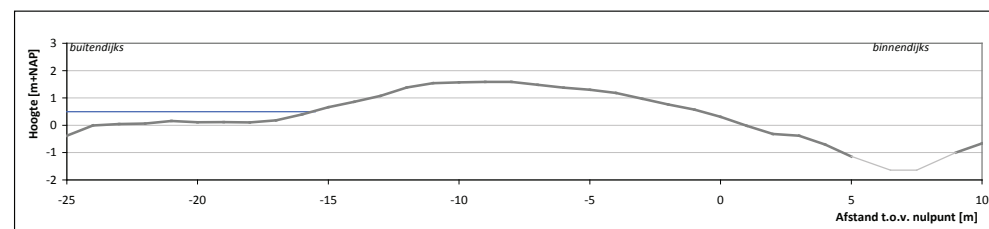
2.2.1 Probleemanalyse: huidige kade

De huidige kruinhoogte van de omringkade bedraagt gemiddeld 1,5 m+NAP. De noordkade ligt gemiddeld 0,3-0,4 m hoger dan de Zuid- en Westkade. De hoogte van de kruin is weergegeven in Figuur 3.

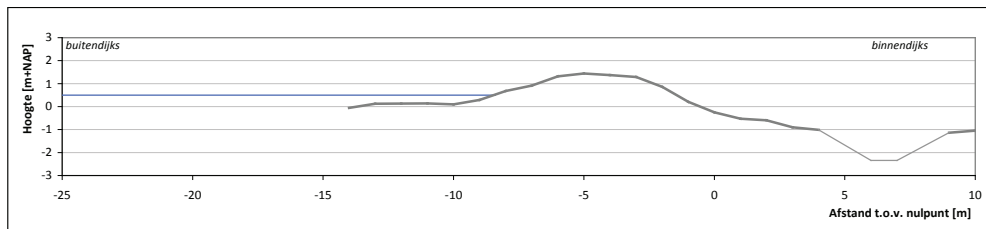


Figuur 3: Kruinhoogte o.b.v. AHN2 (2011)

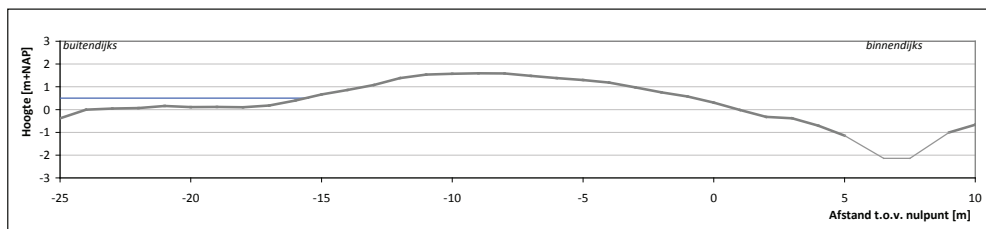
De geometrie van de huidige kade verschilt tussen de noordkade en de zuid- en westkade. De noordkade heeft een veel breder profiel dan de zuid- en westkade (zie figuren) en is bovendien hoger. Dit is het gevolg van de versterking van de noordkade in de jaren '80. Na deze dijkversterking heeft veel zetting plaatsgevonden (zie 3.2.3).



Figuur 4: Profiel noordkade



Figuur 5: Profiel zuidkade



Figuur 6: Profiel westkade

2.2.2 Probleemanalyse: bodemopbouw

De bodemopbouw van Marken wordt gekenmerkt door de aanwezigheid van een veenpakket van circa 4 m dik. Omdat de ondergrond ter plaatse van de waterkering al gedurende enkele decennia is belast, is ter plaatse van de kades de veenlaag dunner. Deze heeft hier een dikte van circa 2 m.

Op basis van geotechnisch onderzoek is vastgesteld dat de bodem als volgt opgebouwd:

- Direct onder het maaiveld bevindt zich een kleilaag met een dikte van circa 0,5-1,0 m.
- Daaronder bevindt zich een veenpakket met een dikte van 3 à 4 m.
- Onder het veen is een kleilaag aanwezig met een variërende dikte.
- Onder deze kleilaag bevindt zich tot een diepte van circa -14 m+NAP een holocene laag die bestaat uit zandige klei en/of kleig zand.
- Op een diepte van circa -14 m+NAP begint de pleistocene zandlaag.

Ter illustratie is een boring die kenmerkend is voor het gebied weergegeven opgenomen in bijlage 7.

2.2.3 Probleemanalyse: Bodemdaling en zetting

De bodem op Marken bestaat, net als in grote delen van west Nederland, uit venen en kleien. Beide bodemtypen zijn zettingsgevoelig. Dit betekent dat door het vergroten van belasting van bovenaf of verlaging van de grondwaterstand de bodem samen wordt gedrukt en het maaiveld zakt. Zetting van de bodem is een onomkeerbaar proces.

Omdat op Marken de grondwaterstand fluctueert in het kleidek dat bovenop een veenlaag ligt, is hier sprake van klink van klei en/of samendrukking van het veen. Er is geen sprake van veenoxidatie of -degradatie, omdat de veenlaag onder de gemiddeld laagste grondwaterstand ligt. Zetting heeft tot gevolg dat het maaiveld daalt.

Om in landelijk gebied te voorkomen dat land onbruikbaar wordt, wordt periodiek het oppervlaktewaterpeil verlaagd. Hierdoor blijft het verschil tussen maaiveld en oppervlaktewaterpeil (de drooglegging) gelijk. Dit houdt echter het zettingsproces in stand, doordat de nieuwe peilverlaging weer zetting initieert.

Bijlage 7 gaat in op de probleemanalyse voor wat betreft bodemdaling en zetting. De bijlage beschrijft bodemdaling en zetting vanuit het historisch perspectief, inclusief de eerdere dijkversterkingen en de gevolgen daarvan op de bodemdaling en zetting.

Huidige situatie

Door de aanwezigheid van een dikke veenlaag in de ondergrond, daalt op Marken zowel het maaiveld als de kruin van dijk. Kruindaling is het gevolg van vier oorzaken:

1. Zetting: consolidatie van de ondergrond als gevolg van het aanbrengen van extra gewicht tijdens de laatste dijkversterking.
2. Klink: inklinking van de tijdens de laatste dijkversterking opgebrachte grond.
3. Autonome bodemdaling: daling van de slappe bodem als gevolg van bemaling van de polder.
4. Tektonische kanteling: daling van de bodem door geologische verschijnselen.

Uit metingen is gebleken dat momenteel het effect van de voorgaande dijkversterking groten-deels is uitgewerkt (1 en 2). Bij het HWBP2 ontwerp is de berekende optredende zetting en klink (1 en 2) als gevolg van de ophoging circa 1,0-1,5 m l.[12]. Bij de berekening van zetting en klink is geen onderscheid gemaakt tussen beide componenten.

In de huidige situatie is er nog een doorgaande kruindaling als gevolg van de oorzaken 3 en 4. Deze bedraagt afhankelijk van de locatie 2 tot 7 mm per jaar l.[11].

In Tabel 1 is een overzicht gegeven van de te verwachten kruinhoogtedaling. In de huidige fase van het project wordt rekening gehouden met autonome bodemdaling en tektonische kanteling. Deze zijn verwerkt in de ontwerphoogte.

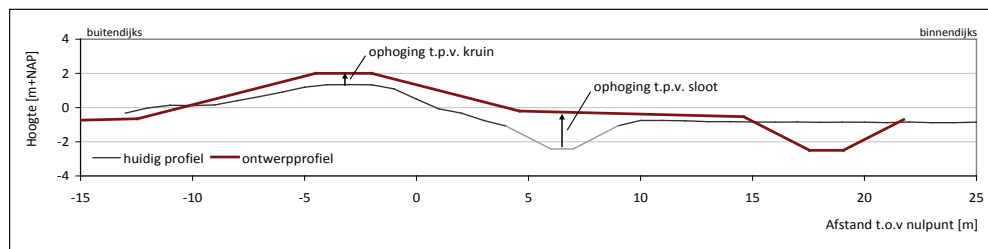
Tabel 1: Kruinhoogtedaling

fenomeen	ordegrootte	verwerkt in	
		ontwerphoogte	aanleghoogte
zetting ter plaatse van kruin	0,2 -0,3 m* in 50 jr	nee	ja
klink		nee	ja
autonome bodemdaling	2-7 mm/jaar	ja	ja
tektonische kanteling	1 mm/jaar	ja	ja

*Berekend bij HWBP2-ontwerp. De maximale zetting treedt op ter plaatse van het talud of de berm (maximaal 1,5 m).

Ongelijkmatige zetting

Bij een binnenwaartse of vierkante versterking waarbij het talud wordt verflauwd of bij het dempen van de teensloot zijn er grote verschillen in de grootte van de ophoging. De ophoging ter plaatse van de binnenteen en slootkruin zijn in dat geval veel groter dan de ophoging ter plaatse van de kruin. Dit is geïllustreerd in Figuur 7 voor een fictieve versterking. Deze verschillen in ophoging zorgen voor een ongelijkmatige zetting over het profiel. Ter plaatse van de kruin zal de zetting (veel) minder zijn dan ter plaatse van de teen. Dit effect wordt versterkt doordat ter plaatse van de kruin in het verleden al grote zettingen zijn opgetreden, waardoor de veenlaag onder de kruin voor een groot deel reeds geconsolideerd is. Ter plaatse van de sloot en de binnenteen is dit niet of veel minder het geval.



Figuur 7: Ongelijkmatige ophoging

Omgaan met zettingen in het landelijke gebied

De bodem op Marken bestaat, net als in grote delen van west Nederland, uit venen en kleien. Beide bodemtypen zijn zettinggevoelig. Dit betekent dat door het vergroten van belasting van bovenaf of verlaging van de grondwaterstand de bodem samen wordt gedrukt en het maaiveld zakt. Zetting van de bodem is een onomkeerbaar proces. Omdat op Marken de grondwaterstand fluctueert in het kleidek dat bovenop een veenlaag ligt, is hier sprake van klink van klei en/of samendrukking van het veen. Er is geen sprake van veenoxidatie of -degradatie, omdat de veenlaag onder de gemiddeld laagste grondwaterstand ligt.

Om toekomstige zetting tegen te gaan is het belangrijk om het oppervlaktewaterpeil (en daarmee het grondwaterpeil) niet verder te verlagen. Omdat dit voor de landbouwpercelen niet wenselijk is, is goed denkbaar dat in de toekomst Marken waterstaatkundig wordt opgedeeld in gebieden met functie 'stedelijk gebied' en gebieden 'landbouw'. Dergelijke versnippering van het watersysteem is niet wenselijk vanuit waterhuishoudkundig oogpunt, maar noodzakelijk vanuit de functie.

Omgaan met zettingen in stedelijk gebied

Peilverlagingen kunnen schade opleveren aan bebouwing, tot dusver niet een probleem op Marken maar gezien de toekomstige bodemdaling kan dit een probleem worden. Gebouwen die op staal staan of niet gefundeerd zijn, kunnen schade oplopen wanneer de zetting niet gelijkmatig is onder het gebouw. Bebouwing die op houten palen gefundeerd zijn, kunnen beschadigd raken door dat de houten palen worden aangetast door paalrot of paalpest. Bij bebouwing sinds de jaren '60 van de vorige eeuw zijn vrijwel altijd betonnen opalers of betonnen palen gebruikt om te voorkomen dat de palen gaan rotten bij droogvallen.

Bodemdaling en basisveiligheid

Bodemdaling kan ervoor zorgen dat in de toekomst waterdieptes als gevolg van overstromingen toenemen. In het minst gunstige scenario bedraagt de autonome bodemdaling orde grootte 35 cm. Dit is het scenario met de grootste jaarlijkse bodemdaling (7 mm per jaar) en de langste planperiode (50 jaar). In dit scenario is het effect op het LIR het grootst, omdat in dit scenario de waterdieptes het sterkst toenemen. Voor een schatting van het effect van bodemdaling op het LIR, is er van uitgegaan dat een daling van de bodem volledig doorwerkt in een toename van de waterdiepte.

De methode die is toegepast om het effect te bepalen is de methode die momenteel in het Deltaprogramma wordt gehanteerd om voor heel Nederland nieuwe normen af te leiden. De berekenende overstromingskansen waarin de bodemdaling is verdisconteerd, vallen in de normklasse waarvoor de norm van 1/300 per jaar geldt. Met andere woorden, hoewel autonome bodemdaling aanleiding geeft om iets strengere eisen te stellen aan de toelaatbare overstromingskansen, is er geen significant effect op de te hanteren norm. Zelfs in het meest ongunstige scenario heeft bodemdaling geen effect op de norm voor de overstromingskansen van de omringkade. Deze norm blijft 1/300 per jaar.

2.2.4 Dijken op Veen

'Dijken op Veen' is een innovatief onderzoeksproject dat Deltares in opdracht van en in samenwerking met het Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier en Rijkswaterstaat uitvoert. Noord-Holland is een provincie met veel dijken op veen en van deze dijken op een veenondergrond was tot nu toe weinig bekend. Het onderzoek heeft als doel om een aangepaste rekenmethodiek te ontwikkelen, specifiek voor de Markermeerdijken. Hiervoor is onder andere modelonderzoek nodig. Het onderzoek is primair gericht op het dijkversterkingstraject Hoorn – Amsterdam.

Om het onderzoek praktisch toepasbaar te maken, is in 2014 modelonderzoek uitgevoerd. In dit onderzoek wordt met centrifugeproeven onderzocht hoe een dijk zich gedraagt bij verschillend vervormingsgedrag van de ondergrond. Naar verwachting is eind 2014 is het onderzoek gereed. Er is dan een methodiek beschikbaar om de nieuwe inzichten uit het 'Dijken op veen' onderzoek toe te passen. Deze methodiek resulteert in betere sterkte-eigenschappen voor het veen dan in de huidige methodiek.

Niet in alle situaties leveren de nieuwe inzichten een beter resultaat dan de huidige methodiek. Voor de situatie op Marken zijn de nieuwe inzichten waarschijnlijke wel nuttig gezien de aanwezigheid van een dikke veenlaag in de ondergrond. Om de nieuwe inzichten toepasbaar te maken voor de situatie op Marken is wel aanvullend grondonderzoek nodig. Het beschikbare grondonderzoek is wel nuttig en bruikbaar maar dient uitgebreid te worden. Met name zijn DSS-proeven nodig om de sterkte-eigenschappen van het veen te bepalen. Deze zijn nu niet beschikbaar.

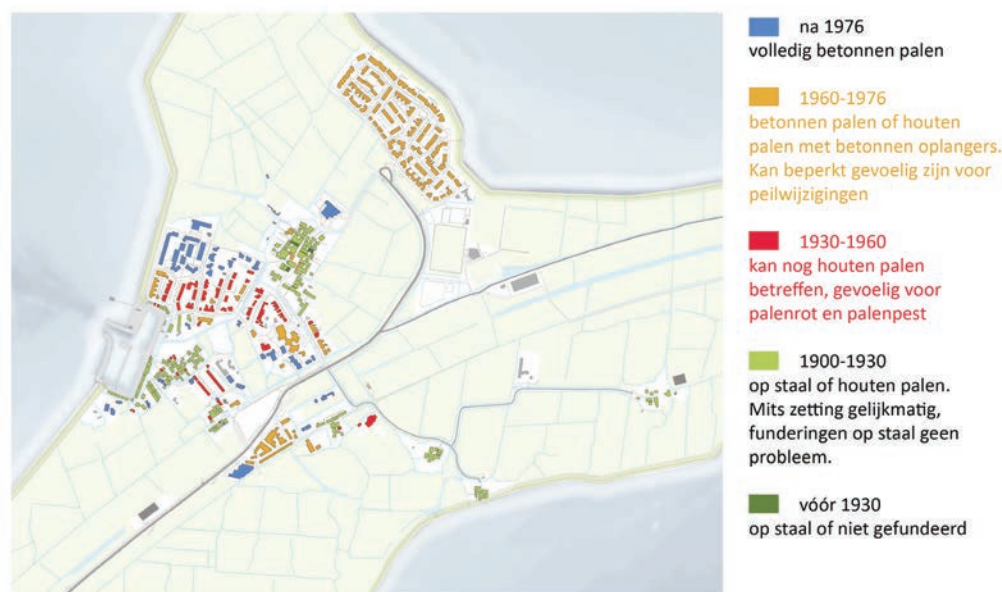
Voor de situatie op Marken kan het 'Dijken op veen' onderzoek op twee manieren van invloed te zijn:

1. De in de toetsing afgekeurde dijkvakken op macrostabiliteit kunnen met de nieuwe inzichten alsnog goedgekeurd worden. Hiermee wordt de opgave verkleind.
2. Het nieuwe ontwerp van de dijkversterking kan minder zwaar worden op basis van de nieuwe inzichten. Dit resulteert bijvoorbeeld mogelijk in een steiler talud of een kleinere berm.

2.2.5 Wonen op Marken

Marken kent een rijke cultuurhistorie waarin de relatie met het water een belangrijke rol heeft gespeeld. Het eiland kent een groot aantal rijks- en gemeentelijke monumenten, is een beschermd dorpsgezicht en de (verdrongen) werven hebben een hoge archeologische waarde.

Karakteristiek zijn de verhoogde bouwvormen (werven en paalwoningen), het extensieve gebruik van het maaiveld als hooiland en de omringkade. Na de sluiting van de Zuiderzee in 1932 zijn veel elementen zoals de verhoogde werven en paalwoningen overbodig geworden, maar deze zijn grotendeels nog wel aanwezig in het landschap en vertellen het verhaal van leven met water op Marken. De afsluiting van de Zuiderzee wordt op het eiland ervaren als een prettige afsluiting van een tijdperk.



Figuur 8: Perioden van 'eerste steen'-legging op Marken

De bebouwing op Marken stamt uit verschillende perioden. Waar op de oude werven nog bebouwing aanwezig is uit de 19e eeuw, is de Minnebuurt gebouwd in de jaren '60 en '70 van de 20e eeuw (Figuur 8). Door de bouwvoorschriften uit de verschillende perioden naast elkaar te leggen, is in te schatten hoe de funderingen eruit zien. Niet uit te sluiten valt dat in de loop van de tijd aanpassingen zijn gedaan, zoals funderingsherstel en dat de bebouwing minder gevoelig is geworden voor zettingen en/of aantasting van funderingen dan de bouwperiode doet vermoeden. Ingeschat wordt dat de opgave voor funderingsherstel op Marken, zich beperkt tot een straat in de Kets en de woningen rondom de Akkerstraat. Deze opgave lijkt te klein voor herbouw of een grootse aanpak van de woningvoorraad op Marken.

2.2.6 Natuurwaarden

Marken en omgeving hebben bijzondere ecologische kwaliteiten: buitendijks ligt het Natura2000-gebied Markermeer; het binnendijkse gebied is weidevogelgebied (EHS) en op de dijk komen bijzondere soorten als de ringslang en rivierdonderpad voor (Flora en fauna wetgeving). Werkzaamheden in en rond het voormalig eiland hebben een impact op deze natuurwaarden, soms tijdelijk en soms permanent.

Ecologische Hoofdstructuur

Een deel van het eiland maakt onderdeel uit van de Ecologische Hoofdstructuur (EHS). Alle graslanden zijn aangewezen als weidevogelleefgebied (zie I.[7]). De provincie spant zich in om duurzame weidevogelpopulaties en duurzaam beheer te bevorderen. Dit doet zij onder andere door weidevogelleefgebieden te beschermen (via artikel 25 van de Provinciale Ruimtelijke Verordening Structuurvisie (PRVS) waarin een planologisch beschermingsregime is opgenomen), door te investeren in leefgebieden en door het weidevogelbeheer te subsidiëren. In het Natuurbeheerplan 2013 zijn de beheertypenkaarten opgenomen. De EHS is grotendeels gelabeld als **kruidenrijk en faunairijk grasland** (N12.02) en deels als **vochtig weidevogelgrasland** (N13.01).

In het Natuurbeheerplan 2014 is vastgelegd dat het agrarisch land op het eiland grotendeels valt onder de beheerspakketten **Ganzenfourageergebied, Weidevogelleefgebied en Botanische waardevol grasland**.

Het Natuurbeheerplan bepaalt wat de huidige en de gewenste beheerdoelen zijn voor deze agrarische gebieden met natuurwaarden. Dit gebeurt in respectievelijk de beheertypenkaart en de ambitiekaart. De beheertypenkaart geeft alle bestaande, beheerwaardige (agrarische) natuur weer. De beheertypenkaart vormt de basis voor het verlenen van beheersubsidies. Van beheerders, ook als zij geen subsidie ontvangen, wordt verwacht dat zij hun beheer uit voeren, gericht op de instandhouding van de beheer typen. Het Natuurbeheerplan heeft geen planologische consequenties. Het planologische beleid van de provincie Noord-Holland is vastgelegd in de Structuurvisie 2040 en de PRVS.

Flora- en faunawet

Op basis van de provinciale atlassen en www.telmee.nl komen maar in beperkte mate beschermde Flora- en faunawet soorten voor op Marken. Bijzonder is het voorkomen van de strikt beschermde ringslang op de dijken. De basaltblokken van de dijk vormen tevens leefgebied van de strikt beschermde rivierdonderpad. Naast diverse vogels worden beide genoemde soorten strikt beschermd door de Flora- en faunawet (tabel 3 -soorten). Verder komen er verschillende soorten vleermuizen voor op het eiland Laativlieger; Meervleermuis, Ruige dwergvleermuis, Gewone dwergvleermuis.

Er komen geen strikt beschermde amfibieën voor; ook floristisch weinig bijzondere beschermde soorten. Voor andere soortgroepen (vlinder, libellen, zoogdieren, ongewervelde geen bijzonderheden).

Natura 2000

Marken ligt tussen het Markermeer en de Gouwe. Beide gebieden maken onderdeel uit van het Natura 2000-gebied Markermeer & IJmeer. De wateren rondom Marken zijn vogelrichtlijngebied. De Gouwe is tevens habitatrichtlijngebied vanwege het habitatype kranswieren. De kranswieren in de luwe zone van de Gouwe staan met name in een diepe zone van enkele meters tot een meter of vier. De kranswievelden van de Gouwe zijn uniek in het feit dat er met name Sterkranswier voorkomt. Naast de kranswieren komen in het Markermeer ook fonteinkruidvelden voor. Hiervoor is geen doel geformuleerd, maar de instandhouding maakt wel deel uit van de instandhouding van het leefgebied van watervogels als tafeleend en meerkoet.

Het actuele areaal kranswieren in het Markermeer (Gouwe en gebied tussen Muiden en Muiderberg) bedraagt samen 685 ha¹, het tweede grote gebied voor dit habitatype in Nederland. Voor het habitatype is een behoudsdoelstelling geformuleerd voor omvang en kwaliteit. De relatieve bijdrage van het Markermeer aan dit habitatype in Nederland is groot. Deze aanwijzing beperkt de mogelijkheden voor buitendijkse werkzaamheden en uitbreiding in het zuidelijk deel van de Gouwe. Voor uitbreiding in het habitatrichtlijngebied moet aangetoond worden dat er geen (maatschappelijk en financieel gedragen) alternatief is. Daarnaast moet er een dwingende reden zijn om in het habitatgebied uit te breiden.

Het Markermeer is met name aantrekkelijk voor trekvogels. Voor het vogelrichtlijngebied geldt dat uitbreiding buitenwaarts mogelijk is, wanneer aangetoond wordt dat de uitbreiding geen effect heeft op de instandhoudingsdoelen van het gebied. Indien er wel een effect op de instandhoudingsdoelen wordt verwacht, kan een kwaliteitsimpuls aan het resterende gebied uitkomst bieden. De natuurwaarden leggen een aantal beperkingen op aan de ruimtelijke inpassing en de wijze en tijd van uitvoering, maar ook biedt het kansen. Versterking van de ecologische kwaliteit van het Markermeer is een breed gedeelde opgave, waarop in meerdere projecten wordt ingezet (zoals Markerwadden, luwtemaatregelen Hoornse Hop, dijkversterking Hoorn-Amsterdam

2.2.7 Beheer en onderhoud

De west- en zuidkade zijn in de huidige situatie moeilijk te onderhouden. Dit is een gevolg van het steile (binnen-)talud en de sterke gewichtsbepanking. Regulier onderhoud (maaïen en afvoeren) met groot materieel is hierdoor nu uitgesloten. De noordkade is breder; met een flauwer talud en een mindere gewichtsbepanking. Hierdoor kan het onderhoud in de huidige situatie hier makkelijker uitgevoerd worden.

Bij het opstellen van schetsontwerpen is het van belang vooruit te kijken naar het toekomstig beheer en onderhoud. Niet alleen de frequentie van terugkomen voor groot onderhoud, maar ook het gemak waarmee het beheer van de kade kan worden uitgevoerd is bepalend voor de kosten op langere termijn. Daarom zijn wij uitgegaan van een minimaal binnentalud van 1:3. Hierdoor is de kade te allen tijde te onderhouden met lichtgewicht materieel. Aan- en afvoer van materialen wordt waar mogelijk vanaf het water gedaan, om belasting van de kade te voorkomen. Een alternatief is het laten begrazen van de kade door schapen. Indien de gewichtsbepanking op de kade kan worden verminderd door de kade minder zettinggevoelig te maken, is beheer en onderhoud gemakkelijker uit te voeren dan in de huidige situatie. Maaïen en afvoeren kan dan met regulier materieel plaatsvinden.

¹ Doeluitwerking Natura2000 IJsselmeergebied, Rijkswaterstaat – Waterdienst, juni 2010.



3 MEERLAAGSVEILIGHEID OP MARKEN

In het nieuwe waterbeleid dienen de waterkeringen aan de gestelde eisen voldoen en waar mogelijk kan meerlaagsveiligheid bijdragen om mogelijke knelpunten op te lossen. Dit concept Meerlaagsveiligheid, steunt op drie pijlers: preventie van overstromingen (laag 1), het beperken van de gevolgen door rekening te houden met optredende waterdieptes in de ruimtelijke ordening (laag 2) en zorgen dat de crisisbeheersing op orde is (laag 3).

Bij het samenstellen van de oplossingen voor de opgave op Marken zijn twee principes leidend. Dat zijn de Meerlaagsveiligheid benadering en de Marker waarden. Beiden zijn in onderlinge samenhang in dit hoofdstuk uitgewerkt. In dit MIRT-onderzoek is verder uitgegaan van twee overstromingskansen, te weten:

- Een overstromingskans van 1:300 per jaar; waarbij de opgave volledig via laag 1 wordt gerealiseerd);
- Een overstromingskans van 1:100 per jaar; waarbij maatregelen in laag 2 en 3 nodig zijn voor het behalen van basisveiligheid.

Laag 2 en 3 kunnen worden ingezet om de gevolgen van overstromingen te beperken. Het gaat hierbij om het beperken van schade en slachtoffers, en om het beperken van ontwinning van de eilandgemeenschap. Bovendien kunnen laag 2 en 3 ook worden ingezet om aan basisveiligheid te voldoen.

In dit hoofdstuk worden de leidend principes en de specifieke uitgangspunten voor Marken nader toegelicht en beschreven.

3.1 Laag 1 – preventie van overstromingen

De preventie van overstromingen, dat wil zeggen het voorkomen van overstromingen, blijft de basis van het waterveiligheidsbeleid. De normen waaraan waterkeringen moeten voldoen, zijn afgeleid voor het geval de waterveiligheid alleen met laag 1 gerealiseerd wordt. Deze normen zijn vastgelegd in de vorm van een overstromingskans die wordt bepaald aan de hand van twee criteria:

- Basisveiligheid: iedereen in Nederland achter dijken en duinen krijgt ten minste een beschermingsniveau van 10-5 per jaar (kans op overlijden is niet groter dan 1/100.000 per jaar);

- Meer bescherming wordt geboden wanneer sprake is van grote groepen slachtoffers, grote economische schade, en/of ernstige schade door uitval van vitale en kwetsbare infrastructuur van nationaal belang.

Op Marken volgt uit de normeringsystematiek een norm voor de overstromingskans van 1:300 per jaar. In het Deltaprogramma Veiligheid is een 'pro memorie' gegeven voor de overstromingskans van Marken; dit om extra vrijheid te bieden voor de resultaten vanuit de pilot.

De overige criteria leiden voor Marken niet tot een strengere normstelling. Deze overstromingskans geldt voor de omringkade van Marken als geheel en vormt een ondergrens; de omringkade van Marken dient zodanig aangelegd te worden dat zij gedurende haar gehele levenscyclus minimaal aan dit criterium voldoet. De levenscyclus heeft betrekking op de periode tot aan de volgende geplande dijkversterking. Deze cyclus is voor dijken is 50 jaar, maar daar kan gemotiveerd van worden afgeweken.

3.2 Uitgangspunten laag 1 voor Marken

Zetting en bodemdaling

Leidend principe: *In de oplossingsrichtingen wordt zo veel mogelijk rekening gehouden met de optredende autonome bodemdaling en zetting in het gebied*

Zoals in hoofdstuk 2 beschreven spelen bodemdaling en zetting een grote rol bij een dijkversterking op Marken. In het algemeen zijn er drie manieren om in het ontwerp met zetting om te gaan. Dit zijn:

- Het 'uitschakelen' van het zettingsproces;
- Het minimaliseren van de zetting;
- Specifieke maatregelen tijdens de uitvoering.

Het 'uitschakelen' van het zettingsproces kan gebeuren door zettingsgevoelige lagen te vervangen door niet zettinggevoelig materiaal of door de zettingsgevoelige laag te versterken.

Door te kiezen voor bijvoorbeeld een korte planperiode kan de ontwerphoogte van de kade worden geminimaliseerd. Hierdoor wordt de hoeveelheid op te brengen materiaal en daarmee het gewicht van de ophoging beperkt, waardoor de zetting wordt geminimaliseerd.

Bij maatregelen waarbij er grote verschillen zijn in de ophoging, doordat er bijvoorbeeld een sloot wordt gedempt, kunnen specifieke maatregelen worden genomen tijdens de uitvoering. Maatregelen die kunnen worden toegepast zijn onder andere een lokale grondverbetering, het toepassen van verticale drainage of het toepassen van een voorbelasting. Deze maatregelen zijn in deze notitie niet uitgewerkt omdat deze pas in het definitief ontwerp aan de orde komen.

Hydraulische randvoorwaarden

Leidend principe: *In de oplossingsrichtingen wordt rekening gehouden met de hydraulische omstandigheden op het Markermeer en de Gouwezee*

De hoogte van de te verbeteren kade wordt voor een groot deel bepaald door de hydraulische omstandigheden op het Markermeer. Deze bestaan uit een combinatie van waterstand en golven. Met golfremmende maatregelen kan de hoogte van de kade worden gereduceerd. Voor de kades rondom Marken is dit effect beperkt tot maximaal enkele decimeters. Het effect van golfreducerende maatregelen op de ontwerphoogte wordt kleiner naarmate het toegestane overslagdebiet groter wordt.

Een dreigende overstroming van Marken hoeft niet gepaard te gaan met zware storm. Extreme situaties die kunnen leiden tot het falen van het binnentalud of tot het overlopen van de waterkeringen worden gedomineerd door extreme meerpeilen, niet door grote windsnelheden. Extreme meerpeilen worden veroorzaakt door grote hoeveelheden neerslag, zowel direct in het Markermeer als in polders die op het Markermeer uitmalen (eventueel gecombineerd met verminderde spuicapaciteit).

Deze extreme situaties (extreem meerpeil in combinatie met windopzet) hebben een kleine kans van voorkomen. Voor het falen van het binnentalud speelt harde wind vrijwel helemaal geen rol: in 95% van de gevallen is de wind zwakker dan 7 Bft. Voor het overlopen en overslaan van golven is de wind iets belangrijker: in 75% van de gevallen is de wind zwakker dan 7 Bft, in 95% zwakker dan 9 Bft. In deze situaties de kans het grootst dat de wind uit noordoostelijke richtingen komt.

Veiligheidsfilosofie

Leidend principe: *De oplossingsrichtingen sluiten aan bij de nieuwe veiligheidsfilosofie voor het versterken van waterkeringen.*

Normering en instrumentarium

Bij het normeren en toetsen van de primaire waterkeringen wordt (zoals ook in hoofdstuk drie is omschreven) sinds de Wet op de waterkering van 1996 (nu Waterwet) uitgegaan van zogeheten overschrijdingskansen van waterstanden die waterkeringen 'veilig' moeten kunnen keren. De ontwerpbelasting en ontwerpregels van de Markermeerdijken zijn gegeven in de Leidraad Zee- en Meerdijken [5] en het bijbehorende Addendum [2]. Deze sluiten aan bij het principe van robuust ontwerpen volgens de aanpak uit de Leidraad Rivieren en het Technisch Rapport Ontwerpbelasting voor rivierdijken (TROB).

In het nieuwe waterveiligheidsbeleid wordt over gegaan naar een norm op basis van overstromingskansen. De norm zal naar verwachting in 2017 in werking treden. Vanaf dat moment moet conform de nieuwe norm worden getoetst en ontworpen. Voorkomen moet worden dat projecten in het hoogwaterbeschermingsprogramma (HWBP) op basis van de nieuwe norm worden afgekeurd. Om te kunnen anticiperen op de nieuwe normering is het ontwerpinstrumentarium 2014 (OI2014) opgesteld. Vooruitlopend op het voorstel voor normspecificaties en de implementatie daarvan, is in het OI2014 op een pragmatische manier aangegeven hoe om te gaan met werknormen en ontwerpisen I.[14].

Consequenties voor Marken

Vooruitlopend op het vaststellen van de nieuwe norm voor Marken, is in deze pilot gewerkt met het nieuwe ontwerpinstrumentarium. Dit instrumentarium (OI2014) heeft in een aantal verschillen ten opzichte van het vigerende ontwerpinstrumentarium (op basis waarvan het HWBP2-ontwerp voor Marken is uitgewerkt). De belangrijkste verschillen zijn:

1. De robuustheidtoeslag op de waterstand
Deze bedraagt respectievelijk 0,40 m (OI2014) en 0,20 m
2. Het toelaatbaar overslagdebiet
In het vigerende instrumentarium is de keuze tussen 0,1 l/s/m, 1,0 l/s/m of 10 l/s/m. Bij de keuze voor 10 l/s/m worden strenge eisen gesteld aan de erosiebestendigheid van de grasmat en de onderliggende kleilaag. In de huidige praktijk wordt daarom niet of nauwelijks ontworpen bij een overslagdebiet van 10 l/s/m. Het HWBP2 ontwerp voor Marken is gemaakt bij een toelaatbaar overslagdebiet van 1 l/s/m. In het OI2014 is de keuze (voor de situatie bij Marken) tussen 0,1 l/s/m en 10 l/s/m. Indien gekozen wordt voor 10 l/s/m dient op het binnentalud een gesloten zode aanwezig te zijn of een open zode op kleilaagdikte van minimaal 0,4 m. Het belangrijkste verschil met het vigerende instrumentarium ligt in deze eisen aan de grasmat die in OI2014 minder streng zijn. Bij een ontwerp conform OI2014 ligt de keuze voor een toelaatbaar overslagdebiet van 10 l/s/m daarom meer voor de hand dan bij een ontwerp conform het vigerende instrumentarium.
3. Schadefactor
In het HWBP2 ontwerp voor Marken is conform het vigerende instrumentarium een schadefactor van 1,08 toegepast. Binnen het OI2014 is deze afhankelijk van de overstromingskansnorm en de lengte van de dijkkring. Voor Marken bedraagt deze schadefactor 1,01. De stabiliteitseis van het OI2014 is daarmee iets minder streng.

De verschillen zijn voor de situatie voor Marken samengevat in Tabel 2.

Ontwerp en aanleghoogte

Er is verschil tussen de ontwerphoogte en de aanleghoogte van een dijk. In het ontwerpproces wordt doorgaans pas in een laat stadium de aanleghoogte bepaald tijdens in het Definitief Ontwerp of pas door een aannemer. In dit MIRT onderzoek zijn we nog in de schetsontwerp-

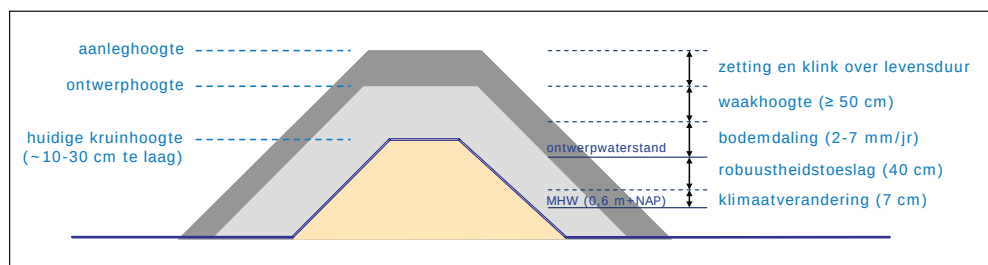
Tabel 2: Verschillen vigerende ontwerpinstrumentarium en OI2014

	vigerend	OI2014
norm	overschrijdingsfrequentie:	overstromingskans:
	1/1250 per jaar	1/300 per jaar
maatgevend hoogwater (MHW)	0,5 m+NAP	0,6 m+NAP
hoogte		
rekeninstrumentarium	Hydra-M	Hydra-Zoet
robuustheidstoeslag op waterstand	0,20 m	0,40 m
toelaatbaar overslagdebiet	0,1/1/10 l/s/m	0,1/10 l/s/m
stabiliteit		
schadefactor	1,08	1,01
bekleding		
veiligheidsfactor steenbekleding	1,1	1,2

fase. Hieronder volgt een korte uiteenzetting wat met ontwerp- en aanleghoogte wordt bedoeld.

Ontwerphoogte:

De ontwerphoogte van de dijk wordt bepaald door de ontwerpwaterstand. De ontwerpwaterstand is het maatgevend hoogwater (MHW) vermeerderd met toeslagen voor klimaatverandering en robuustheid. De ontwerphoogte wordt bepaald op basis van de ontwerpwaterstand met daarop toeslagen voor bodemdaling en golfoploop (waakhoogte). Dit is schematisch weergegeven in Figuur 9. Hierin is te zien dat de ontwerphoogte van de waterkering sterk bepaald wordt door de robuustheidstoeslag en de waakhoogte. Aan het einde van de planperiode dient de hoogte van de waterkering minimaal gelijk te zijn aan de ontwerphoogte.



Figuur 9: Ontwerp- en aanleghoogte van de dijk op basis van ontwikkelingen en robuustheid (schematische weergave, niet op schaal)

Aanleghoogte:

De dijkversterking wordt voor een bepaalde planperiode uitgevoerd. Gedurende deze planperiode dient de dijk voldoende hoog te zijn. Er dient bij aanleg daarom rekening gehouden te worden met de zetting die optreedt als gevolg van het verhogen van de dijk, zodat de

hoogte van de dijk aan het einde van de planperiode gelijk is aan de ontwerphoogte. Om dit te bereiken wordt de dijk hoger aangelegd dan de ontwerphoogte zodat er wordt gecompenseerd voor de te verwachte zetting. Een deel van de zetting wordt al tijdens de uitvoering gerealiseerd. Hoe groot de zetting is die tijdens de uitvoering wordt gerealiseerd, hangt af van de uitvoeringsmethode en uitvoeringstijd. Het proces van zetting kan worden versneld door bijvoorbeeld het toepassen van een voorbelasting.

De getoonde profielen bij de oplossingen in hoofdstuk 6, tonen de ontwerphoogte.

3.3 Laag 2 – beperken van gevolgen door ruimtelijke ordening

De tweede laag betreft de ruimtelijke ordening (RO). Het doel van RO-maatregelen is om gebieden minder kwetsbaar te maken voor de gevolgen van overstromingen. Het gaat hierbij zowel om de reductie van schade als van slachtoffers. Het schaalniveau van maatregelen kan hierbij erg verschillen. Zo kan besloten worden om bij de aanleg van een nieuwe woonwijk het gebied eerst op te hogen tot boven het overstromingspeil. Maar ook maatregelen aan individuele gebouwen en objecten vallen hieronder. Zo kunnen bestaande gebouwen 'dry proof' (er kan geen water meer naar binnen) of 'wet proof' (water dat binnenkomt kan weinig schade meer aanrichten) gemaakt worden. Individuele gebouwen kunnen ook worden opgehoogd (bv., door ze op te vijzelen). Compartimentering kan eveneens als RO-maatregel worden gezien. Zo kunnen kades om woonwijken of objecten worden gelegd. Dit is alleen effectief wanneer deze kades hoger zijn dan de lokale overstromingsdiepte en tevens voldoende sterk zijn. Tot slot kunnen wegen worden opgehoogd, zodat deze (beter) begaanbaar zijn ten tijde van en na een overstroming ten behoeve van evacuatie.

RO-maatregelen kunnen dus sterk gerelateerd zijn aan maatregelen ten behoeve van de crisisbeheersing (laag 3), zodat bewoners in geval een overstroming tijdig een veilige plek kunnen vinden op het eiland of ergens anders. Ruimtelijke maatregelen kunnen daarom (indirect) ook bijdragen aan het realiseren van basisveiligheid.

3.4 Uitgangspunten laag 2 voor Marken

Markerwaarden

Leidend principe: bij het ontwikkelen van de oplossingen op een logische wijze voort bouwen op de ontstaansgeschiedenis van Marken.

Marken kent een rijke geschiedenis, waarin de relatie met het water altijd een belangrijke rol heeft gespeeld. Deze geschiedenis is in beeld gebracht in de 'Hydrobiografie' in opdracht van het College van Rijksadviseurs en samengevat in de gebiedsatlas (zie I.[7]). De inzichten uit het verleden kunnen hierbij benut worden en inhoud geven aan de concrete uitwerking van meerlaagsveiligheid.

Een belangrijk moment in de geschiedenis van Marken is de afsluiting van de Zuiderzee in 1932 en het omslagpunt in de omgang met waterveiligheid die zich daarbij heeft voorgedaan.

Vanaf toen was leven mét het water niet meer nodig. De meervoudige inzet van strategieën zoals beschreven in de Hydrobiografie (gebruik van voorland om golfoploop te remmen, verdediging door de dijk, omhoog wonen op werven en paalwoningen, aangepast maaiveldgebruik, en het gebruik van de noodklok om te waarschuwen bij dreigend hoogwater) wordt overbodig. Er vindt een omslag plaats in het veiligheidsgevoel: de dijk beschermt het eiland en het maaiveld wordt weer in regulier gebruik genomen.

Voortbouwend op deze geschiedenis is het logisch dat in alle oplossingen de dijk en preventie van een overstroming een belangrijke rol speelt. Het is niet reëel terug te gaan naar een situatie van voor de afsluiting van de Zuiderzee. Aanvullend kunnen de in het verleden toegepaste strategieën wel kansen bieden. Daarmee kan tevens gerefereerd worden aan de rijke waterveiligheidsgeschiedenis van het eiland en extra betekenis gegeven worden aan een oplossingsrichting. Zo kan hernieuwde betekenis worden gegeven aan de 'noodklok', kan worden teruggegrepen op de historische positie van het voorland en is het de aanbeveling om voor de lange termijn te onderzoeken of er weer waterrobuust ontwikkeld kan worden op Marken.

Schade en slachtofferbeperking

Leidend principe: *Laag 2 kan worden ingezet om schade en slachtoffers in geval van een overstroming te beperken en basisveiligheid te realiseren.*

Laag 2 kan worden ingezet om schade en slachtoffers te beperken, bijvoorbeeld door woningen op te hogen, minder schadegevoelig te maken of door buurten te compartimenteren. Maatregelen zoals het ophogen van woningen of het compartimenteren van buurten, kunnen ook leiden tot een toename van het aantal veilige plekken waar mensen naartoe kunnen evacueren in geval van een (dreigende) overstroming. Laag 2 maatregelen kunnen ook bijdragen aan het realiseren van basisveiligheid (zie ook paragraaf 3.3). Bijvoorbeeld, de Minnebuurt ligt relatief laag. Door woningen in deze buurt op te hogen en/of door nabij gelegen gebouwen in te richten als vluchtplaats (in combinatie met een strategie waar het voor de bevolking duidelijk is dat deze vluchtplekken bestaan) en crisiscentrum (bv., het Trefpunt ten behoeve van de communicatie met de buitenwereld en de verzorging van hulpbehoevenden) worden betere randvoorwaarden voor (verticale) evacuatie² gecreëerd. Dit heeft een gunstig effect op de leefbaarheid en kan vooraf ook leiden tot een groter vertrouwen in deze strategie, tot veiliger gedrag en uiteindelijk een kleinere kans op overlijden, en dus tot een bijdrage aan basisveiligheid. Wanneer ruimtelijke maatregelen leiden tot een reductie van de schade en het aantal slachtoffers en een bijdrage leveren aan de basisveiligheid, dan kan het onderhoud aan de omringkade mogelijk worden beperkt. Dan moet wel voldaan worden aan de basisveiligheid voor iedereen, dat wil zeggen dat ook in de buitengebieden maatregelen getroffen moeten worden zodat de mensen daar ook een basisveiligheid hebben.

Naast basisveiligheid spelen in de afweging ook kosten en baten een belangrijke rol. Het gaat hierbij zowel om de initiële (eenmalige) investering ten behoeve van de realisatie van ruimtelijke ingrepen, als om het jaarlijkse onderhoud op lange termijn. Hierbij is het van belang om rekening te houden met de bijzondere omstandigheden op Marken. Door de slappe ondergrond kunnen opgehoogde woonwijken of compartimenteringskeringen op termijn

zakken. Deze problematiek speelt nu ook al bij het onderhoud dat nodig is om de omringkade in stand te houden. Er is dus een economische trade-off nodig tussen de investerings- en onderhoudskosten enerzijds en de reductie van schade en slachtofferrisico's (baten) anderzijds. De maatregelen die de samenleving op lange termijn het minste kosten (deze totale kosten bestaan uit de schade, en slachtoffers na een overstroming, eenmalige investeringskosten, en jaarlijkse onderhoudskosten), zijn economisch het meest aantrekkelijk. Basisveiligheid en een kosten-baten afweging vormen dus samen de grondslag voor de waterveiligheidsstrategie. Wanneer ruimtelijke maatregelen voor beide aspecten gunstig uitpakken, kan een lagere norm voor de omringkade op lange termijn een aantrekkelijk perspectief bieden³.

3.5 Laag 3 - beperken van gevolgen door crisisbeheersing

Een overstroming van Marken zorgt voor schade, en ook slachtoffers kunnen niet worden uitgesloten. Uit de slachtofferanalyses volgt dat een overstroming van Marken enkele slachtoffers (0 tot 5) tot gevolg kan hebben. Deze getallen kunnen niet worden opgevat als een exacte schatting maar geven een orde van grootte weer. Naast slachtoffers is er sprake van getroffen mensen; mensen die de overstromingen van dichtbij hebben meegemaakt, schade hebben geleden of dierbaren hebben verloren.

De derde laag in de meerlaagsveiligheid benadering betreft de crisisbeheersing en zelfredzaamheid van burgers. Crisisbeheersing is een overheidstaak die tot doel heeft om in geval van een (dreigende) overstroming maatregelen te nemen waarmee schade en slachtoffers zoveel mogelijk worden voorkomen. Het gaat hier meestal om maatregelen die besluitvorming en actie vereisen op het moment van een dreiging. Dijkbeheerders kunnen bijvoorbeeld besluiten om met zandzakken de dijken te beschermen of om nooddijken aan te leggen. Er kan besloten worden om mensen preventief uit kwetsbare gebieden te evacueren. Hoewel actie en besluitvorming vereist zijn op het moment van een dreiging, kunnen deze langer van te voren worden voorbereid. Het gaat dan om organisatorische maatregelen. Zo kunnen er afspraken met partners (vastgelegd in plannen) worden gemaakt, draaiboeken (op basis van scenario's) en hiermee kan worden geoefend. Ook het vergroten van risicobewustzijn en het bieden van handelingsperspectief aan bewoners door middel van periodieke communicatie valt hieronder.

Een belangrijke component van laag 3 is evacuatie. Tijdige waarschuwing, een duidelijk handelingsperspectief voor bewoners, een hoger risicobewustzijn en een grotere zelfredzaamheid onder bewoners kunnen bijdragen aan een beter verloop van een evacuatie. Evacuatie kan worden ingezet om in geval van een overstroming slachtoffers te voorkomen. Bewoners kunnen zich voorafgaand aan een overstroming naar een veilige plek buiten Marken begeven. Maar er kan ook op het eiland een veilige plek gecreëerd worden waar mensen naar toe kunnen, zodat zij een kleinere kans hebben om te overlijden dan elders op het eiland. Bijvoorbeeld, bewoners van de relatief laag gelegen Minnebuurt zouden ondergebracht kunnen worden bij bewoners in de hoog gelegen Kerkbuurt. Het Trefpunt zou kunnen dienen als extra opvangplek voor hulpbehoevenden en als communicatiecentrum. Als iedereen toegang heeft tot de bedoelde maatregelen, dan wordt daarmee bijdrage geleverd aan de basisveiligheid voor iedereen.

Ook in de norm voor de omringkade (laag 1) is al rekening gehouden met een bepaalde prestatie in de crisisbeheersing (laag 3). Voor het gebied Meren-West waartoe Marken behoort, wordt verwacht dat minstens 55% van de mensen kan evacueren naar een veilige locatie buiten het bedreigde gebied, voordat de dijken bezwijken. Wanneer met maatregelen gezorgd kan worden dat dit meer mensen in (relatieve) veiligheid zijn, ofwel door te zorgen dat er meer mensen tijdig het eiland kunnen verlaten ofwel door op het eiland zelf te zorgen voor veilige plekken, dan kan mogelijk een lagere norm voor de omringkade worden aangehouden. Dat wil zeggen, een deel van de basisveiligheid die eerst werd gerealiseerd via de omringkade (laag 1), wordt dan gerealiseerd door de combinatie van keringen en crisisbeheersing (laag 3), al dan niet in combinatie met fysieke maatregelen zoals het bouwen van een centrale vluchtplaats of het ophogen/compartimenteren van woningen of buurten (laag 2). Bijvoorbeeld, de huidige overstromingskans van de omringkade bedraagt 1/100 per jaar. Stel dat de omringkade zou worden onderhouden op dit niveau. Om basisveiligheid te halen zal dan gezorgd moeten worden dat minstens 85% van de mensen tijdig kan evacueren naar een veilige locatie. Dit kan zowel een locatie buiten het eiland als op het eiland zijn. Naast crisisbeheersing kunnen hierbij ook ruimtelijke maatregelen worden meegenomen om de haalbaarheid van oplossingen te vergroten.

Voor Marken wordt een samengesteld 'basispakket' crisisbeheersingsmaatregelen (zie bijlage 5) ingezet om te zorgen dat de veiligheidsregio en hulpdiensten over voldoende kennis en ervaring beschikken om in een geval van een (acute) dreiging adequaat te reageren, om het risicobewustzijn bij burgers te verhogen en om bewoners een handelingsperspectief te bieden. Daarnaast is er de mogelijkheid tot inzetten van een specifiek voor Marken samengesteld 'uitgebreid pakket' crisisbeheersingsmaatregelen (zie bijlage 6), zodat bewoners met vertrouwen kunnen kiezen voor verticale evacuatie. Hieronder worden de twee pakketten toegelicht.

'Basispakket' crisisbeheersingsmaatregelen

Organisatie, besluitvorming en uitvoering van evacuaties

Het basispakket bevat maatregelen die worden aanbevolen om het risicobewustzijn, de evacuatiebesluitvorming en de uitvoering daarvan te verbeteren:

- B.1 - Handelingsperspectief voor preventieve en verticale evacuatie
- B.2 - Opstellen van een protocol voor evacuatiebesluitvorming
- B.3 - Opnemen overstromingsrisico Marken in het regionaal risicoprofiel
- B.4 - Oefeningen hulpdiensten

Bijlage 6 bevat een eerste uitwerking van het handelingsperspectief (B.1) en de algemene principes voor evacuatiebesluitvorming op Marken (B.2). Wanneer een overstroming dreigt, is bij voorkeur iedereen op tijd geëvacueerd naar een veilige locatie buiten het bedreigde gebied. Met andere woorden, een preventieve evacuatie heeft de voorkeur. Echter, wanneer een dreiging zich aandient is het vooraf niet altijd duidelijk of evacuatie nodig is. Wanneer een evacuatie achteraf niet noodzakelijk is gebleken, kan de bereidheid om de volgende keer te evacueren afnemen. Bovendien zijn er omstandigheden denkbaar, waarbij er onvoldoende tijd is om op een veilige manier te evacueren. Een verticale evacuatie is dan de enige optie.

Een evacuatiebeslissing dient daarom gebaseerd te zijn op een afweging waarbij een goede dreigingsanalyse van groot belang is, en waarbij steeds een aantal uren vooruit wordt voorspeld. Afhankelijk van de tijd die nodig wordt geacht om bewoners te waarschuwen en te evacueren, kan dan het moment bepaald worden waarop uiterlijk een beslissing genomen dient te worden. Wanneer dat moment gepasseerd is, blijft verticale evacuatie in principe als enige optie over. Deze dreigingsanalyse en het protocol voor een evacuatiebeslissing kan grotendeels worden voorgekookt, en wordt gezien als een onderdeel van het basispakket.

Communicatie: bevorderen risicobewustzijn en handelingsperspectief.

Om te zorgen dat er een goede basis ligt om het risicobewustzijn te bevorderen, worden de volgende bouwstenen ingezet:

B.5 – Communicatiecampagne vanuit de gemeente of de veiligheidsregio

B.6 – Educatie en kennis gericht op kinderen

B.7 – Symbolen en informatie gericht op de historie en de toekomst

Communicatie over het risico is erop gericht het risicobewustzijn van mensen te vergroten, zodat mensen zich verdiepen in vragen zoals 'Wat betekent het risico voor mij?' en 'Wat kan ik het beste doen in geval van een overstroming?' Echter, het is geen vanzelfsprekendheid dat communicatie over risico's hiertoe leidt. Risicobewustzijn is een psychologisch proces, en bij het beïnvloeden van dit proces is het cruciaal om evenwicht te vinden in cognitieve aspecten (denken, begrijpen van inhoud), affectieve aspecten (gevoelens, emotie), en relationele aspecten (vertrouwen tussen bewoners en overheden). De effecten van communicatie zijn hiervan sterk afhankelijk.

In het begrijpen van het overstromingsrisico is het van belang om het risico te duiden binnen de (historische) context van Marken. Belangrijke elementen hierin zijn:

- Dat Marken vroeger een eiland in de Zuiderzee was dat regelmatig met overstromingen kampte. In 1916 overstroomde het eiland en vielen er 16 slachtoffers;
- Dat na de bouw van de Afsluitdijk en later de Houtribdijk de risico's zijn afgenomen. Marken werd een polder in een zoetwateromgeving;
- Dat sindsdien bodemdaling een belangrijke rol speelt, waardoor Marken beneden de waterspiegel van het Markermeer is komen te liggen. De waterkering speelt daarom een belangrijke rol in het voorkomen van overstromingen.
- Dat de natuur grillig is. Ondanks de waterkeringen kunnen extreme omstandigheden met zeer veel regen en stormachtige omstandigheden nog altijd zorgen dat Marken opnieuw te maken krijgt met een overstroming. Marken is wat dat betreft geen uitzondering; dit geldt voor alle laaggelegen delen van Nederland en het hele rivierengebied. Naast een stevige dijk is daarom ook een goede crisisbeheersing van belang.

Door te communiceren over risico's worden (bedoeld of onbedoeld) vaak gevoelens en emoties opgewekt zoals bezorgdheid, ontevredenheid of trots. In de communicatie is het van belang om hiermee rekening te houden, omdat bepaalde emoties een contraproductieve werking kunnen hebben. Bijvoorbeeld, een te grote bezorgdheid kan ertoe leiden dat mensen de risico's uiteindelijk bagatelliseren ('de struisvogel-reactie').

Ontevredenheid of boosheid kan leiden tot een afbrokkelend vertrouwen en onverschilligheid. Trots, bijvoorbeeld over de pas verbeterde waterkering, kan leiden tot onderschatting van risico's.

Welke emoties de overhand hebben hangt af van de manier waarop in het verleden met de risico's is omgegaan, het wederzijds vertrouwen tussen bewoners en overheden en welke accenten worden gelegd in de inhoud en de toon van de communicatie. Gevoelens en emoties zijn sterk verweven met het vertrouwen, en hebben een belangrijke invloed op de onderlinge relatie. Ontevredenheid en enig wantrouwen kan op Marken aan de orde zijn, doordat het onderhoud van de dijk in het verleden te wensen heeft over gelaten.

Pas wanneer de inhoudelijke, gevoelsmatige en relationele aspecten in evenwicht zijn, heeft de communicatie over het overstromingsrisico en het handelingsperspectief de gewenste effecten. Belangrijk daarbij is dat bewoners vertrouwen stellen in het handelingsperspectief dat hen geboden wordt (bv., verticale evacuatie). Men dient ervan overtuigd te zijn dat het handelingsperspectief bijdraagt aan de veiligheid en dat men daar zelf invulling aan kan geven. In geval van een overstroming blijven de werven en delen van de Havenbuurt en Kerkbuurt droog, maar de rest van het eiland loopt onder met waterdieptes die variëren van enkele decimeters tot anderhalve meter. Gas, water en elektriciteit worden afgesloten of vallen uit. Ook het toilet kan dan niet meer doorgespoeld worden. Hoe kijken mensen tegen die omstandigheden aan, wanneer van hen wordt verwacht dat zij een of twee dagen op de eerste of tweede verdieping van hun huis moeten wachten op hulp? Het handelingsperspectief kan dan ook niet eenzijdig door overheden worden vastgesteld. Het is nodig om hierover het gesprek aan te gaan met de Markers, hun vragen te beantwoorden en samen met hen te bezien wat nodig is om het handelingsperspectief te realiseren. Hierbij dient bijzondere aandacht te zijn voor de ouderen, mensen die slecht ter been zijn, en kinderen.

Door het risicobewustzijn te prikkelen en het juiste handelingsperspectief te bieden, worden mensen in staat gesteld zelfredzaam te zijn. Met zelfredzaamheid wordt bedoeld de mate waarin mensen over de kennis, vaardigheden en middelen beschikken om zichzelf te redden in geval van een (dreigende) overstroming. Ook de wijze waarop mensen elkaar kunnen helpen hoort hierbij. Zo kan vooraf worden nagedacht hoe de verschillende buurten en werven met elkaar kunnen communiceren zodat snel duidelijk is of en waar eerste hulp nodig is.

Uitgebreide pakket laag 3

Tevens kan worden ingezet op een 'uitgebreid pakket' crisisbeheersingsmaatregelen. Het gaat hierbij zowel om organisatorische maatregelen (zoals tijdig waarschuwen) als om een aantal fysieke maatregelen om te zorgen voor een aantal basisvoorzieningen (inrichten dorpshuis, ophogen Kruisbaakweg). Het uitgebreide pakket bevat alle maatregelen (B.1-B.7) uit het basispakket laag 3 plus hieronder genoemde maatregelen.

Organisatie en uitvoering rampenbeheersing (evacuatie)

In het uitgebreide pakket worden aanvullende maatregelen genomen om dit te bewerkstelligen.

U.1 – Gedetailleerde planvorming t.b.v. preventieve / verticale evacuatie

U.2 – Verbeteren van de waarschuwingsprocedure (van RWS naar Marken, en daarna verspreiding boodschap op Marken) en evacuatiebesluitvorming (preventief vs. verticaal) gericht op 1/100 situaties

U.3 – Werkgroep zelfredzaamheid (bv. onder de Eilandraad)

U.4 – Plan voor verminderd zelfredzamen

Wanneer ervoor wordt gekozen om maatregelen in laag 3 bij te laten dragen aan de basisveiligheid (dat wil zeggen met een lagere norm op de kering), dan dient het resultaat van een evacuatie verbeterd te worden. Dit resultaat wordt uitgedrukt in een evacuatiefractie: het percentage van de mensen dat gemiddeld genomen tijdig weet te evacueren naar een veilige locatie. Wanneer de norm van de waterkering zou worden vastgelegd op 1/100 per jaar, dan is een hogere evacuatiefractie nodig om te zorgen dat alsnog aan basisveiligheid wordt voldaan. De evacuatiefractie dient dan verbeterd te worden van 55% naar 85%. Dat wil zeggen, aan basisveiligheid wordt voldaan indien gemiddeld genomen 85% van de Markers op tijd (dus voorafgaand aan een overstroming) weet te evacueren naar een veilige locatie.

Fysieke maatregelen om ramp te kunnen overleven

Fysieke maatregelen met een permanent karakter worden in deze pilot als laag 2 maatregelen.

U.5 – Zelfredzame buurten / werven, waarbij de mogelijkheid wordt onderzocht om op lange termijn alle woningen boven het overstromingspeil aan te leggen, en de Kruisbaakweg op te hogen (laag 2 maatregel)

U.6 – Dorpshuis inrichten als schuilplaats en communicatiecentrum (laag 2 maatregel)

U.7 – Markeringen in het landschap zoals bordjes met evacuatieroutes en veilige plekken

U.8 – Aandacht voor nutsvoorziening (stand-alone generatoren, zonnepanelen), drinkwater en voedselvoorziening

U.9 – Noodmaatregelen (zandzakken en vloedschotten) om woningen te beschermen die blootgesteld worden aan een beperkte waterdiepte (tot 30-50 cm)

Verticale evacuatie kan betekenen dat de Markers gedurende één of enkele dagen op zichzelf en elkaar zijn aangewezen. Hoewel de kans op overlijden klein is, kan het wel van belang zijn om maatregelen te treffen die bijdragen aan betere omstandigheden. Het gaat hierbij om zowel organisatorische als fysieke maatregelen.

Omgaan met schade

Een derde categorie maatregelen betreft de wijze waarop wordt omgegaan met schade in geval van een overstroming. Deze maatregel is alleen aan de orde wanneer de norm voor Marken wordt vastgesteld op een overstromingskans groter dan 1:300 per jaar. In dat geval zou er specifiek voor Marken een schaderegeling moeten worden getroffen want landelijk is hier geen instrument voor beschikbaar.

U.10 – Verzekerbaarheid/overstromingsfonds

In bijlage 6 zijn deze bouwstenen voor Marken op hoofdlijnen uitgewerkt

3.6 Uitgangspunten laag 3 voor Marken

Beperking slachtoffers kan bijdragen aan realisatie basisveiligheid

Leidend principe: Laag 3 kan worden ingezet om slachtoffers te beperken en kan bijdragen aan de realisatie van basisveiligheid.

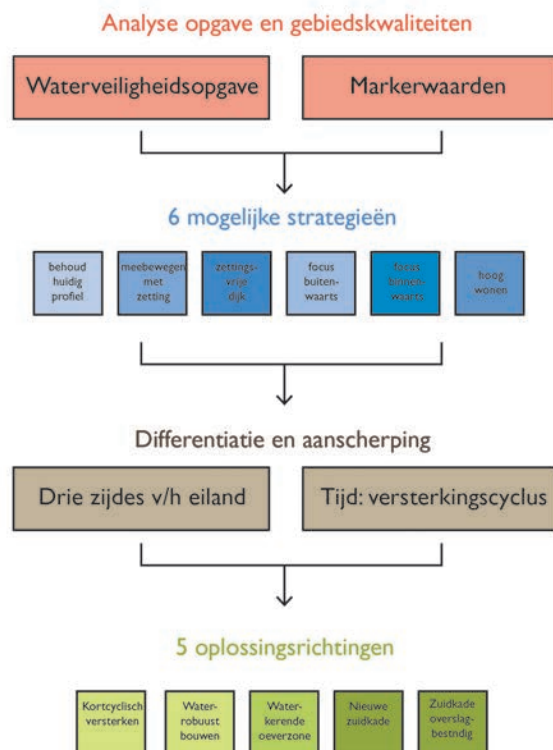
Wanneer in laag 1 wordt afgeweken van de 1:300 norm, dan dient een hogere evacuatiefractie (dan 55%) mogelijk gemaakt te worden. Bij een 1:100 norm dient de evacuatiefractie minimaal 85% te zijn. Voor een preventieve evacuatie (van het eiland af) is een evacuatiefractie van 85% zeer ambitieus, omdat er ook altijd rekening gehouden moet worden met een zeker percentage mensen dat om wat voor reden dan ook het gegeven evacuatieadvies niet opvolgt (orde grootte 10%-20% van de mensen). Door te zorgen dat er ook mogelijkheden zijn voor verticale evacuatie (veilige plekken op het eiland zelf, die ook als zodanig bij bewoners bekend zijn) wordt het handelingsperspectief vergroot. Omdat Marken relatief veel droge plekken kent (de werven, de Kerkbuurt, het Trefpunt en delen van de Havenbuurt) kan verticale evacuatie een aantrekkelijke aanvulling zijn om slachtoffers te reduceren en om aan basisveiligheid te voldoen. Bewoners worden dan geadviseerd om binnen het gebied een droge, veilige plek te zoeken. Wanneer woningen in het overstroomde gebied één of meer droge verdiepingen hebben, dan is in principe al voldoende capaciteit aanwezig voor verticale evacuatie. Het is dan wel van belang dat mensen goed geïnformeerd zijn over deze strategie, hierin vertrouwen hebben en daarmee ook daadwerkelijk hun kans op overlijden reduceren door de juiste dingen te doen.



4 VAN STRATEGIE NAAR OPLOSSINGEN

4.1 Inleiding

In fase 1 van dit MIRT-onderzoek zijn de hoeken van het speelveld verkend. Dat resulteerde in zes mogelijke strategieën (zie). Deze strategieën zijn beschreven in het eindrapport van fase 1. Vervolgens zijn ze gedifferentieerd en aangescherpt, zodat ze in fase 2 geconcretiseerd konden worden naar oplossingen. Gekozen is voor een differentiatie naar de drie zijdes van het eiland en een differentiatie naar de versterkingscycli van oplossingen. In de navolgende paragrafen wordt dat nader toegelicht.



Figuur 10 Processchema van strategieën (fase 1) naar oplossingen (fase 2)

4.2 Differentiatie naar de drie zijdes van het eiland

De drie zijdes van het eiland hebben te maken met andere condities en hebben andere karakteristieken en kwaliteiten. Om tot passende oplossingen te komen voor Marken wordt daarom in de oplossingsrichtingen gedifferentieerd naar de drie zijdes. Deze verschillende condities worden bepaald door de volgende drie aspecten:

1. Condities van het hoofdwatersysteem

Het Markermeer en de Gouwzee hebben te maken met andere condities. Kortgezegd het verschil tussen de loefzijde (Markermeer) en leizijde (Gouwzee) van het eiland. De Gouwzee is lager en golfploop speelt een minder grote rol. Maatregelen om de golfploop te remmen zijn dan ook met name interessant aan de Markermeerzijde en dan vooral op die tracés die georiënteerd zijn op het noordoosten.



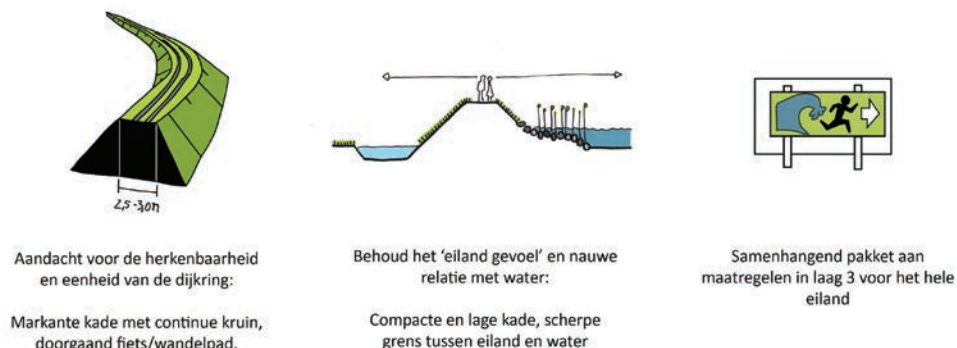
Figuur 11: Differentiatie naar de drie zijdes van het eiland

2. Ecologie

Ook in ecologisch opzicht is er een verschil tussen het Markermeer en de Gouwezee. De Gouwezee heeft zeer hoge natuurwaarden en wordt wel de kraamkamer van het Markermeer genoemd terwijl in het Markermeer juist een achteruitgang van de natuurwaarden en waterkwaliteit te zien is. Ook in regelgeving zijn beide zijden verschillend (delen Gouwezee onderdeel van de habitatrichtlijn).

3. Verschil in kadeprofiel als gevolg van een andere versterkingsgeschiedenis

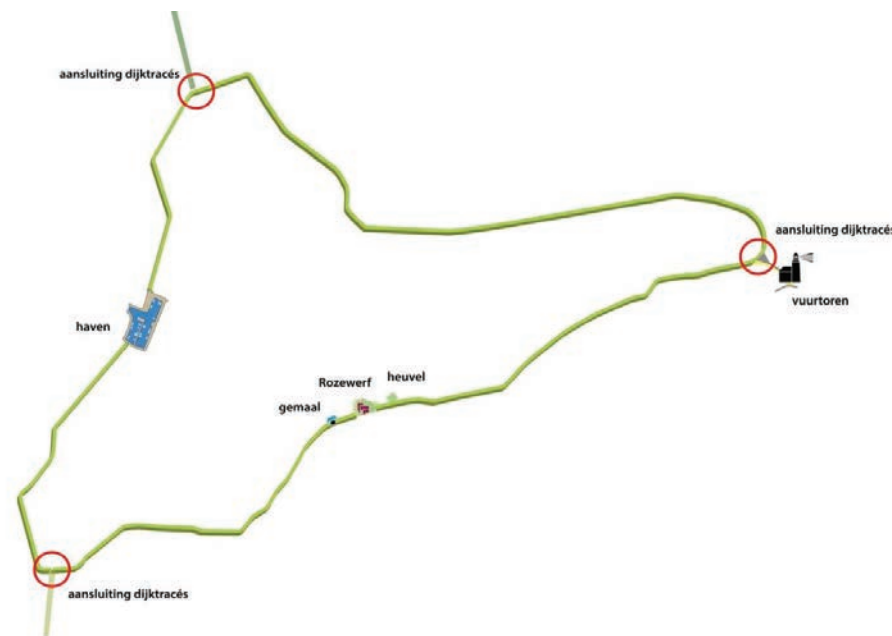
De zuid-en westkade hebben een heel ander profiel dan de noordkade. Dit verschil komt voort uit een andere versterkingsgeschiedenis. Deze verschillende condities leiden tot andere mogelijkheden voor de versterking van de kade.



Figuur 12: Ontwerpprincipes voor de samenhang van het eiland als geheel

Aandacht voor de samenhang van het eiland als geheel

Aandachtspunt bij de keuze om te differentiëren naar de drie zijdes van het eiland is de samenhang van het eiland als geheel. Er wordt daartoe ingezet op herkenbaarheid en eenheid van de dijkkring als grens van het eiland. De basis daarvoor is om altijd te kiezen voor een continue, markante kruin. Dit betekent voor de dijkkring als geheel dezelfde kruinbreedte met eenzelfde fiets/wandelpad. Daarbij zetten we in op een 'markante' kade met steile taluds zodat het nauwe contact tussen land en water wat nu zo kenmerkend is voor het eiland en de kade behouden blijft. Dit betekent niet dat bijvoorbeeld de aanleg van bermen ten behoeve van de stabiliteit niet mogelijk zijn, maar wel dat deze altijd lager zijn dan de kruin (minimaal 1 m), zodat het bovenste deel van de taluds steil blijven en de kade daarmee compact. En dat de bermen goed landschappelijk ingepast worden in aansluiting op het landschap aan weerszijden. Ook zetten we in op een 'groene' dijk in aansluiting op het landschappelijke karakter van het eiland. De vitale grasmat vormt daarbij de basis. De zetsteen op het buitentalud wordt aangebracht tot minimaal het niveau van de ontwerpwaterstand van +0,6m NAP. Dit maakt het tevens makkelijker om het buitentalud te onderhouden (maaien). Tot slot wordt er voor het hele eiland ingezet op een eenduidig pakket aan maatregelen in laag 3.



Figuur 13: Bijzondere plekken op Marken die vragen op een specifieke uitwerking

Bij nadere uitwerking aandacht voor de 'specials'

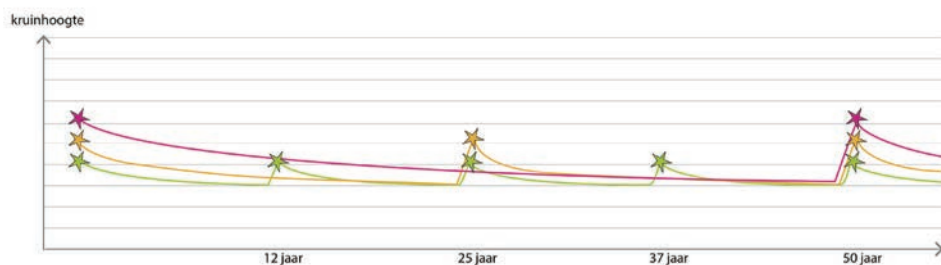
Binnen de drie zijdes is er een aantal plekken die een bijzondere positie innemen. Hiervoor is speciale aandacht nodig. Het gaat om de Rozewerf, het gemaal en de Heuvel (gezamenlijk 'sectie Rozewerf'), de vuurtoren, de haven en de aansluitingen tussen de drie tracés (bij de Bukdijk, de verbindingdijk en de vuurtoren). Voor deze plekken dienen maatwerk oplossingen uitgewerkt te worden. Voor de sectie Rozewerf is in een aantal oplossingsrichtingen al in overleg met de bewoners een voorzet gedaan. Daarnaast is het voor de gehele dijkkring zo dat het gaat om een kleinschalige kade in een kleinschalig landschap. In deze oplossingsrichtingen worden principeprofielen getoond voor de dijkkring als geheel. In een vervolg zullen deze specifiekere moeten worden uitgewerkt.

4.3 Differentiatie in de tijd: verschillende versterkingscycli

Naast de differentiatie naar de drie zijdes van het eiland vormt de differentiatie in de tijd een cruciale invalshoek voor alle oplossingen. Dit heeft in de eerste plaats te maken met de omgang met zetting.

Door voor een kortere versterkingscyclus te kiezen hoeft er minder ver opgehoogd te worden, waardoor zetting als gevolg van het extra opgebrachte gewicht en klink van de nieuw opgebrachte grond geminimaliseerd wordt. De kruin kan hierdoor lager blijven en het profiel compact. Indien er gekozen wordt voor een langere versterkingsduur (bv 50 jaar) moet er voor een reguliere dijkversterking veel overhoogte worden aangebracht en wordt het interessant om te kijken naar andere oplossingen zoals een zettingsvrije aanleg.

In de oplossingsrichtingen is deze bandbreedte meegenomen door te differentiëren in drie verschillende versterkingscycli: 12 jaar, in aansluiting op de toetsrondes, 25 jaar en 50 jaar. Deze keuze is ook fundamenteel in relatie tot de verdeling van investeringen in de tijd en voor de relatie tussen inrichting en beheer.



Figuur 14: grafiek weergave versterkingscycli in de tijd

4.4 Afgefallen bouwstenen

In het opstellen van de oplossingen is een aantal bouwstenen, die in de strategieën van fase I nog waren opgenomen, komen te vervallen. De afgefallen bouwstenen komen voornamelijk uit laag 2, de ruimtelijke inrichting. In bijlage I zijn deze afgefallen bouwstenen en de reden van afvallen verder toegelicht.

Laag 1

Bij de stap van strategieën naar oplossingen is één bouwsteen afgefallen vanuit laag 1: het continue onderhoud en toezicht op de kade. Daarnaast wordt een tweetal bouwstenen in de oplossingen minder expliciet genoemd, zoals het voorbelasten en toepassen van geotextiel. Deze bouwstenen kunnen gunstig zijn in alle oplossingen, alleen bij de aanleg van een nieuwe kade is dit minder logisch. Dit zijn technische invullingen van het kadeontwerp. Of en zo ja, in welke mate dit toegepast wordt, moet bij verdere uitwerking blijken.

Laag 2

De grootste groep afgefallen bouwstenen hebben te maken met waterretentie in de polder. Ten behoeve van de overslagbestendige kering is uitgezocht hoeveel waterretentie nodig is om een overslagdebiet van 25 of 50 l/s/m te bergen. Hierbij is gekeken naar variaties in stormduur en mogelijke oppervlakte voor de berging. Geconcludeerd wordt dat de waterschijf die op Marken komt te staan bij een extreme storm klein genoeg is om op het maaiveld op te vangen zonder grote overlast te veroorzaken. Extra waterretentie is daarom niet noodzakelijk.

Het strategisch ophogen van het maaiveld is door de zettingsgevoelige grondslag op Marken problematisch. Ophogingen zorgen voor extra belasting, wat extra zetting tot gevolg heeft. De maaiveldverhogingen zullen daardoor binnen afzienbare tijd weer teniet zijn gedaan.

Afgefallen bouwstenen in laag 2 in de stap van strategieën naar oplossingen

- Strategisch ophogen van het maaiveld
- Verhogen afvoercapaciteit polder
- Vergroten waterretentie achter de dijk
- Aanleg van waterbuffers/retentiepolders
- Laaggelegen gebieden inrichten voor waterretentie
- Scheefligging Marken benutten
- Marken in twee compartimenten
- Vitale infrastructuur overstromingsvrij

Bouwstenen in laag 2 uit te werken in het kader van waterrobuust ontwikkelen

- Waterbestendig bouwen
- Kade / mobiele kering rondom de woonkern
- Infrastructuur ophogen

Daarnaast zal deze bouwsteen zeer kostbaar zijn, omdat de aangeleverde grond goed genoeg moet zijn om de huidige functie te ondersteunen.

Het opdelen van Marken in twee compartimenten langs het Goudriaankanaal heeft tot doel de buurten in het noorden te beschermen in het geval van een dijkdoorbraak langs de zuidkade. Een nieuwe waterkering heeft tot gevolg dat grondaankoop noodzakelijk is. De kering moet zodanig worden ontworpen dat deze zelfstandig kerend is, inclusief alle toeslagen voor de zetting op onbelaste grond. Omdat ook in het zuiden de kade onderhouden moet blijven (mogelijk op lagere norm) neemt het te onderhouden areaal kering toe, waarmee de kosten ook toenemen. Daarnaast is de landschappelijke inpassing van de kering lastig. Dit alles met het ontbreken van enig draagvlak bij de bevolking van Marken is reden deze bouwsteen niet verder uit te werken.

Het overstromingsvrij maken van de vitale infrastructuur als bouwsteen is besproken met de beheerders van de diverse netwerken (electriciteit, gas en water). De beheerders gaven aan dat na een overstrooming het controleren van de systemen het grote werk zal zijn voor de systemen weer kunnen werken. Dit moet per definitie gedaan worden, ongeacht de ligging boven of onder water. Bij het elektriciteitsnetwerk geldt dat het laagste punt de zwakste schakel zal zijn. Dit zijn niet zo zeer de kabels, maar juist de meterkasten en stopcontacten in bebouwing. Dit alles verhogen is zeer kostbaar en daarnaast sterk afhankelijk van gedrag van mensen. Het ophogen van de infrastructuur kent twee mogelijk doelen: ofwel ophogen als compartimenteringskering, danwel ophogen ten behoeve van de toegankelijkheid voor hulpdiensten. De eerste variant is, net als de compartimenteringskering langs het Goudriaankanaal, afgefallen. De tweede is als suggestie meegenomen bij de oplossing Kortcyclische versterking van de kade en waterrobuust ontwikkelen.

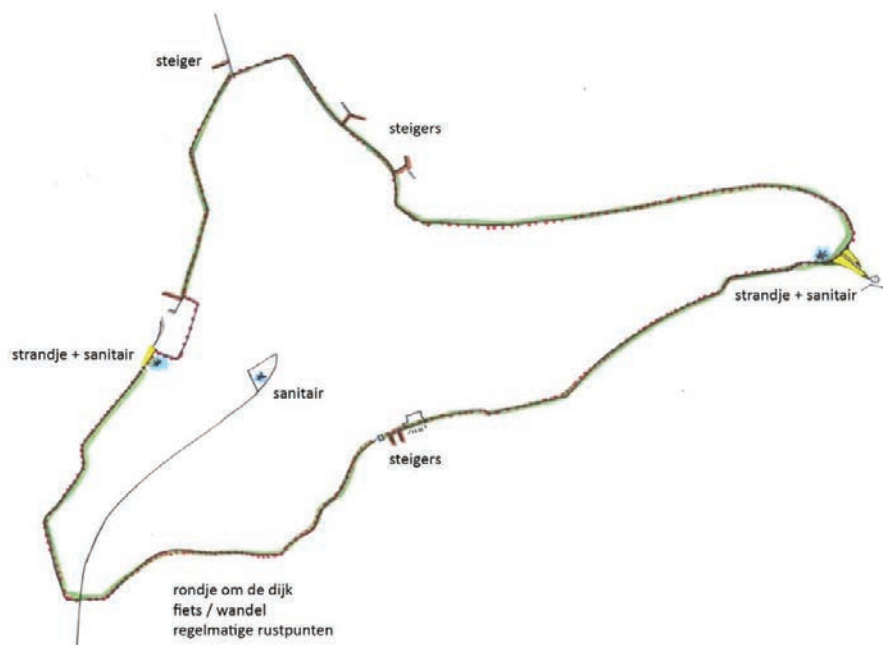
Laag 3

Eén bouwsteen uit fase 1 is niet meer opgenomen in de oplossingen van fase 2: het opbouwen van strategische voedsel- en watervoorraden. Strategische voorraden zijn een maatregel om te overleven bij verticale evacuatie, waarna voor langere tijd men niet uit het gebied kan worden geëvacueerd. In het geval dat verticale evacuatie nodig is, wordt ervan uitgegaan dat men binnen afzienbare tijd uit het gebied wordt verwijderd. Er kan worden volstaan met de aanwezige voedsel- en watervoorraden in een gemiddeld huishouden.

4.5 Meekoppelkansen

Recreatie

In alle oplossingsrichtingen wordt gekeken of er kansen zijn voor het vergroten van de recreatieve gebruikswaarde van het eiland en met name van de kade, waar het recreatief gebruik zich nu concentreert. Het rondje om de dijk is van zeer grote waarde voor de bewoners en bezoekers van Marken. Op dit moment ontbreekt het echter aan goede voorzieningen en rustpunten langs de kade. In alle oplossingsrichtingen zijn als meekoppelkansen een aantal recreatieve ontwikkelingen opgenomen: een doorgaand fiets/wandelpad over de gehele dijkkring, de aanleg van sanitaire voorzieningen bij de vuurtoren en de haven, het aanleggen van hoogwaardige rustpunten op regelmatige afstanden rondom de dijkkring, het opwaarderen van de strandjes bij de haven en de vuurtoren en het aanleg van steigers bij de Rozewerf en de Minnebuurt. Hier worden de bootjes nu de dijk op getrokken. Deze maatregelen zijn geen integraal onderdeel van de oplossingen, maar kunnen als meekoppelkansen gerealiseerd worden.



Figuur 15: grafische weergave meekoppelkansen recreatie

Waterrobuust bouwen

Naast de recreatieve meekoppelkansen is het ook wenselijk om in de toekomst in bouw van woningen en overige bebouwing rekening te houden met de lage maaiveldligging en de zettingsgevoelige grondslag van Marken. Waterrobuust bouwen is daarom een meekoppelkans die in alle oplossingen kan worden doorgevoerd door eisen te stellen aan de bouwvormen via gemeentelijke voorschriften.

Watersysteem

Gedurende het pilot MLV Marken is geconcludeerd dat door meerdere partijen het watersysteem op Marken als niet optimaal wordt ervaren. Met name de verbinding tussen het noordelijk en zuidelijk deel van Marken is onvoldoende. Bij veel van de voorliggende oplossingen worden aanpassingen in het watersysteem voorzien. Door de werking van het watersysteem te evalueren, kan ervoor gekozen worden om op kritieke punten water te compenseren, zodat ook het watersysteem optimaal profiteert van de benodigde aanpassingen ten behoeve van de waterkering.



5 OPLOSSINGEN

In dit hoofdstuk gaan we in op de vijf oplossingen voor de waterveiligheid van Marken. In het schema hieronder is het overzicht weergegeven:

Er zijn vier oplossingen waarin de basisveiligheid op Marken geborgd wordt via laag 1 en laag 3. Dat wil zeggen, aan basisveiligheid wordt voldaan doordat de omringkade een overstromingskans heeft die gedurende de gehele planperiode kleiner of gelijk is dan 1/300 per jaar met een evacuatiefractie van 55%. Om die evacuatiefractie te behalen zijn er een aantal maatregelen in laag 3 nodig. De maatregelen in laag 3 dragen ook bij aan het vergroten van de bewustwording van het overstromingsrisico en het handelingsperspectief. Dit geldt voor de oplossingen: Kort-cyclische versterking; Waterkerende oeverzone; Nieuwe kade; en de Overslagbestendige kade. In deze oplossingen worden geen aanvullende maatregelen genomen in laag 2.

In de oplossing Kortcyclische versterking van de kade en waterrobuust ontwikkelen wordt basisveiligheid in beginsel ook via laag 1 en laag 3 geborgd. Echter, op lange termijn kan worden toegewerkt naar een water robuuste inrichting van Marken (via laag 2). Deze water robuuste inrichting dient dan zodanig te zijn dat een evacuatiefractie van tenminste 85% gehaald kan worden (laag 2 en laag 3).

Zoals te zien in het overzichtsschema zijn er twee oplossingen die kortcyclisch versterkt worden (om de 12 jaar in aansluiting op de toetsronde), één oplossing op de middenlange / lange termijn (25 jaar) en twee oplossingen op de lange termijn (50 jaar).

Voor elke oplossing worden eerst de filosofie/uitgangspunten die ten grondslag liggen aan de oplossing benoemd. Vervolgens worden de concrete maatregelen toegelicht aan de hand van de drie lagen van meerlaagsveiligheid en worden de kosten in beeld gebracht. Tot slot worden kort de aspecten benoemd waarin de oplossing zich onderscheidt alsook de grootste onzekerheden/risico's, als opmaat voor de beoordeling in hoofdstuk 6. De afbeeldingen bij de oplossingen zijn aan het eind van de toelichting opgenomen.

	Versterkingscyclus: 12 jaar	Versterkingscyclus: 25 jaar	Versterkingscyclus: 50 jaar
	Kortcyclische versterking van de kade	Waterkerende oeverzone	Nieuwe kade Overslagbestendige kade
	Kortcyclische versterking van de kade en waterrobuust ontwikkelen		

Figuur 16: schema oplossingen Marken per versterkingscyclus

Bij het schrijven van deze notitie was de opgave voor de noordkade - hangende aanvullend onderzoek naar de stabiliteit en een second opinion op de 3e toetsronde - nog onduidelijk. Daarom voorzien alle oplossingen in een ambitie om het profiel van de noordkade dat nu heel breed en log is op termijn weer markanter te maken. Daartoe wordt het profiel bij de benodigde verhoging naar +2,0 m NAP ook geherprofileerd. Ook bij toekomstige kruinverhogingen zal de kade geherprofileerd worden, zodat uiteindelijke stap voor stap de kade een markanter profiel krijgt. Het binnentalud van het ambitiebeeld is in alle oplossingen gelijk: een grastalud van 1:3 gevolgd door een flauwtalud met natuurvriendelijke oever. Het buitentalud is 1:2,5 of 1:3 vanaf de kruin, waardoor ruimte ontstaat voor een onderhoudspad/zetsteentalud. In de 'Nieuwe kade' en 'waterkerende overzone' is bovendien ingezet op een natuurinclusief ontwerp met vooroevers (luwtemaatregelen) langs de Noordkade.

-  Nieuwe zuid- en westkade
-  Versterking noordkade binnen huidig ruimtebeslag
-  Vooroevers noordkade en bukdijk tbv kwaliteitsimpuls natuur
-  Natuurcompensatie elders
-  Basispakket laag 3
-  Steigers (meekoppelkans)
-  Sanitair (meekoppelkans)



5.1 Nieuwe kade

Het uitgangspunt van deze oplossing is het minimaliseren van zetting door een nieuwe kade aan de zuid- en westzijde van het eiland aan te leggen op grondverbetering. Dit voorstel is door de werkgroep dijkversterking van de Eilandraad van Marken ingebracht. Inzet is een robuuste kade die voor een langere periode voldoet.

Deze oplossing heeft een versterkingscyclus van 50 jaar. Basisveiligheid wordt gerealiseerd door maatregelen in laag 1 en laag 3. De kades krijgen een overstromingskans van 1/300 jaar.

Maatregelen laag 1

Aan de zuid- en westzijde van het eiland wordt aan de buitenzijde een nieuwe kade aangelegd. Hierbij wordt het aanwezige veenpakket afgegraven en vervangen door een zandcunet. Op dit aangebrachte zandpakket wordt de nieuwe kade aangelegd. Hierdoor ligt de kade op een stabiele en zettingsarme ondergrond waardoor de zetting wordt geminimaliseerd. Er wordt hiermee aangesloten op de wijze waarop de bindingsdijk naar Marken is aangelegd. De kruin van de nieuwe kade komt ca. 1,6m naar buiten te liggen ten opzichte van de huidige positie van de kruin. De huidige kade wordt na aanleg van de nieuwe kade afgegraven. Het profiel van de nieuwe kade heeft een smalle kruin (2,5-3m) en vrij steile taluds en sluit daarmee aan op de huidige karakteristiek van de zuid- en westkade. De ontwerphoogte is 1,8m+NAP. Op de kruin ligt een klinkerpad van 1,5m. In het buitentalud ligt tot minimaal 0,5 m+NAP steenbekleding, op de oeverlijn ligt stortsteen. Het binnentalud is 1:3 en gaat over in een flauw aflopende berm (1:8).

Met de aanleg van deze berm ontstaat er meer ruimte op de kade voor recreatief gebruik en recreatieve voorzieningen. De huidige positie van de kadesloot blijft behouden, het water wordt verbreed en voorzien van een natuurlijke oever ten behoeve van de landschappelijke inpassing van de kade. Dit heeft tevens ecologische betekenis. Ten behoeve van de waterkwaliteit en robuustheid van het interne watersysteem is het de aanbeveling de kadesloot langs de west- en zuidzijde van het eiland ter hoogte van de Kruisbaakweg met elkaar te verbinden door de aanleg van een duiker.

Het onderhoud van de kade vindt plaats vanaf de kruin en vanaf de binnenberm. De binnenberm kan gebruikt worden als onderhoudspad. Aangezien de binnenberm aangelegd wordt op de huidige locatie van de kade, zal op deze locatie weinig zetting meer optreden. Er kan daarom zwaar(der) materieel gebruikt worden voor beheer en onderhoud dan in de huidige situatie. Doordat de nieuwe kade op grondverbetering wordt aangelegd kan ook de kruin van de nieuwe zwaarder belast worden dan de huidige kade. De gewichtsbepijking die nu op de kade geldt komt daarmee te vervallen. Dit vereenvoudigt de onderhoudsmogelijkheden van de kade.

Het dagelijks onderhoud van de kade bestaat uit drie maal per jaar machinaal maaien en afvoeren. Zetsteen en bestrating wordt jaarlijks twee maal onderhouden om onkruid tegen te gaan. Daarnaast vindt iedere zes jaar klein onderhoud aan de bestrating plaats, zoals het rechtleggen van stenen en vervangen van kapotte stenen. De natuurvriendelijke oever aan de binnenzijde van de zuid- en westkade wordt om het jaar gemaaid (jaarlijks de helft afwisselend).

Voor de noordkade is de versterkingsopgave nog onduidelijk. Uitgangspunt voor deze oplossing is, net als in de andere oplossingen, dat de versterkingsopgave binnen het huidige ruimtebeslag van de kade op te lossen is. Hierbij is de ambitie om het profiel dat nu heel breed en log is op termijn weer markanter te maken. Daartoe wordt het profiel bij elke benodigde verhoging stapsgewijs geherprofileerd. Dit ambitiebeeld wordt na verloop van tijd ontwikkeld, waarbij alleen de kruin wordt opgehoogd bij kadeverbetering. Hierdoor ontstaat meer eenheid in de omringkade van Marken. Op termijn krijgt hierdoor de kade een binnentalud 1:3, waarna een flauwer talud tot aan de huidige kadesloot ontstaat. Ook aan de buitenzijde komt op termijn een talud 1:3, waarbij ruimte ontstaat voor een buitenberm. De vooroevers bestaan uit een luwtedam van zand en stortsteen. Hier tegenaan wordt zand opgespoten. Deze zandplaten liggen onder water om opslag van bomen te voorkomen. Door de vooroevers ontstaat luwte en er worden zachte land-waterovergangen ontwikkeld. Het nieuwe luwe gebied is habitat voor waterplanten, paaiplaatsen en leefgebied voor vissen en bodemdieren. De vorm en liggen van de dam is van groot belang, er kan ook juist permanent slib neerslaan wat ongunstig is voor waterplanten of er kunnen juist ongewenste snellere stromingen optreden. Dit dient in een mogelijk vervolg zorgvuldig uitgewerkt te worden. De vooroevers liggen in Natura2000-gebied (vogelrichtlijn). Doordat er gekozen wordt voor een natuurinclusief ontwerp worden de negatieve effecten als gevolg van de verstoring van gebied gemitigeerd en ontstaan juist nieuwe ecologische kwaliteiten.

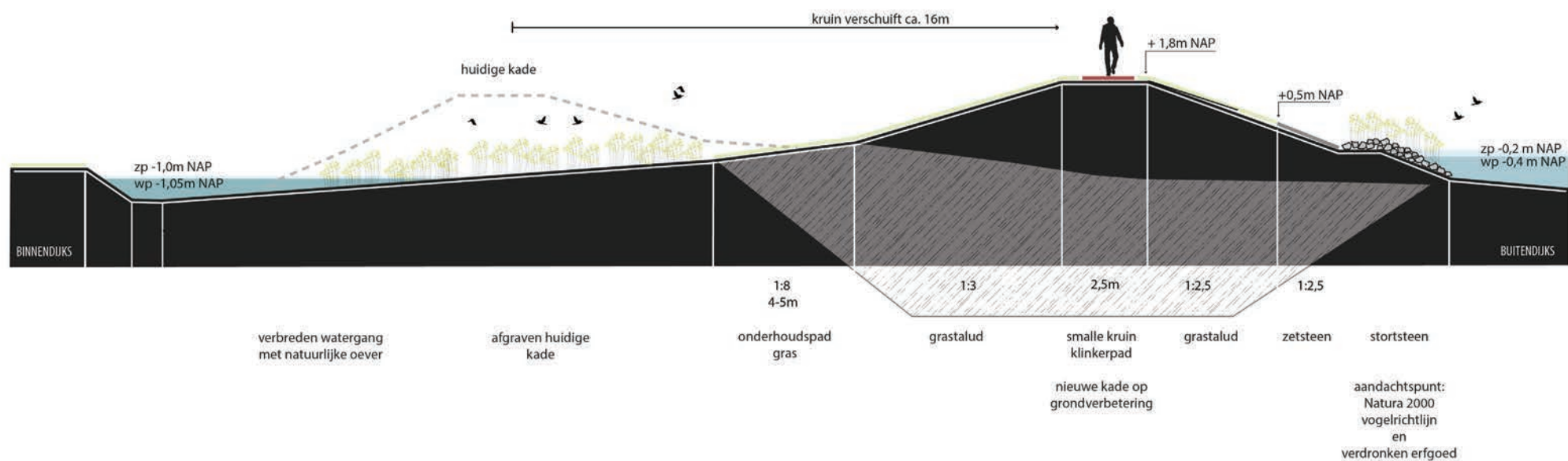
Het is echter ook mogelijk om de benodigde maatregelen op een andere manier of op een andere locatie te realiseren. Voor het habitatrichtlijngebied moet dit wel in (het zuidelijk deel van) de Gouwezee. Wanneer men voor het vogelrichtlijngebied een extra natuurimpuls wil geven kan dit bijvoorbeeld ook in aansluiting op de ontwikkeling van de Markerwadden of langs de Bukdijk. Dit dient in het vervolg van de verkenning nader verkend te worden.

De grootste versterkingsopgave ligt aan de zuidzijde. De aanleg van een nieuwe kade aan de zuidzijde lijkt daarom het meest voor de hand liggend. De westkade komt ook in aanmerking, maar gezien de kleinere versterkingsopgave wellicht minder noodzakelijk. Daarnaast is de aanleg van een nieuwe kade hier gezien de ligging aan de Gouwezee met zeer hoge natuurwaarden en onderdeel van de habitatrichtlijn een risico.

Aandachtspunt bij de aanleg van de nieuwe kade is de inpassing rondom de Rozewerf en de haven. Een afgestemd detailontwerp is een belangrijk onderdeel van een verdere uitwerking van deze oplossingsrichting in een mogelijk vervolg. Als aanzet hiertoe hebben wij drie modellen uitgewerkt voor de Rozewerf. Daarbij gaat het om het tracé van gemaal tot en met de heuvel. De Rozewerf is cultuurhistorisch zeer waardevol en de ligging direct aan de kade met



Figuur 17: Impressie nieuwe zuidkade



Figuur 18: Principe profiel nieuwe zuid- en westkade

uitzicht over het water is erg karakteristiek en geeft zowel de werf als de omringkade kwaliteit. Samen met de heuvel vormt het vanuit cultuurhistorisch en landschappelijk oogpunt een ensemble waar een integraal ontwerp voor gemaakt dient te worden.

In de eerste variant wordt de nieuwe kade voorlangs gelegd, waardoor er een continue kade ontstaat. De Rozewerf wordt daarbij iets vergroot, wat ruimte geeft voor nieuw particulier of collectief gebruik. Door de aanleg van de nieuwe kade kan er horizontale vervorming van de ondergrond optreden waardoor er schade aan de bebouwing kan ontstaan. Om dit te voorkomen wordt er een damwand geplaatst tussen de huidige werf en het nieuwe grondlichaam. De ijsbrekers die nu voor de Rozewerf liggen (Provinciaal monument) kunnen in deze variant niet gehandhaafd blijven. De ijsbrekers kunnen verder naar buiten worden verplaatst of ze kunnen eventueel overgebracht worden naar het Zuiderzeemuseum. Ook kan in het ontwerp van de nieuwe kade doormiddel van een kunstwerk aan de ijsbrekers gerefereerd worden.

In de tweede variant wordt de nieuwe kade ter plaatse van de Rozewerf en de heuvel onderbroken. Dit traject krijgt daarmee een ander profiel en andere positie binnen de dijkkring. Voorstel is om de nieuwe kade met een overgangsboog te verbinden met de huidige kade. Voor het tracé Heuvel – gemaal ligt op dit moment geen opgave behalve het herstel van de steekbekleding. Mocht er hier in de toekomst wel een opgave komen, zal hier een afgestemd ontwerp voor moeten worden gemaakt. Een mogelijk oplossing bij een tekort aan kruinhoogte is om schotten op de dijk te plaatsen, zoals dat vroeger ook gebeurde. Dan hoeft de kade zelf niet opgehoogd te worden, van belang ivm zetting/vervorming van de werf. Een nadeel van deze variant is dat materieel ten behoeve van beheer en onderhoud het deel ten noorden van de Rozewerf slecht kan bereiken. Een groot voordeel van de nieuwe kade, namelijk betere toegankelijkheid ten behoeve van beheer en onderhoud, wordt hiermee voor een groot deel teniet gedaan.

In de derde variant wordt de nieuwe kade ook ter plaatse van de Rozewerf-Heuvel onderbroken maar de overgang tussen nieuwe en oude kade aan de westzijde wordt vormgegeven door middel van een haventje. Dit is feitelijk een waterkerende constructie, die functioneel de twee kadestukken verbindt, maar daar tevens een andere functie aan koppelt, zodat het tot meerwaarde leidt. Vroeger was er ook een haventje bij de Rozewerf, daar sluit dit model op aan. Aan de oostzijde bij de heuvel wordt de kade net als in de vorige variant vloeiend aangesloten.

Het pad voorlangs de Rozewerf is een wandelpad, momenteel is hier sprake van overlast van fietsers en motoren die het bord negeren en alsnog voorlangs rijden. In alle oplossingsrichtingen zou het pad ter hoogte van de werf anders ingericht moeten worden, zodat duidelijk wordt dat het een wandelpad is. Bijvoorbeeld een smal schelpenpaadje.

Maatregelen laag 2

Er worden geen maatregelen in laag 2 genomen.

Maatregelen laag 3

In deze oplossing wordt het basispakket crisisbeheersingsmaatregelen ingezet om te zorgen

dat de veiligheidsregio en hulpdiensten over voldoende kennis en ervaring beschikken om in een geval van een (acute) dreiging adequaat te reageren, om het risicobewustzijn te verhogen en om bewoners een handelingsperspectief te bieden. Zie voor een nadere toelichting op dit basispakket §4.1.

Kostenraming

De oplossing Nieuwe kade, zoals deze voorligt, omvat zowel op de zuid- als de westkade de nieuwe kade. Op beide tracés wordt een nieuwe kade op zandcunet aangelegd voor de bestaande kade. Daarna wordt de bestaande kade afgegraven. Aan de noordzijde is een post opgenomen voor de ophoging van de kruin. Omdat de opgave op dit kadetraject nog niet helder is, is hier geen tijdspad bepaald. Deze oplossing is zeer ingrijpend bij aanleg en kent daardoor ook hoge investeringskosten. Deze zijn geraamd op een bandbreedte van ca. 22 tot 67 miljoen euro. De belangrijkste kostendrager is de aanleg van de nieuwe kade, die voor 50% van het investeringsbedrag vraagt.

Door de aanleg van de nieuwe kade wordt het dagelijks beheer en onderhoud vergemakkelijkt. Echter, het te onderhouden areaal neemt toe. De beheerkosten worden geschat op 1 tot 4 miljoen euro over een periode van 50 jaar.

Tot slot

Deze oplossingsrichting onderscheidt zich van andere oplossing door de omgang met zetting. Door de aanleg van de nieuwe kade op grondverbetering wordt zetting geminimaliseerd en is de verwachting dat de kade voor een lange termijn voldoet. De benodigde versterking in de toekomst zal naar verwachting minder groot zijn, omdat er minder zetting optreedt. Daardoor wordt de kade op termijn relatief steeds goedkoper. Voor de korte termijn vraagt deze oplossing echter wel om een grote investering.

Daarbij is het een grote ingreep die ook een grote impact heeft op het eiland: cultuurhistorisch en archeologisch in relatie tot de afgraving van de huidige kade; ecologisch in relatie tot de aanleg van de nieuwe kade in Natura2000-gebied en met name aan de westzijde in de Gouwzee binnen de habitatrichtlijn; en landschappelijk door de nieuwe positie en profiel van de kade. Tegelijkertijd geeft deze oplossing ook kansen voor nieuwe ontwikkelingen en nieuwe kwaliteiten.

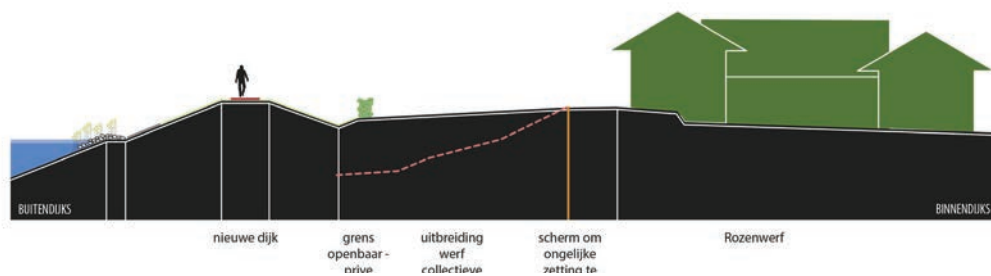
Ten aanzien van borging lijkt het in deze oplossing logisch wanneer de dijkbeheerder de eindverantwoordelijkheid draagt voor maatregelen en hoeft de samenwerking niet anders te zijn dan bij reguliere dijkversterkingsprojecten. Desgewenst kan wel een bestuursconvenant worden opgesteld, met afspraken over taken en rollen in laag 3, kosten, risico's, de planning, de projectorganisatie, etc.



Figuur 19: Inpassing nieuwe kade ter hoogte van de Rozewerf alternatief 1: Nieuwe kade voorlangs



Figuur 20: Inpassing nieuwe kade ter hoogte van de Rozewerf alternatief 2: Behoud huidige kade ter plaatse van de Rozewerf-Heuvel. Aansluiting op nieuwe kade met vloeiende overgangsboog. Behoud ijsbrekers.

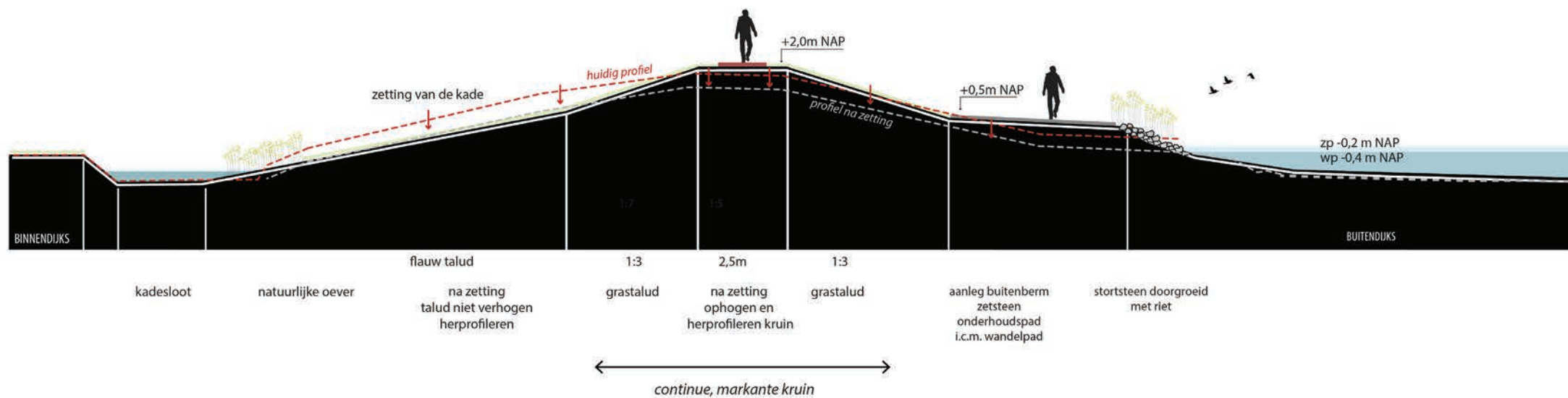




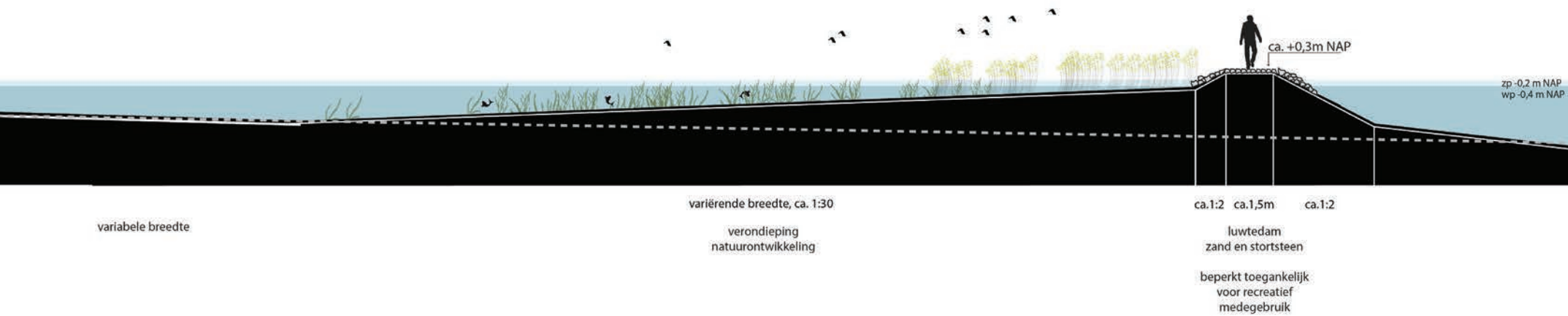
Figuur 21: Inpassing nieuwe kade ter hoogte van de Rozewerf alternatief 3: Behoud van de huidige kade ter plaatse van de Rozewerf - Heuvel. Aansluiting tussen oude en nieuwe kade doormiddel van een haventje die tevens fungeert als waterkerende constructie.



Figuur 22: Impressie noordkade met vooroever



Figuur 23: Principe profiel herprofilering noordkade en aanleg vooroevers





Overslagbestendige zuidkade



Versterking westkade met aanleg
binnenberm



Versterking noordkade binnen huidig
ruimtebeslag



Basispakket laag 3



Steigers (meekoppelkans)



Sanitair (meekoppelkans)



5.2 Overslagbestendige kade

De zuidkade wordt bestand gemaakt tegen meer overslag dan bij de andere ontwerpen. Hierdoor kan de kade, die gedimensioneerd wordt om 50 jaar te voldoen, lager blijven dan wanneer er voor een reguliere versterking zou worden gekozen en treedt er minder zetting op. Voor de west- en noordkade wordt ingezet op een andere versterkingsstrategie.

Basisveiligheid wordt gerealiseerd door maatregelen in laag 1 en laag 3. De kades krijgen een overstromingskans van 1/300 jaar.

Maatregelen laag 1

In deze oplossing wordt voor de drie zijdes van het eiland ingezet op drie verschillende versterkingsstrategieën.

Aan de zuidzijde wordt ingezet op een overslagbestendige kade. Dit betekent dat de kade bestand is tegen meer water dat over de kade slaat. Hierdoor kan de kade lager blijven wat gunstig is voor de mate van zetting die optreedt. Er wordt uitgegaan van een maximaal overslagdebiet van 25 l/s/m. Alle overige kades binnen deze oplossingen zijn gedimensioneerd op 10 l/s/m. De kruin komt hierdoor op +1,8m NAP te liggen, in plaats van op ruim boven de +2 m NAP. Aangezien in de ontwerphoogte rekening is gehouden met bodemdaling voor 50 jaar, is in deze ontwerphoogte meer compensatie voor bodemdaling verdisconteert dan in de ontwerphoogte van de Nieuwe kade. Bij de Nieuwe kade zal er immers door het verwijderen van de veenlaag nog nauwelijks bodemdaling ter plaatse van de kruin optreden. De ontwerphoogte van de overslagbestendige kade is daardoor gelijk aan de ontwerphoogte van de Nieuwe kade.

Het profiel van de kade krijgt een binnentalud van 1:3 met 1 m erosiebestendige klei. De kruin van de kade blijft smal (2,5 tot 3 m). Er wordt voorgesteld om twee rijbanen aan te leggen (karrenspoor) in plaats van het huidige smalle klinkerpad. Dit maakt de kruin beter berijdbaar voor onderhoud met behoud van de groene, landschappelijke uitstraling van de kruin. Ook remt het racefietsers en motoren af. De steenbekleding op het buitentalud wordt waar nodig hersteld en herzet. De stortsteen in de oeverlijn wordt aangevuld. De stortsteen op de oeverlijn mag doorgroeit raken met riet, doorgroeiing van de zetsteen met onkruid wordt voorkomen door regelmatig onderhoud. De zetsteen ligt tot +0,5m NAP, daarna is het talud van gras. Ook hier wordt erosiebestendige klei aangebracht. De kade is gedimensioneerd op een norm van 1/300 jaar. In dergelijke extreme gebeurtenissen kan er tot 25 l/s/m water over de kruin slaan. Afhankelijk van de duur van de storm kan dit tot circa 30 cm water op het eiland leiden.

Een overslagbestendige kade is voor de westkade niet interessant omdat voor dit dijktracé golfoploop geen factor van betekenis is. Daarnaast ligt het dorpsgebied van Marken, waar overslagwater niet gewenst is, direct achter de kade. Er wordt daarom gekozen voor een reguliere versterking. Om voor 50 jaar te voldoen betekent dit dat de kade opgehoogd moet worden naar +2m NAP. Ook dient er een binnenberm aangelegd te worden om de stabiliteit van

het binnen talud te waarborgen. Delen van deze kade zijn hierop namelijk afgekeurd. Hierdoor zal de kadesloot binnenwaarts verplaatst moeten worden. Hiervoor is grondaankoop nodig. Het verder van de kade af leggen van de kadesloot vergroot aanzienlijk de stabiliteit van de kade. De binnenberm loopt flauw af (ca. 1:8) en gaat over in een natuurlijke oever. De binnenberm kan benut worden voor recreatief medegebruik van de kade. De aanleg van de natuurlijke oever is in ecologisch opzicht interessant en draagt bij aan een goede landschappelijke inpassing van de kade. De kade blijft markant doordat het buitentalud en het bovenste deel van het binnentalud steil zijn. De steenbekleding in het buitentalud wordt waar nodig hersteld en herzet. De stortsteen in de oeverlijn wordt aangevuld. Onderhoud vindt plaats vanaf de kruin van de kade. De gewichtsbepierking blijft van kracht waardoor er met aangepast materiaal gewerkt zal moeten worden. Na verloop van jaren neemt de zetting af en is de ondergrond voor een groot deel geconsolideerd waardoor de gewichtsbepierking versoepeld kan worden. De situatie is dan vergelijkbaar met de noordkade.

Bij zowel de zuid- als de westkade wordt de huidige teensloot verlegd. Een groot aandachtspunt is daarom de te verwachten grote en ongelijkmatige zetting van de binnenberm ter hoogte van de huidige kadesloot. Hiervoor dienen in de uitvoering maatregelen te worden genomen. Hierbij kan onder andere gedacht worden aan fasering van de uitvoering waarbij eerst alle teensloten worden gedempt, het aanbrengen van een voorbelasting of lokaal de ondergrond te verbeteren.

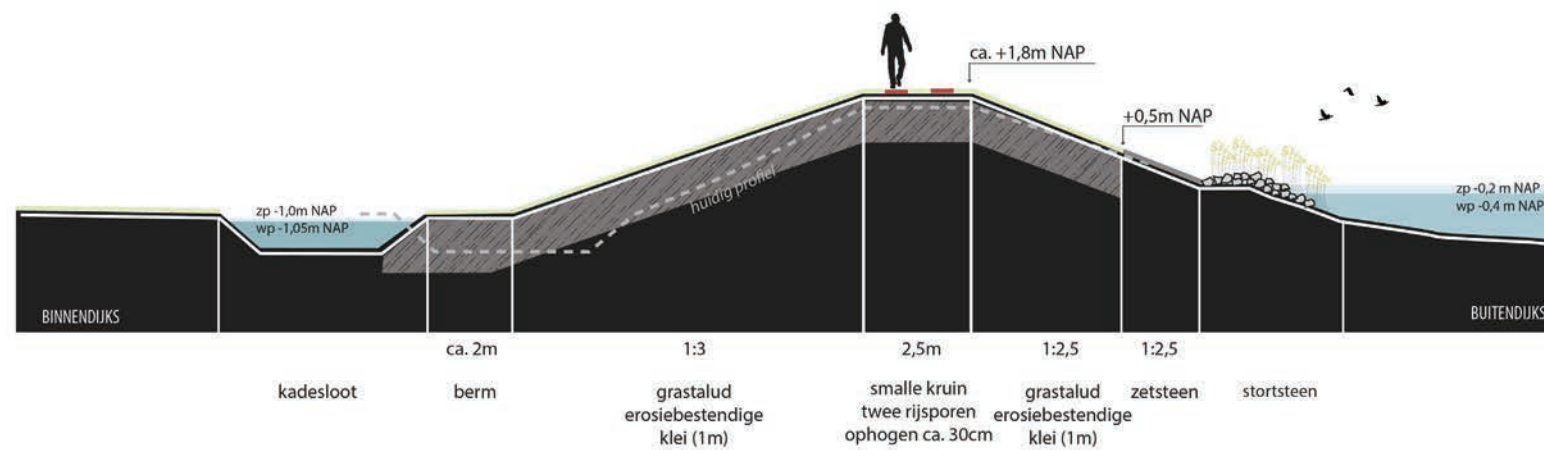
Op dit moment zijn slechts delen van de westkade afgekeurd op binnenwaartse stabiliteit. De aanbeveling is om de gehele kade te versterken om wisselingen in profiel en hoogte te voorkomen en zo de continuïteit van de kade als geheel te waarborgen. Daarom is er ook gekeken naar de inpassing van deze kadeversterking ten noorden en zuiden van de haven. Hier is onvoldoende ruimte om de binnenberm aan te leggen. Daarom zal hier met een constructie gewerkt moeten worden.

Voor de noordkade is de versterkingsopgave nog onduidelijk. Uitgangspunt voor deze oplossing is, net als in de andere oplossingen, dat de versterkingsopgave binnen het huidig ruimtebeslag van de kade op te lossen is. Hierbij is de ambitie om het profiel dat nu heel breed en laag is op termijn weer markanter te maken. Daartoe wordt het profiel bij de benodigde verhoging naar +2,0m NAP ook geherprofileerd. Ook bij toekomstige kruinverhogingen zal de kade geherprofileerd worden, zodat uiteindelijke stap voor stap de kade een markanter profiel krijgt. Er is in deze oplossing van uitgegaan dat de noordkade in de huidige situatie voldoet in hoogte en stabiliteit. Wel is een kleine verflauwing van het binnentalud voorzien, om een eerste stap te maken richting het ambitiebeeld. Een volgende ophoging van de kade is voor na deze planperiode gepland.

De overslagbestendigheid van de zuidkade wordt geborgd door het aanbrengen van een kleilaag en een goede grasmat. Dit vergt echter wel extra onderhoud. Om erosie tegen te gaan, moet de grasmat vitaal en relatief kort worden gehouden. Daarom wordt het binnentalud van de kade tien maal per jaar gemaaid. Ook wordt één keer per jaar het binnentalud uitgevuld en doorgezaaid waar nodig. De kruin wordt zesmaal per jaar gemaaid en het buitentalud drie maal. Al het maaisel wordt afgevoerd.



Figuur 24: Impressie overslagbestendige zuidkade



Figuur 25: Principe profiel overslagbestendige zuidkade

Maatregelen laag 2

Om bebouwing te beschermen tegen het overslagwater wat op maaiveld kan komen te staan is het mogelijk om maatregelen te nemen op het eiland. Denk aan het vergroten van het bergend vermogen van het buitengebied, het verhogen van de gemaaide capaciteit om het eiland weer sneller droog te malen of aan het beschermen van bebouwing, bv door lage kades of verhoogde vloerpeilen. De overslagbestendige kade is echter gedimensioneerd op een norm van 1/300 jaar. Alleen bij extreme gebeurtenissen zal er daadwerkelijk zoveel water over de kade slaan dat dit tot overlast kan leiden. Afhankelijk van de duur van de storm zal een dergelijke extreme gebeurtenis tot circa 30 cm water op het eiland leiden. Er is binnen deze oplossing daarom gekozen om geen maatregelen in laag 2 te nemen, omdat de kosten hiervan niet opwegen tegen de schade die kan ontstaan tijdens deze slechts zeer incidentele gebeurtenis. In bijlage 2 is afvallen van de noodzaak tot waterberging nader onderbouwd.

Maatregelen laag 3

Ook in deze oplossing wordt een basispakket crisisbeheersingsmaatregelen ingezet. Zie voor een nadere toelichting op dit basispakket §4.1.

Kostenraming

De overslagbestendige dijk heeft een compact profiel, waardoor het ruimtelijk beslag en daaraan gekoppelde benodigde grondverwerving beperkt is. Hierdoor zijn de investeringskosten relatief laag. De benodigde investering voor deze oplossing ligt tussen 11 en 33 miljoen euro. De belangrijkste kostendrager in deze investering is de aanleg van het flauwe binnentalud met erosiebestendige klei, wat 35% van de totale investeringskosten vergt.

In de beheerkosten zijn er twee even grote kostendragers: het verwijderen van opslag van bomen en struiken (30%) en maaien en afvoeren van het binnentalud (25%). De beheerkosten vallen hier door het intensievere onderhoud van met name het binnentalud hoger uit dan andere oplossingen. Het totaal zijn de beheerkosten geraamd op 3 tot 9 miljoen over de periode van 50 jaar.

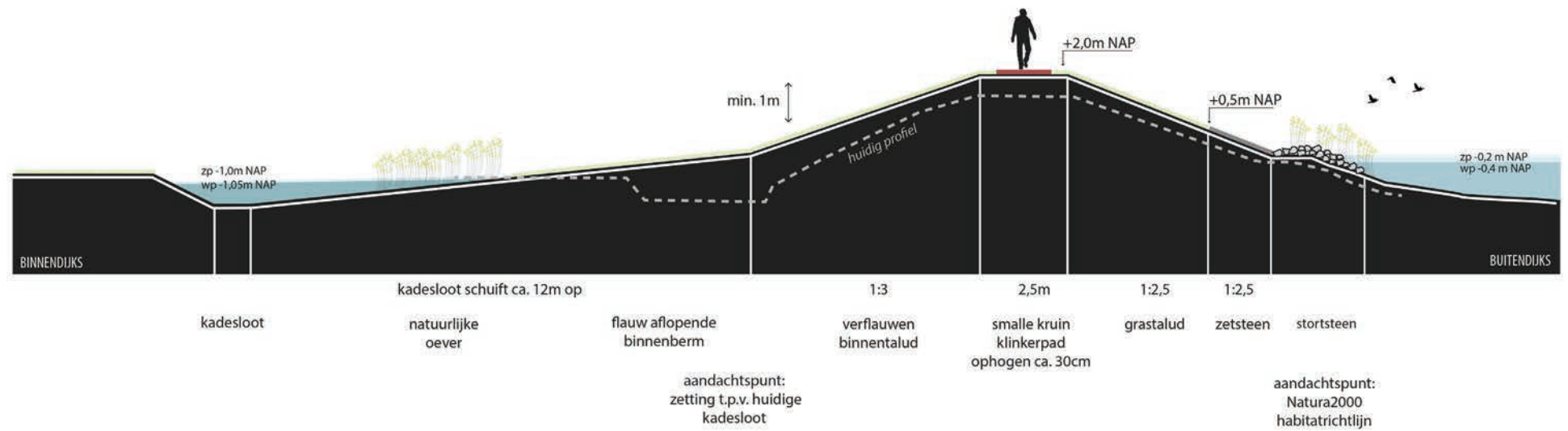
Tot slot

In deze oplossing wordt de zuidkade bestand gemaakt tegen meer overslag. Hierdoor kan de kade, die gedimensioneerd wordt om 50 jaar te voldoen, lager blijven dan wanneer er voor een reguliere versterking zou worden gekozen en treedt er minder zetting op. Voor de west- en noordkade wordt ingezet op een andere versterkingsstrategie. Aan de westkant zal de kadesloot binnenwaarts verplaatst moeten worden en is grondaankoop nodig. In laag 2 worden geen maatregelen getroffen, omdat de kosten hiervan niet opwegen tegen de schade die kan ontstaan tijdens deze slechts zeer incidentele gebeurtenis. De maatregelen in laag 3 zijn vergelijkbaar met die van de Nieuwe kade.

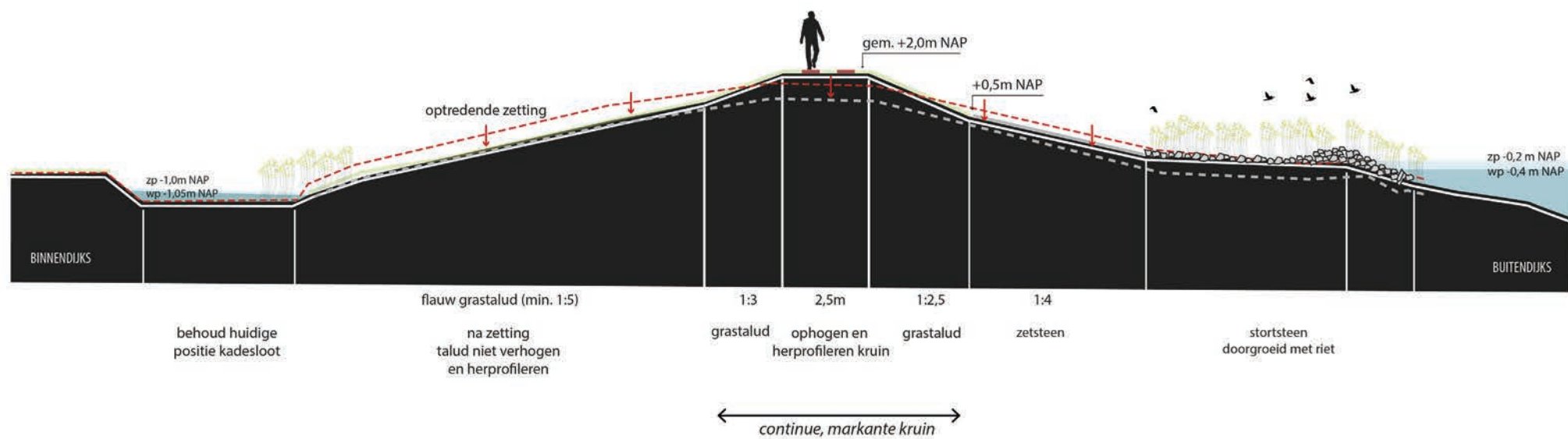
Ook hier lijkt het ons logisch wanneer de toekomstige dijkbeheerder (HHNK) de eindverantwoordelijkheid draagt voor maatregelen en hoeft de samenwerking niet anders te zijn dan bij reguliere dijkversterkingsprojecten. Desgewenst kan wel een bestuursconvenant worden opgesteld, met afspraken over taken en rollen in laag 3, kosten, risico's, de planning, de projectorganisatie, etc.



Figuur 26: Impressie westkade



Figuur 27: Principe profiel westkade



Figuur 28 Principe profiel noordkade



Aanleg vooroevers



Versterking zuidkade met aanleg
buitenberm



Versterking noordkade binnen huidig
ruimtebeslag



Versterking westkade met aanleg
binnenberm



Aanleg constructie
(scherm/damwand)



Dempen dijsloot, aanpassing intern
watersysteem



Basispakket laag 3



Recreatief medegebruik vooroever



Steigers (meekoppelkans)



Sanitair (meekoppelkans)



5.3 Waterkerende oeverzone

In deze oplossing wordt de kade opgevat als een zone met ruimte voor de ontwikkeling van nieuwe kwaliteiten. De historische positie van het voorland en natuurbeleving zijn daarbij leidende principes en er wordt ingespeeld op de onderscheidende omstandigheden en kwaliteiten van het Markermeer en de Gouwe. Deze oplossing heeft een versterkingscyclus van 25 jaar. Basisveiligheid wordt gerealiseerd door maatregelen in laag 1 en laag 3. De kades krijgen een norm van 1:300 (overstromingskans).

Maatregelen laag 1

Aan de Markermeerzijde wordt hernieuwde betekenis gegeven aan de historische positie van het voorland. De vooroevers die worden aangelegd dienen meerdere doelen. Ze remmen de golfoploop waardoor de kruin van de kade lager kan blijven. De vooroevers worden daarom aangelegd voor de tracés die zijn het meest gevoelig zijn voor golfbelasting. Daarbij wordt er gerefereerd aan de historische contour van het eiland in de 17e eeuw (cultuurhistorische betekenis). Met de ontwikkeling van vooroevers wordt tevens aangesloten op de breed gedeelde ambitie om de waterkwaliteit en ecologische waarde van het Markermeer te verbeteren. Hier wordt op meerdere projecten in en rondom het Markermeer al invulling aan gegeven (Markerwadden, luwtemaatregelen Hoornse Hop, dijkversterking Hoorn-Amsterdam etc.).

De vooroevers bestaan uit een luwtedam van zand en stortsteen. Hier tegenaan wordt zand opgespoten. Deze zandplaten liggen onder water om opslag van bomen te voorkomen. Door de vooroevers ontstaat luwte en er worden zachte land-waterovergangen ontwikkeld. Het nieuwe luwe gebied is habitat voor waterplanten, paaiplaatsen en leefgebied voor vissen en bodemdieren. De vorm en liggen van de dam is van groot belang, er kan ook juist permanent slib neerslaan wat ongunstig is voor waterplanten of er kunnen juist ongewenste snellere stromingen optreden. Dit dient in een mogelijk vervolg zorgvuldig uitgewerkt te worden. De vooroevers liggen in Natura2000-gebied (vogelrichtlijn). Doordat er gekozen wordt voor een natuurinclusief ontwerp worden de negatieve effecten als gevolg van de verstoring van gebied gemitigeerd en ontstaan juist nieuwe ecologische kwaliteiten.

De vooroevers kunnen deels toegankelijk gemaakt worden en krijgen zo ook recreatieve betekenis (laarzenpad, evt. gedeeltelijke openstelling of onder begeleiding van een gids). De vooroevers komen op enige afstand van het eiland af te liggen. Hierdoor blijft de kade over water bereikbaar voor onderhoud. Doordat de ondergrond waarop de vooroevers worden aangelegd zeer zettingsgevoelig is, zal er een forse onderhoudsinspanning nodig zijn. Het onderhoud zal bestaan uit het aanvullen van de vooroever en het aanvullen van de stortsteen van de luwtedam.

Vanuit technisch oogpunt zijn er voor de golfremmende werking van de vooroever alternatieven denkbaar. De golfremmende werking kan ook verkregen worden door bijvoorbeeld optimalisatie van de buitenberm of door de aanleg van golfremmende bekleding op het buitentalud. Bij toepassing van deze alternatieven in plaats van een vooroever, vindt er echter

geen versterking plaats van de ecologische waarde van het Markermeer. Voordeel is dat de extra onderhoudsinspanning voor de vooroevers niet nodig is.

Het basisprofiel van de zuidkade bestaat uit een buitenwaartse versterking. De kruin wordt opgehoogd tot +1,8m NAP (ca. 30-40 cm) en schuift iets naar buiten. De kruin blijft smal met een klinkerpad. Er wordt een buitenberm aangelegd op +0,5m NAP. Deze berm fungeert als golfbreker en biedt tevens ruimte voor onderhoud en recreatief gebruik. De berm is bekleed met zetsteen. In de oeverlijn ligt stortsteen. Ten behoeve van de stabiliteit wordt het binnentalud verflauwd naar 1:3 en de kadesloot wordt gedempt. De doodlopende watergangen die hierdoor ontstaan worden gedempt ten behoeve van de waterkwaliteit. De afwatering van de percelen die tegen de kade aan liggen vindt plaats door drainage. De afwateringsfunctie van de kadesloot wordt overgenomen door de naastgelegen watergang. De functie van de kadesloot als maalsloot wordt overgenomen door de watergangen langs het historisch tracé van het Goudriaankanaal. Deze aanpassing van het interne watersysteem op Marken dient in overleg met het hoogheemraadschap nader uitgewerkt te worden en kan benut worden om het watersysteem dat nu op een aantal plaatsen gevoelig is robuuster te maken.

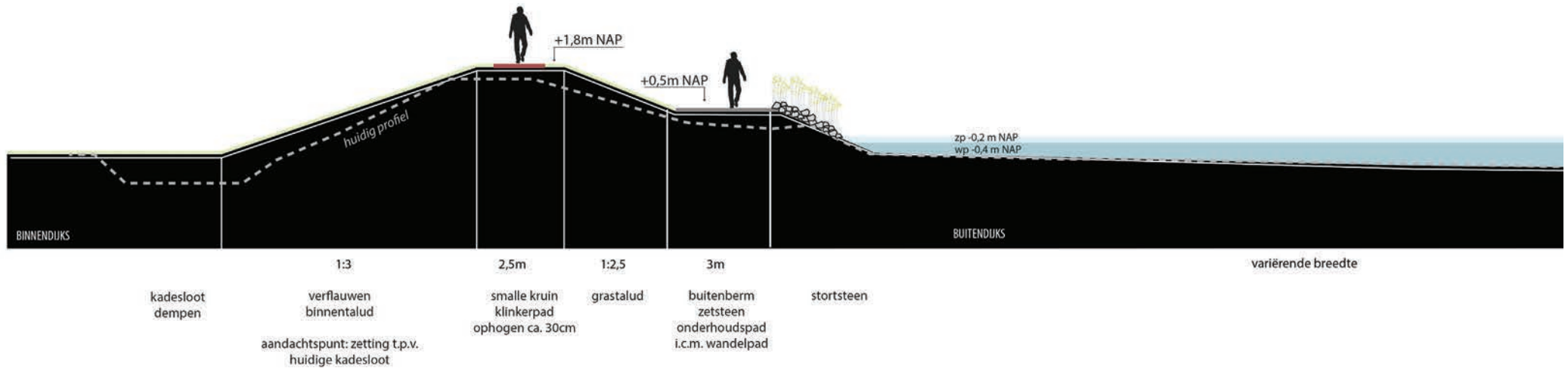
De Zuidkade wordt (net als de andere twee zijden) drie maal per jaar machinaal onderhouden (maaien en afvoeren). Het pad op de kade wordt geborsteld tegen onkruidopslag, net als de zetsteen op het buitentalud. De vooroevers behoeven nauwelijks dagelijks onderhoud. Doordat achter de luwtedam wel wordt verondiept, maar het profiel nat blijft, zal hier geen houtopslag gaan groeien. De luwtedam zelf zal naar verwachting onderhevig zijn aan flinke zetting, omdat dit in ongeconsolideerde en ongerijpte grond wordt aangebracht. Het regelmatig herstellen van de luwtedam is opgenomen in de kostenraming als post in de investeringskosten.

Voor de noordkade is de versterkingsopgave nog onduidelijk. Uitgangspunt voor deze oplossing is, net als in de andere oplossingen, dat de versterkingsopgave binnen het huidige ruimtebeslag van de kade op te lossen is. Hierbij is de ambitie om het profiel dat nu heel breed en log is op termijn weer markanter te maken. Daartoe wordt het profiel bij elke benodigde verhoging stapsgewijs geherprofileerd. Aan de noordzijde wordt, net als aan de zuidzijde, een luwtedam aangelegd. Alleen aan het westelijke deel van de noordkade wordt door deze luwtedam de golfwerking beperkt. Voor de Minnebuurt is een vooroever niet opgenomen, omdat dit weinig draagvlak heeft bij de bewoners van deze buurt. Eventueel kunnen hier alternatieven, die voor de zuidkade zijn benoemd, toegepast worden. De luwteoever aan de noordzijde kan gebruikt worden voor recreatief medegebruik. Er wordt van uitgegaan dat voor de noordkade na 25 jaar een verhoging nodig is om aan de eisen te blijven voldoen.

Voor de westkade wordt ingezet op een andere strategie: vooroevers zijn hier niet doelmatig gezien golfoploop geen bepalende factor is in de veiligheidsopgave. Daarnaast is een buitenwaartse oplossing hier minder wenselijk gezien de hoge ecologische waarden van de Gouwe als onderdeel van de habitatrichtlijn. Er wordt gekozen voor een vierkante versterking in combinatie met de aanleg van een binnenberm. Dit is vergelijkbaar met het profiel van de westkade binnen oplossing Overslagbestendige kade, maar dan voor 25 jaar (zie ook § 5.2).



Figuur 29: Impressie zuidkade met vooroever



Figuur 30 Principe profiel zuidkade met vooroever

Maatregelen laag 2

Er worden geen maatregelen genomen in laag 2.

Maatregelen laag 3

Ook in deze oplossing wordt een basispakket crisisbeheersingsmaatregelen ingezet om te zorgen dat de veiligheidsregio en hulpdiensten over voldoende kennis en ervaring beschikken om in een geval van een (acute) dreiging adequaat te reageren, om het risicobewustzijn te verhogen en om bewoners een handelingsperspectief te bieden. Zie voor een nadere toelichting op dit basispakket oplossingsrichting Nieuwe kade.

Kostenraming

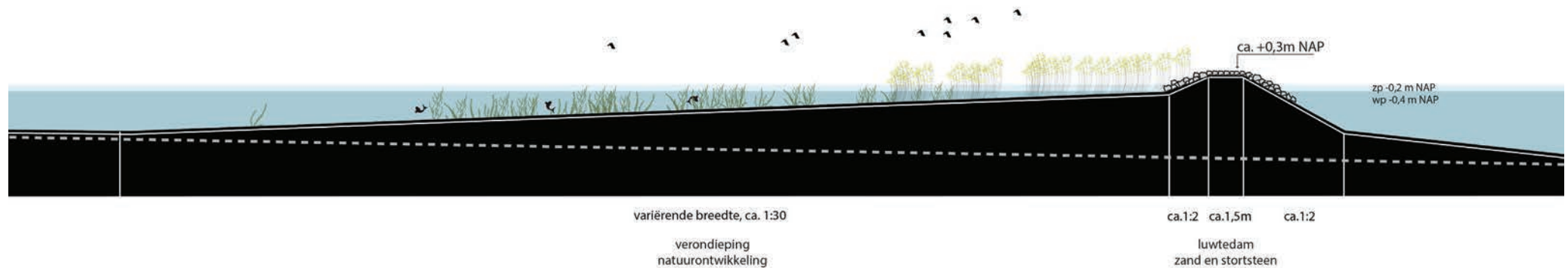
Voor deze oplossing is een raming gemaakt waarbij de investeringskosten uitkomen op 14 tot 42 miljoen euro. In deze investering is de grote kostendrager de aanleg van de vooroever met luwtedam van stortsteen (35%). Wanneer bij deze vooroevers ook de investering in groot onderhoud erbij wordt getrokken, beslaat dit ruim 40% van de investeringskosten.

De beheerkosten voor een periode van 50 jaar zijn geraamd op 3 tot 9 miljoen euro. Het maaien en afvoeren van maaisel en het verwijderen van houtachtige opslag zijn hierin de grote kostendragers.

Tot slot

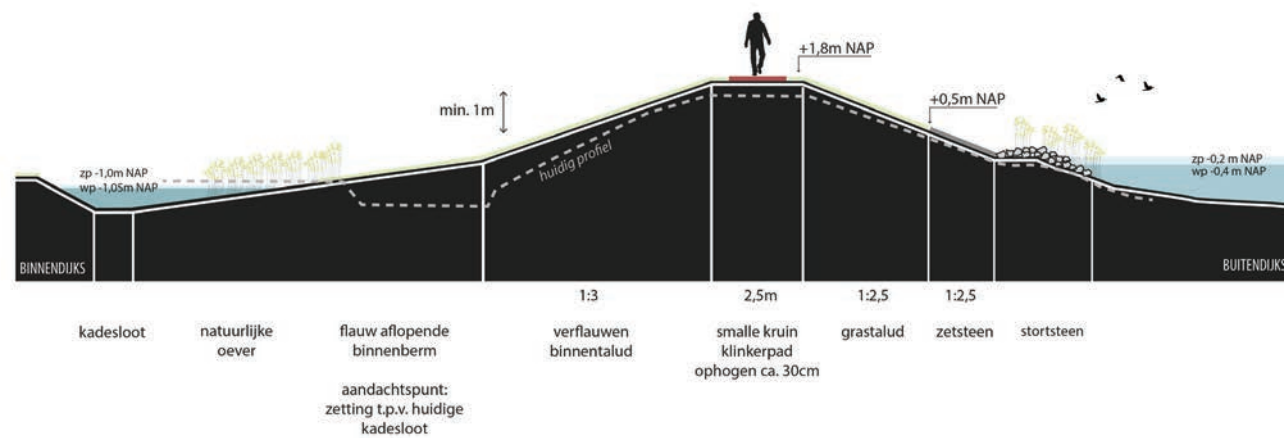
In deze oplossing wordt de kade opgevat als een zone met ruimte voor de ontwikkeling van nieuwe kwaliteiten. De historische positie van het voorland en natuurbeleving zijn daarbij leidende principes en er wordt ingespeeld op de onderscheidende omstandigheden en kwalitei-

ten van het Markermeer en de Gouwzee. Deze oplossing betekent wel een grote verandering van het landschapsbeeld van Marken. Het lijkt bij deze oplossing logisch wanneer de dijkbeheerder de eindverantwoordelijkheid draagt voor te treffen maatregelen. De samenwerking hoeft niet anders te zijn dan bij reguliere dijkversterkingsprojecten. Desgewenst kan wel een bestuursconvenant worden opgesteld.

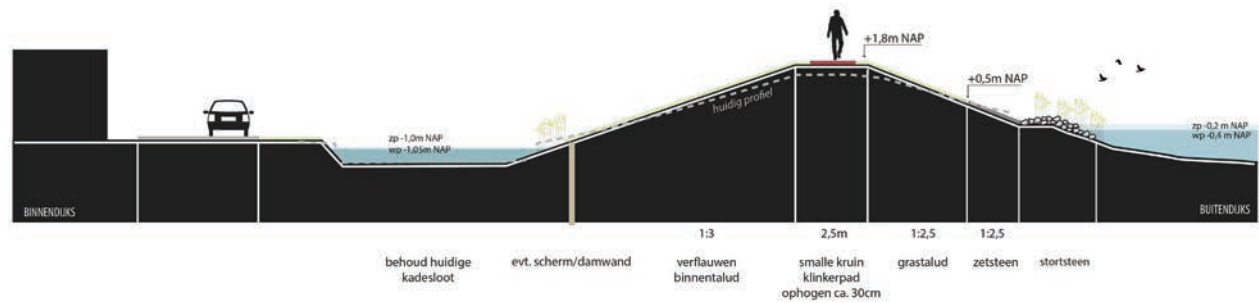




Figuur 31 Impressie westkade



Figuur 32: Principe profiel westkade



Figuur 33: Principe profiel westkade ter hoogte van de havenbuurt (Hoogkamplan)





Kortcyclische kadeversterking



Compensatie versmalling kadesloot



Basispakket laag 3



Steigers (meekoppelkans)



Sanitair (meekoppelkans)



5.4 Kortcyclische versterking van de kade

Het uitgangspunt van deze oplossing is een stapsgewijze versterking van de kade, waardoor zetting geminimaliseerd kan worden en de huidige kwaliteiten van de kade behouden kunnen blijven.

Basisveiligheid wordt gerealiseerd door maatregelen in laag en laag 3. De kade krijgt een norm van 1:300 (overstromingskans).

Maatregelen laag 1

De kade wordt om de 12 jaar in aansluiting op de toetsrondes versterkt. Door voor een kortere versterkingscyclus te kiezen hoeft er minder ver opgehoogd te worden, waardoor zetting als gevolg van het extra opgebrachte gewicht en klink van de nieuw opgebrachte grond geminimaliseerd wordt. De kruin kan hierdoor lager blijven en het profiel compact. Er zijn geen steunbermen nodig en de taluds kunnen steil blijven. Zo blijft de nauwe relatie tussen eiland en water behouden.

Het profiel van de zuid- en westkade wordt op een aantal punten aangepast om aan de versterkingsopgave te kunnen voldoen en om de onderhoudbaarheid van de kade te verbeteren. Het binnentalud wordt verflauwd naar 1:3. Dit vergroot de stabiliteit van de kade en maakt het mogelijk het talud ofwel door schapen te laten begrazen ofwel door kleine, aangepaste onderhoudsvoertuigen te maaien. Ten behoeve van de stabiliteit wordt de kadesloot verflauwd conform het legger profiel en komt enkele meters vanuit de teen van de kade te liggen. De huidige teensloot wordt gedempt. Ter plaatse van de teensloot zullen daardoor grote zettingen optreden. Hiervoor dienen in de uitvoering maatregelen te worden genomen. Hierbij kan onder andere gedacht worden aan fasering van de uitvoering waarbij eerst alle teensloten worden gedempt, het aanbrengen van een voorbelasting of lokaal de ondergrond te verbeteren.

De functie van de huidige teensloot maalsloot komt hiermee te vervallen. In overleg met het hoogheemraadschap zal hiervoor een andere watergang aangewezen moeten worden en indien nodig verbreed. De kruin van de kade blijft smal (2,5 tot 3m). Er wordt voorgesteld om twee rijbanen aan te leggen (karrenspoor) in plaats van het huidige smalle klinkerpad. Dit maakt de kruin beter berijdbaar met behoud van de groene, landschappelijke uitstraling van de kruin. Het buitentalud blijft steil (1:2,5). De steenbekleding in het talud wordt waar nodig hersteld en herzet. De stortsteen in de oeverlijn wordt aangevuld. Het stortsteen op de oeverlijn mag doorgroeid raken met riet, doorgroeiing van de zetsteen met onkruid moet worden voorkomen. De steenbekleding ligt tot +0,5m NAP, daarna is het talud van gras. Voorwaarde hiervoor is dat de grasmat vitaal is om afslag door golven te voorkomen, eventueel is hier erosiebestendige klei nodig.

Voor de noordkade is de versterkingsopgave nog onduidelijk. Uitgangspunt voor deze oplossing is dat de versterkingsopgave binnen het huidige ruimtebeslag van de kade op te lossen is. Hierbij is de ambitie om het profiel dat nu heel breed en log is op termijn weer markanter te maken. Daartoe wordt het profiel bij elke benodigde verhoging stapsgewijs geherprofileerd.

Het ambitiebeeld van de noordkade is gelijk aan dat van de overslagbestendige kade. Er wordt echter in deze oplossing vanuit gegaan dat iedere 12 jaar de noordkade een kleine ophoging krijgt.

Het karrenspoor op de kruin van de kade overgroeit makkelijker met gras en onkruid, dan een regulier breed pad. Daarom is het wenselijk de kruin van de kade vaker te maaien. De kruin van de kade wordt in deze oplossing zes maal per jaar gemaaid. Het binnen- en buitentalud wordt drie maal per jaar gemaaid. Maaisel wordt afgevoerd. Door de aanpassing van het binnentalud is machinaal maaien op een kleine zitmaaier mogelijk. Door de gewichtsbeperking op de kades blijft afvoer van maaisel moeizaam. Begrazing door schapen lijkt daarom een interessant alternatief. Ter plaatse van de Rozewerf kan de benodigde afrastering (bv met een klaphek) meteen benut worden voor de vormgeving van de overgang naar het wandelpad langs de werf.

Maatregelen laag 2

Er worden geen maatregelen genomen in laag 2.

Maatregelen laag 3

Ook in deze oplossing wordt een basispakket crisisbeheersingsmaatregelen ingezet om te zorgen dat de veiligheidsregio en hulpdiensten over voldoende kennis en ervaring beschikken om in een geval van een (acute) dreiging adequaat te reageren, om het risicobewustzijn te verhogen en om bewoners een handelingsperspectief te bieden.

Kostenraming

De investeringskosten van deze oplossing zijn het kleinst van alle oplossingen. In deze investeringskosten is meegenomen dat gedurende een periode van 50 jaar iedere 12 jaar teruggekomen moet worden om de kade, waar nodig, te herstellen of aan te passen. De totale investeringskosten liggen tussen 9 tot 27 miljoen euro. Omdat hier regelmatig wordt teruggekomen, is er niet één grote kostendrager aan te wijzen. De aanleg van het karrenspoor omvat ca. 15% van de kosten, maar het regulier ophogen van de kade is steeds goed voor 10 tot 20% van de kosten.

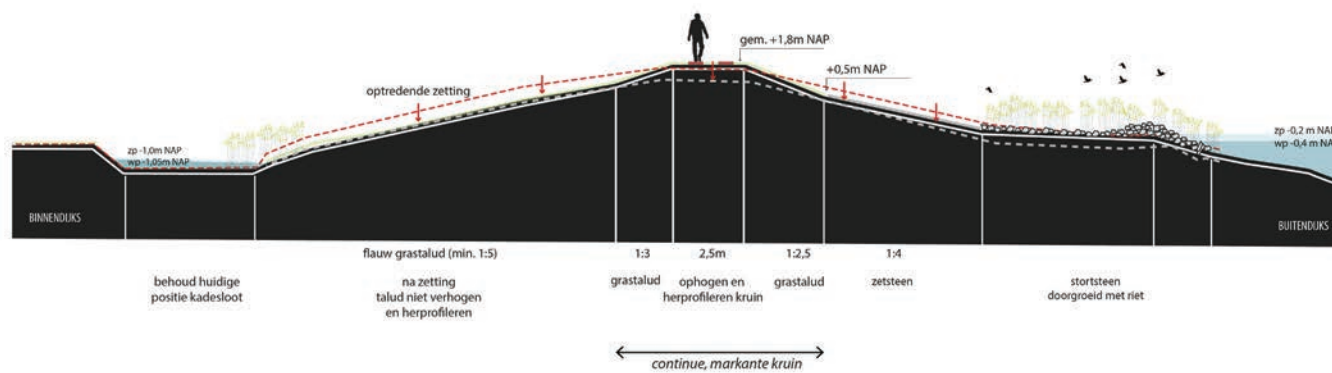
De onderhoudskosten van deze oplossing zijn geraamd op 2 tot 7 miljoen euro over een periode van 50 jaar. De gewichtsbeperking op de kades (1 ton op zuid- en westkade en 3 ton op noordkade) zorgen ervoor dat het beheer van de kade duurder is dan bij de andere oplossingen.

Tot slot

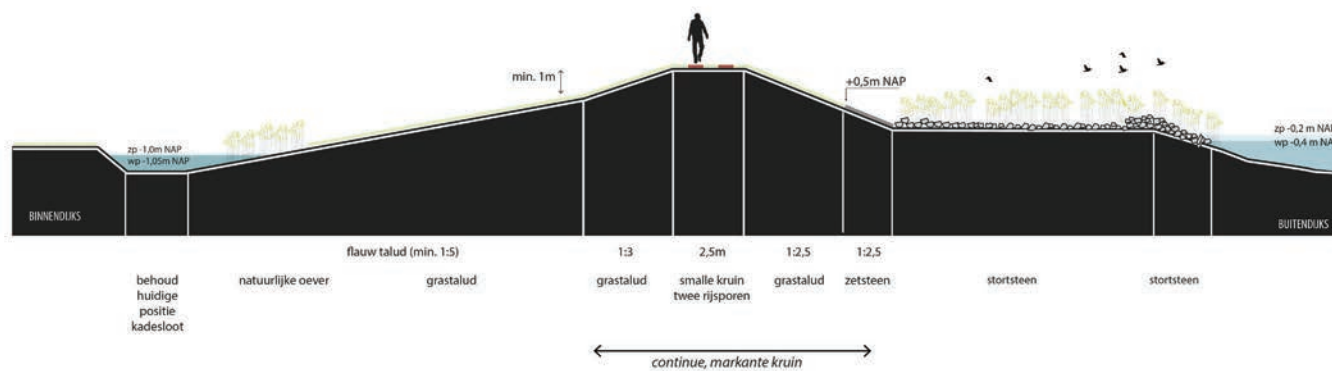
Deze oplossing onderscheidt zich door de keuze voor een kortere versterkingscyclus. Hierdoor zijn de ingrepen beperkt en is het mogelijk de huidige kwaliteiten te behouden en te versterken. Er zijn door het beperkte ruimtebeslag van de kadeverbetering beperkte raakvlakken met het gebruik op het eiland en er is weinig grondaankoop nodig. Door de versterking om de 12 jaar zullen er wel vaker werkzaamheden aan de kade zijn. Aandachtspunt hierbij is het voorkomen van overlast. Ook is een goede borging bij deze oplossingsrichting cruciaal.



Figuur 34: Impressie noordkade



Figuur 35: Stapsgewijze herprofilering noordkade



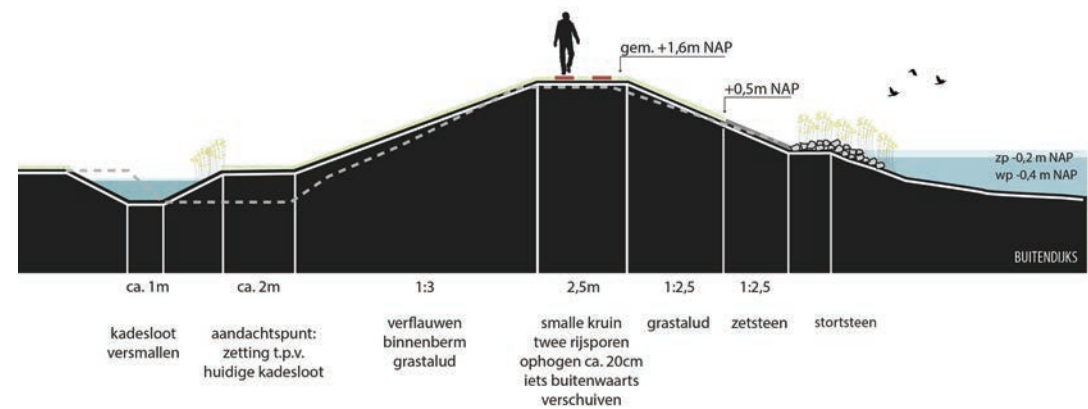
Figuur 36: Ambitiebeeld noordkade

Kortcyclisch versterking van de kade heeft als voordeel dat er ingespeeld kan worden op nieuwe ontwikkelingen. Zo kan de mobiele kering mogelijk over enkele decennia -als gevolg van innovatie- nog een kans krijgen. Deze variant maakt dat er flexibiliteit ontstaat om te profiteren van nieuwe technologieën.

Het ligt voor de hand dat de eindverantwoordelijkheid voor de maatregelen in laag 1 en 3 komt te liggen bij dijkbeheerder (Rijkswaterstaat of HHNK). Wij zien in deze oplossing geen directe noodzaak om publiekrechtelijke bevoegdheden en/of privaatrechtelijke taken over te dragen. De wijze waarop HHNK samenwerkt met andere partijen hoeft niet te verschillen van die van andere dijkversterkingsprojecten. Het opstellen van een bestuursconvenant met gezamenlijke afspraken over taken en rollen in laag 3, kosten, risico's, de planning, de projectorganisatie, etc. valt te overwegen.



Figuur 37 Impressie zuidkade



Figuur 38 Principe profiel zuidkade



Hoog wonen op bestaande werven



Bebouwing op maaiveld waterrobuust maken (lange termijn strategie)



Voormalige paalwoningen weer waterrobuust maken



Waterrobuust dorps huis, crisiscentrum



Verhoogde kruisbaakweg



Groot onderhoud en kortcyclische versterking huidige kering



Extra maatregelen laag 3



Steigers (meekoppelkansen)



Sanitair (meekoppelkansen)



5.5 Kortcyclische versterking van de kade en waterrobuust ontwikkelen

In deze oplossing wordt een kortcyclische versterking van de kade gecombineerd met een strategie om het eiland op lange termijn waterrobuust te maken. Er wordt de komende decennia gewerkt aan verschillende maatregelen die bijdragen aan een veiliger woon- en leefgebied en die daarnaast de unieke kwaliteiten van Marken als enige polder-eiland in het Markermeer versterken.

Basisveiligheid wordt op de korte termijn gerealiseerd door maatregelen in laag 1 preventie en laag 3. De kade krijgt een norm van 1:300 (overstromingskans). Aanvullend worden ook maatregelen genomen in laag 2 en extra maatregelen in laag 3. Deze worden naar de toekomst toe steeds verder uitgebouwd. Op langere termijn is het daardoor mogelijk om basisveiligheid te realiseren door een combinatie van maatregelen in de drie lagen waardoor de norm van de kade omlaag kan naar 1/100 jaar.

Maatregelen laag 1

De combinatie van een waterrobuuste ontwikkeling van het eiland met een kortcyclische kadeversterking ligt voor de hand, omdat het daarmee mogelijk is om flexibel om te gaan met de maatregelen in de verschillende lagen en in de toekomst de overstap te kunnen maken naar een lagere overstromingskans, zonder dat daarbij investeringen verloren gaan. Maar ook de andere oplossingen kunnen gecombineerd worden met waterrobuust ontwikkelen. Voor de toelichting op een kortcyclische versterking van de kade verwijzen wij naar §5.4. Op langere termijn, wanneer er significante stappen gezet zijn richting een waterrobuust Marken kan de norm van de kade mogelijk verlaagd worden naar 1:100 (overstromingskans). Het profiel van de kade kan dan iets lager worden.

Maatregelen laag 2

In deze oplossing wordt ingezet op het waterrobuust ontwikkelen van het eiland. De eventuele keuze voor deze maatregelen hangt samen met de hoogwaterveiligheid, maar ook met klimaatverandering, zetting en bodemdaling. Deze problematiek speelt in grote delen van West Nederland. Het waterrobuust ontwikkelen van (woon)gebieden beperkt de gevolgen van een mogelijke overstroming. Daarnaast kan het ook leiden tot minder gevoeligheid voor wateroverlast vanuit het regionaal systeem, bijvoorbeeld bij hevige regenval. Ook maakt het bebouwing minder gevoelig voor peilwijzigingen en bodemdaling (funderingen).

Er is nog veel onzekerheid over de maatregelen die waterrobuust ontwikkelen behelst en de tijd die het kost om dit uit te voeren. Het vergt nog nader onderzoek. Daarom is dit ook als lange termijn strategie opgenomen en wordt het op de kortere termijn gekoppeld aan een afdoende kadeversterking.

In deze pilot zijn enkele bouwstenen naar voren gekomen die in het kader van waterrobuust ontwikkelen nader onderzocht kunnen worden. Door de overzichtelijke omvang van Marken is dit eiland geschikt om als onderzoekslocatie te dienen, echter de problematiek speelt in heel

laag Nederland en Marken is wellicht erg specifiek en daardoor minder generiek toepasbaar.

Waterrobuust ontwikkelen van de woningvoorraad op Marken

Tot de afsluiting van de Zuiderzee in 1932 werden alle woningen op Marken gebouwd op verhoogde werven of palen. In de periode daarna zijn de woningen gewoon op maaiveld gebouwd. Binnen deze oplossingsrichting wordt hernieuwde betekenis gegeven aan deze historisch verhoogde woonvormen door in de toekomst alle nieuwbouw op Marken weer waterrobuust te bouwen. Dit kan door nieuwe vormen van de historische werven te ontwikkelen, nieuwe typologieën van paalwoningen, maar ook drijvende woningen behoren tot de mogelijkheden. Ook kan er bijvoorbeeld gekozen worden voor een niet bewoonbare begane grond met functies als parkeren.

Daarnaast kan de huidige woningvoorraad aangepast worden zodat schade bij een eventuele overstroming beperkt wordt. Denk hierbij aan het 'waterdicht' maken door afsluitbare bebouwing waarbij door schotten/luiken ramen en deuren kunnen worden gesloten, gevels geïmpregneerd worden en kleine openingen als stootvoegen, ventilatieroosters en mantelpijpen afsluitbaar worden gemaakt. Of aan het aanpassen van de inrichting van de woningen zodat de begane grond anders gebruikt wordt evt. in combinatie met de aanleg van een extra verdieping.

Bij aaneengesloten huizenblokken die te laag liggen kan op termijn ook worden gedacht aan slopen en nieuwbouw, waarbij er vervolgens een keuze is tussen integraal ophogen (hele buurt inclusief infrastructuur: dus een nieuwe werf), of partieel ophogen (alleen de huizen maar niet de voorzieningen). Geredeneerd van waterrobuustheid zou integraal ophogen dan de voorkeur krijgen, maar dat is duurder. Slopen en nieuwbouw kost volgens ECK orde 15 miljoen euro per hectare woonwijk. Als we naar de Minnebuurt kijken (5 ha) zou dat uitkomen op orde 75 miljoen euro (range 50-100 miljoen euro). Opvijzelen van bestaande woningen kost ongeveer de helft hiervan, maar is bij aaneengesloten huizenblokken complexer omdat je minder eenvoudig bij de funderingspalen kunt komen.

Voor historische woningen in de overige buurten is slopen en nieuwbouw geen optie. Opvijzelen is een mogelijkheid, met name voor vrijstaande woningen. Een andere optie is dat bewoners de begane grond waterrobuust inrichten (bv., een tegelvloer, geen hout), en in geval van een overstroming kwetsbare spullen naar boven brengen. Bij sommige woningen zit de voordeur op de eerste etage, die via een trap langs de gevel toegankelijk is. De begane grond is geheel afgesloten. Van origine waren deze woningen wellicht waterrobuust, maar tegenwoordig zijn ook op de begane grond muren opgetrokken. Omdat er geen openingen in de woning zit op het maaiveld (geen voordeur), kan er minder gemakkelijk water binnendringen. Hierdoor ontstaat het risico dat de vloer zal opbarsten door de waterdruk. Ook aan de muren kan door de waterdruk structurele schade ontstaan.

Deze opgave kan gekoppeld worden aan de funderingsopgave van de woningen i.r.t tot bodemdaling. Door de bodemdaling op Marken zakt de grond onder de woningen weg en kunnen paalkoppen bloot komen te liggen. De bebouwing op Marken in de periode omstreeks

Figuur 39: Referentiebeelden waterrobuust ontwikkelen



Historische vormen van hoog wonen: werven



Verhoogde vloerpeilen



Drijvend wonen



Nieuwbouw op palen



Bestaande woningen waterdicht maken



Tijdelijke keringen

1930-1976 kunnen nog houten palen betreffen die gevoelig zijn voor palenrot en palenpest. Het kan strategisch interessant zijn de waterveiligheidsopgave aan de funderingsopgave te koppelen om zo werk met werk te maken en geldstromen te combineren.

Aanbevelingen voor het vervolg zijn:

- Onderzoek wat nieuwbouw op Marken in het licht van waterrobuust wonen en de Marker identiteit betekent.
- Hoe kan de bestaande woningvoorraad 'des Markens' waterrobuust worden gemaakt?
- Hoe onderscheidend zijn de verschillende buurten?
- Op welke autonome processen, bijvoorbeeld noodzaak tot maatregelen aan funderingen door bodemdaling, kan worden ingespeeld?
- Hoe kan worden omgegaan met het verschil tussen particuliere en sociale woningbouw?
- Zou een waterrobuuste woningvoorraad moeten leiden tot een lagere norm op de kering?
- Wat betekent een eventuele lagere norm op de kering voor de veiligheid van het buitengebied?
- Welke beleidsmatige impulsen en voorschriften zijn nodig en mogelijk?

Beschermen van buurten met (mobiele) keringen

Een alternatief voor het waterrobuust ontwikkelen van de gebouwen zelf is om buurten te beschermen met (mobiele) keringen, zoals bijvoorbeeld bij de Minnebuurt. Deze keringen kunnen op verschillende manieren uitgevoerd worden en werken. Ze kunnen dienen ter vertraging van een overstroming. In dat geval zijn de keringen niet heel hoog (ca. 0,5m) en dienen ze vooral om meer tijd te winnen voor evacuatie / dan wel het in veiligheid brengen van spullen om zo de schade bij een eventuele overstroming te beperken. Om echt de hele buurt te vrijwaren van schade dienen de kades hoger te zijn dan de lokale overstromingsdiepte en tevens voldoende sterk te zijn. In het geval van de Minnebuurt betekent dit een hoogte van ca. 2,0 m om een overstroming bij toetspeil tegen te gaan. Deze kades zullen in de praktijk nog hoger worden i.v.m. de nodige toeslagen om bodemdaling en zetting te compenseren. Daarnaast zullen er ter plaatse van de toegangswegen coupures of andere constructies nodig zijn wat de kosten vergroot. Daarnaast is de grote menselijke factor met een flinke faalkans een extra risico. Dergelijke keringen rondom woonwijken zijn in deze pilot niet verder verkend. Zie voor een nadere toelichting bijlage 1.

Aanbevelingen voor het vervolg zijn:

- Hoe functioneren deze keringen, aan welke eisen moeten ze voldoen en wat zijn de voor- en nadelen? (denk aan: onderhoud, landschap, veiligheid)
- In eerste instantie lijkt het lastig om mobiele keringen stevig te construeren i.v.m. de slappe ondergrond: zijn er innovatieve werkwijzen voor constructies?
- Zou de bescherming van buurten door een kering moeten leiden tot een lagere norm op de kering/omringkade? Wat betekent een eventuele lagere norm op de kering/omringkade voor de veiligheid van het buitengebied?
- Welke beleidsmatige of juridische wijzigingen zijn noodzakelijk om deze maatregel functioneel te laten zijn, hoe vaak moet je oefenen en wat is de faalkans?

Compartmenteren eiland

Deze oplossing voorziet niet in een compartimentering van het eiland. Dat betekent niet dat deze maatregel niet mogelijk zou zijn. Lastig is hij wel. In bijlage 1 is dat nader onderbouwd.

Verhogen van toegangsweg i.v.m. bereikbaarheid door hulpdiensten

In deze oplossingsrichting is opgenomen dat gekoppeld aan het toekomstig groot onderhoud de Kruisbaakweg opgehoogd zou kunnen worden. Deze weg ligt nu al verhoogd in het landschap. Door deze verder op te hogen kan de Kruisbaakweg bij een overstroming toegankelijk blijven voor hulpdiensten. Belangrijk is te realiseren dat tijdens de overstroming niet zal worden geëvacueerd.

Aanbevelingen voor het vervolg zijn:

- Welke invloed heeft deze maatregel op het overstromingspatroon en snelheid?
- Op welke wijze moet deze weg worden verhoogd om niet te bezwijken?

Suggesties voor laag 2 op buurtniveau

De Kerkbuurt (1) blijft grotendeels droog, de huizen liggen hoog. Het weggetje van de Kerkbuurt naar dorpshuis het Trefpunt blijft droog, en ook het Trefpunt (2) zelf ligt op een relatief hoge plek en zal naar verwachting droog blijven. Het Trefpunt zou daarom kunnen fungeren als crisiscentrum en opvangplek.

- Geen laag 2 maatregelen nodig

Een deel van de Havenbuurt blijft droog; met name de woningen langs de haven (3) en Buurt II (5) en Buurt III (6) liggen hoog, maar waar Buurt II (5) overloopt Buurt I (4) varieert het maaiveld van enkele decimeters beneden en boven NAP. Hier staat bij toetspeil enkele decimeters tot ongeveer 80 cm water op de straat. Een deel van Buurt IV (7), direct grenzend aan Buurt III (6), ligt hoog, maar het deel parallel aan de Haven niet (hier staat bij toetspeil tot ruim 1 meter water). De Buurterstraat en de Westerstraat liggen enkele decimeters tot ruim een halve meter beneden NAP en zullen overstromen.

- De woningen op de werven (Buurt I-IV) liggen hoog en blijven grotendeels droog. De woningen aan de randen van de werven liggen vaak lager. Sloop en waterrobuuste nieuwbouw is voor deze historische woningen niet mogelijk. Opvijzelen is gezien de cultuurhistorische waarde en ligging tegen de werf aan (gevoelig voor zetting) niet wenselijk. Een mogelijkheid is om de begane grond waterrobuust in te richten en in geval van een overstroming kwetsbare spullen naar boven te brengen. Bij sommige woningen zit de voordeur op de eerste etage, die via een trap langs de gevel toegankelijk is. De begane grond is in dat geval vaak geheel afgesloten. Door de waterdruk kan dan structurele schade ontstaan aan vloer en muren.



■ na 1976
volledig betonnen palen

■ 1960-1976
betonnen palen of houten
palen met betonnen oplangers.
Kan beperkt gevoelig zijn voor
peilwijzigingen

■ 1930-1960
kan nog houten palen
betreffen, gevoelig voor
palenrot en palenpest

■ 1900-1930
op staal of houten palen.
Mits zetting gelijkmatig,
funderingen op staal geen
probleem.

■ vóór 1930
op staal of niet gefundeerd

Figuur 40: Ouderdom bebouwing

De Kets en het Fort (8) liggen hoog en overstromen naar verwachting niet. Het maaiveld van de straten 'Kets' en het 'Rietland' tussen de havenbuurt en het Kets/Fort varieert van enkele decimeters tot ruim een halve meter beneden NAP. In deze straten staat bij toetspeil ruim een halve meter tot ruim 1 meter water. Langs deze wegen staan voormalige paalwoningen. De begane grond is na 1930 echter in regulier gebruik genomen.

- Geen laag 2 maatregelen nodig voor de hooggelegen Kets/Fort
- Waterrobuuste inrichting van de woningen tussen de havenbuurt en Kets/Fort, waarbij er naar hernieuwde inrichting wordt gezocht van de voormalige paalwoningen.

De buurt direct ten noorden van de haven (9) met onder andere de Noorderwerfstraat, Akkerstraat, Thamiswerfstraat, en de Hoogkampiaan varieert het maaiveld van enkele decimeters tot ruim een halve meter beneden NAP. Bij toetspeil staat hier ruim een halve meter tot ruim 1 meter water in de straat. Dit geldt ook voor de wijk gelegen tussen de havenbuurt en de kerkbuurt (10). Een groot deel van deze twee wijken dateren uit de periode 1930-1976 en kunnen houten funderingen hebben. Deze zijn bij wijziging in het waterpeil gevoelig voor palenrot en palenpest.

- Waterveiligheidsopgave koppelen aan de funderingsopgave.

De Boxenring (11) ligt over het algemeen enkele decimeters beneden NAP. Bij toetspeil zal hier een halve meter tot 1 meter water komen te staan. Hier zijn een aantal voorzieningen zoals de supermarkt gevestigd, maar ook garageboxen. Dit gebied vormt met de centrale parkeerplaats feitelijk de entree van het eiland. Hier is een volledige herstructurering aan te bevelen, waarbij gekoppeld aan de waterrobuuste inrichting ook aandacht is voor de ruimtelijke ordening en landschappelijke inpassing en uitstraling van deze plek als entree van het eiland.

- Waterrobuust inrichting i.c.m. met betere ruimtelijke inpassing

De straten in de Minnebuurt (12) liggen enkele decimeters tot ongeveer 80 cm beneden maaiveld. Bij toetspeil bedragen de waterdieptes in de gehele buurt ruim een halve meter tot 1,3 meter. Ook bij deze woningen is mogelijk nog sprake van houten funderingen. Het is een typische jaren '70 buurt, die weinig specifiek is voor Marken.

- Laaggelegen buurt. Op termijn wellicht slopen en nieuwbouw.

De centrale delen van de werven Wittewerf (13), Grotewerf (14), Rozewerf (15) en Moeniswerf (16) waar de huizen staan ligt voldoende hoog, maar gebouwen die direct aan de randen staan kunnen bij toetspeil te maken krijgen met waterdieptes tot enkele decimeters. Hiervoor geldt hetzelfde als voor de werven BuurtI-IV. De wegen naar de werven (Zereiderpad en Moeniswerfverpad) liggen beneden NAP;

deze wegen staan bij toetspeil ongeveer 80 cm tot 1,10 meter onder water. Hierover kan niet gereden worden met voertuigen.

- Geen laag 2 maatregelen nodig voor de hooggelegen werven. Woningen aan de randen waterrobuust inrichten

Maatregelen laag 3

Wanneer op langere termijn zou worden overgestapt naar een norm voor de overstromingskans van 1:100 per jaar voor de omringkade, dan dient gemiddeld genomen 85% van de Markers geëvacueerd te kunnen worden naar een veilige locatie. In deze oplossing wordt daarom ingezet op het 'uitgebreide pakket' maatregelen in laag 3. Om basisveiligheid te halen zijn, strikt genomen, laag 2 maatregelen niet noodzakelijk omdat een aanzienlijk deel van de woningen op Marken niet getroffen wordt, en de woningen die wel worden getroffen alleen te maken krijgen met water op de begane grond. Met andere woorden, in iedere woning kan een veilige plek worden gevonden. Hoewel er dus voldoende capaciteit is voor verticale evacuatie, speelt onzekerheid in de waarschuwingstijd een rol, alsmede het vertrouwen van mensen in de strategie om op het eiland te blijven. Er zijn situaties denkbaar dat er zeer weinig tijd is om te evacueren, en mensen min of meer worden overvallen door de dreiging. Verder wordt er in evacuatieberekeningen (op basis van het verwachte gedrag van mensen) ook vanuit gegaan dat 10% tot 20% van de mensen het evacuatieadvies van de overheid niet opvolgt. Om deze redenen wordt het als 'ambitueus' beoordeeld dat 85% van de bewoners zichzelf op tijd in veiligheid brengt (door voor de doorbraak van het eiland af te gaan of door naar een veilige plek op het eiland te gaan; deze effecten kunnen samen worden verdisconteerd in de evacuatiefractie). Daarmee bedoelen we dat 85% als hoog wordt beoordeeld, maar niet persé als onhaalbaar. Nader onderzoek naar het risicobewustzijn, vertrouwen en evacuatie-intenties op Marken kan hierbij de juiste inzichten verschaffen.

Een aandachtspunt hierbij is de MKBA-norm die bepaald is in het Deltaprogramma. Voor Marken is deze norm is 1:300 per jaar. Bij een 1:100 norm is reductie van het schaderisico dus niet optimaal. Laag 2 maatregelen zijn dus voor basisveiligheid niet persé noodzakelijk, maar kunnen wel helpen om het schaderisico verder te beperken.

Door aanvullende maatregelen te nemen in laag 2, kunnen ook betere fysieke randvoorwaarden voor verticale evacuatie worden gecreëerd. Hierin kan worden voorzien door op termijn alle woningen boven het overstromingspeil aan te leggen zodat schade en slachtoffers grotendeels worden voorkomen. Voor een deel van de woningen is dat nu reeds het geval, maar voor de meerderheid van de woningen ligt er dan een opgave. Preciezer gezegd, van de ruim 900 gebouwen met een woonfunctie moeten naar verwachting 685 woningen (76%) waterrobuust gemaakt worden. Wanneer hiermee schade aan woningen volledig kan worden voorkomen, dan neemt de potentiële schade op Marken af van €115 naar €30 miljoen (reductie orde €85 miljoen).

Overstromingsdiepte

- 0 - 0,4m
- 0,2 - 0,5m
- 0,5 - 1,0m
- 1,0 - 1,5m
- 1,5 - 2,0m
- 2,0 - 3,0m
- >3m

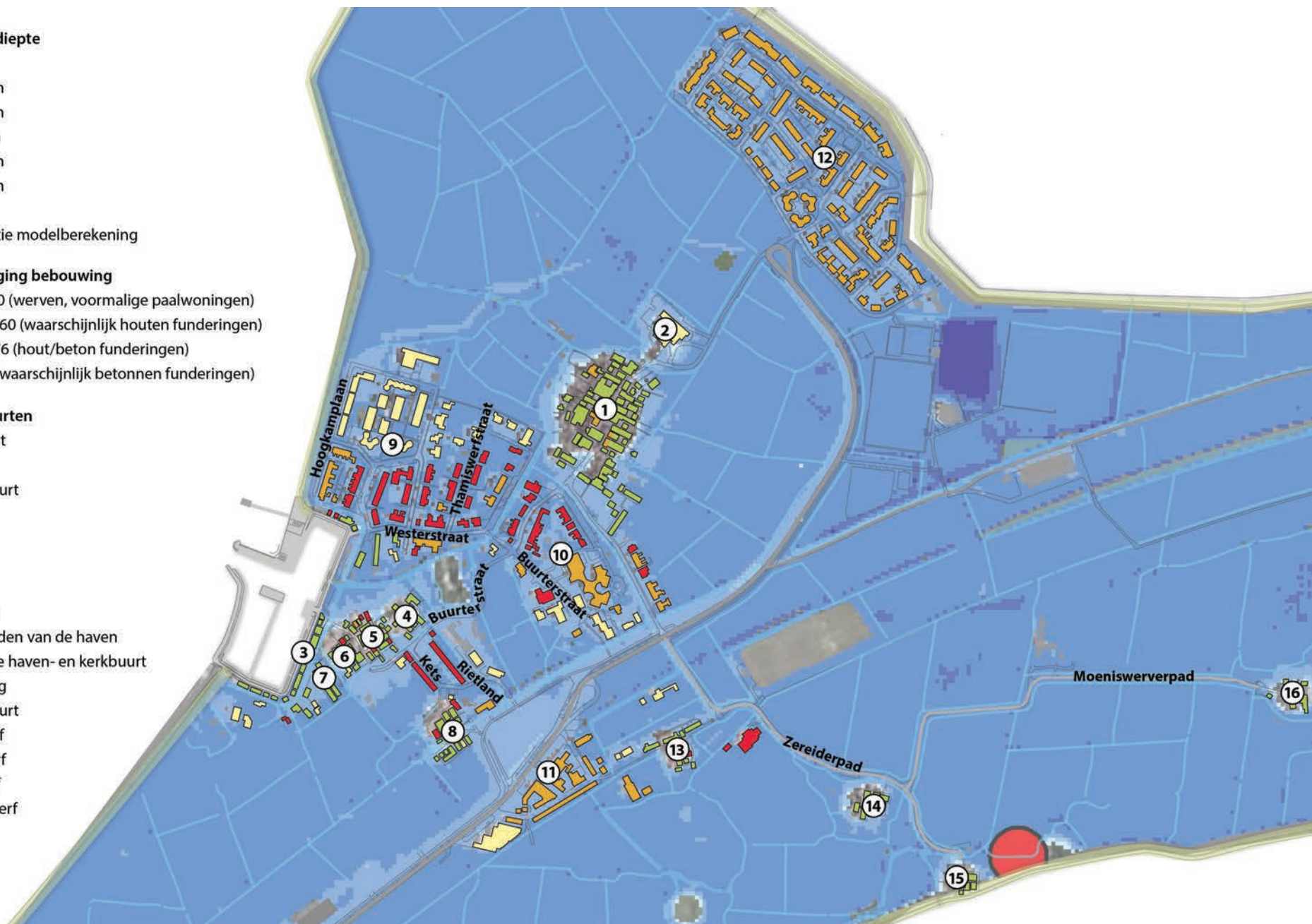
● breslocatie modelberekening

Eerste steenlegging bebouwing

- voor 1930 (werven, voormalige paalwoningen)
- 1930 - 1960 (waarschijnlijk houten funderingen)
- 1960-1976 (hout/beton funderingen)
- na 1976 (waarschijnlijk betonnen funderingen)

Aanduiding buurten

- ① Kerkbuurt
- ② Trefpunt
- ③ Havenbuurt
- ④ Buurt I
- ⑤ Buurt II
- ⑥ Buurt III
- ⑦ Buurt IV
- ⑧ Kets/For
- ⑨ Ten noorden van de haven
- ⑩ Tussen de haven- en kerkbuurt
- ⑪ Boxenring
- ⑫ Minnebuurt
- ⑬ Wittewerf
- ⑭ Grotewerf
- ⑮ Rozewerf
- ⑯ Moeniswerf



Figuur 41: Overstromingsdiepte en ouderdom bebouwing op Marken. Met de nummertjes worden de buurten aangeduid, hier wordt in de tekst naar verwezen.

Tot slot is het van belang om te onderzoeken hoe omgegaan kan worden met schade aan de omgeving (bijvoorbeeld door een schaderegeling te ontwerpen). Deze schaderegeling dient dan zodanig te zijn dat een schade van orde €30 miljoen vergoed kan worden. Hierbij is ervan uitgegaan dat geen schade aan woningen optreedt, omdat deze waterrobuust zijn gemaakt. Wanneer deze zaken zijn gerealiseerd kan een grotere overstromingskans worden toegestaan. In deze oplossing kan overwogen om op termijn over te stappen naar een kans van 1/100 per jaar.

Aanbevelingen voor het vervolg zijn:

- Nader onderzoek naar het risicobewustzijn, vertrouwen en evacuatie-intenties op Marken om beter zicht te krijgen in het evacuatiegedrag en de te ontwikkelen evacuatiestrategie, en daarmee onderbouwing voor de (hoogst) haalbare evacuatiefractie

Kostenraming

Deze oplossing verschilt in de raming van de vorige door het uitgebreide pakket maatregelen in laag 3 en de verhoging van de Kruisbaakweg. De investeringskosten van deze oplossing liggen tussen ca. 14-41 miljoen euro. De grote kostendrager is de bouw van een nieuwe shelter (30%). Ook de kosten voor beheer van de waterkering de komende 50 jaar komt overeen met de vorige oplossing (2 tot 7 miljoen euro). De kosten voor aanpassingen van woningen om deze waterrobuust te maken, zijn niet meegenomen in deze raming. Welke maatregelen waar nuttig zijn, is niet alleen afhankelijk van wat er met die woning gebeurt bij een overstroming, maar ook in sterke mate van de staat van de woning. De woningen op Marken kennen een grote variatie aan leeftijd, hoogteligging, fundering, staat van de woning, aansluitingen van kabels en leidingen binnen en buiten de bebouwing, etc. Dit zijn allemaal variabelen die mede bepalen welke maatregel voor een specifieke woning nuttig is. Dit detailniveau moet in een latere fase uitgewerkt worden.

Tot slot

In deze oplossing wordt een kortcyclische versterking van de kade gecombineerd met een strategie om het eiland op lange termijn waterrobuust te maken. Er wordt de komende decennia gewerkt aan verschillende maatregelen die allemaal bijdragen aan een veiliger woon- en leefgebied en die daarnaast de unieke kwaliteiten van Marken als enige poldereiland in het Markermeer versterken. In laag 1 worden dezelfde maatregelen getroffen als bij de oplossing 'Kortcyclische versterking van de kade'. De kade krijgt hierdoor een norm van 1:300 (overstromingskans). Aanvullend worden ook maatregelen genomen in laag 2 en 3. In laag 2 wordt ingezet op het waterrobuust maken van bestaande en van nieuwe woningen, het beschermen van buurten met (mobiele) waterkeringen en/of het verhogen van toegangswegen. Interessant is om deze maatregelen te koppelen aan de bodemdaling van het eiland en de opgave die daaruit voortkomt voor de funderingen van de bestaande woningvoorraad. Laag 3 voorziet in een uitgebreid pakket, waarbij - aanvullend op het basispakket - een organisatie wordt opgetuigd voor de beheersing van rampen, fysieke maatregelen worden getroffen om rampen te kunnen overleven en schaderegelingen worden ontworpen.

Wat betreft governance is deze oplossing het meest complex. De maatregelen in laag 2 en 3

vragen om een intensieve samenwerking tussen Veiligheidsregio, HHNK (waterveiligheid en dijkbeheer), gemeente Waterland (o.a. veiligheid en omgeving) en provincie Noord-Holland (o.a. ruimtelijke ordening en natuur). Omdat de maatregelen worden uitgesmeerd over een periode van tientallen jaren, lijkt het ons belangrijk dat partijen tenminste een bestuursconvenant tekenen over de zeggenschap, de verdeling van taken en rollen, kosten, schaderegelingen en risico's, de planning, de projectorganisatie, etc.. Waarschijnlijk is nieuwe wetgeving nodig en verordeningen.



6 BEOORDELING STRATEGIEËN EN OPLOSSINGEN

Voor de vergelijking van verschillende meerlaagsveiligheid strategieën is het nodig om de voor- en nadelen te kunnen vergelijken. Gebruik is gemaakt van de beoordelingscriteria die tot stand zijn gekomen binnen het breed projectteam (Rijkswaterstaat en partners) en na overleg met het Regionaal Bestuurlijk Overleg (RBO) en is gebaseerd op de STOWA methodiek. Vanwege het unieke karakter van Marken zijn algemene criteria (zie Tabel 3) vertaald naar Marken. De beoordeling van voor- en nadelen hangt af van de lokale context en is nodig voor het maken bestuurlijke keuzes voor de verdere uitwerking van kansrijke oplossingen in de volgende fase. In de notitie Beoordelingsmethodiek (zie bijlage 4) is beschreven hoe de set beoordelingscriteria is opgebouwd en op welke wijze de strategieën meerlaagsveiligheid ten opzichte van elkaar worden beoordeeld. De beoordelingscriteria zijn niet gewogen.

6.1 Beoordelingsmethodiek

Om de verschillende strategieën met elkaar te kunnen vergelijken, is uitgegaan van een vast recept: alle strategieën voldoen minimaal aan de basisveiligheid (deze geldt binnenkort voor iedere Nederlander die achter de dijk woont en dus ook op Marken). De kans op overlijden als gevolg van een overstroming mag achter de dijk niet groter zijn dan 1 op 100.000 per jaar (10-5). Als alleen vanuit laag 1 (middels dijkversterking) aan de basisveiligheid wordt voldaan, is op Marken een overstromingskans van 1/300 per jaar voldoende. Bij een grotere toelaatbare overstromingskans zijn aanvullende maatregelen in laag 2 en/of 3 nodig om aan de basisveiligheid te voldoen.

Echter maatregelen in laag 1, 2 en 3 hebben echter ook voor- en nadelen voor aspecten buiten waterveiligheid. Hiervoor is, specifiek gericht op de Marker situatie, een set beoordelingscriteria opgesteld dat wordt uitgewerkt. Sommige criteria kunnen kwantitatief worden bepaald, andere zijn gebaseerd op een oordeel van experts.

De zogenaamde 'expert-criteria' specialistische kennis om te kunnen beoordelen in welke mate een strategie consequenties heeft voor bijvoorbeeld de waterveiligheid of de flora en fauna in het gebied. Deze zijn soms (met een bandbreedte) te kwantificeren, zoals kosten en overstromingsrisico's, maar zijn soms ook lastiger (of minder wenselijk) in geld of een andere meetbare baat zijn uit te drukken.

Andere criteria zijn niet (alleen) door een expert te beoordelen – deze gaan juist over Marker waarden. Tot slot zijn er criteria die passen binnen de ambities die binnen een gebied bestaan. Bijvoorbeeld, op het terrein van woningbouw of op het terrein van recreatie. Hoe wij om zijn gegaan met de (weging en beoordeling) van deze typen criteria is omschreven bij bijlage 4.

Om de waterveiligheid van een gebied te realiseren, zijn er vaak meerdere strategieën denkbaar. Vaak is niet één strategie de beste maar hangt dat af van het perspectief waarmee je kijkt. Er zijn verschillende strategieën die ieder hun eigen plus en minpunten hebben. Om een oordeel te kunnen vellen over de effecten van een strategie, is het van belang om een 'relatief neutrale' uitgangssituatie te definiëren. Deze uitgangssituatie noemen we de 'referentiesituatie'. Meerlaagsveiligheid strategieën worden met de referentiesituatie vergeleken, op **alle** criteria. De referentiesituatie zelf wordt dus niet beoordeeld, het gaat om de beoordeling van de meerlaagsveiligheid strategieën **ten opzichte van** de referentiesituatie.

De meerlaagsveiligheid strategieën worden afgezet tegen huidige situatie aangevuld met de autonome ontwikkelingen, inclusief ontwikkelingen waarover al besluiten zijn genomen. Echter, niet alle thema's zijn goed af te zetten tegen dit beeld. Daarom is de keuze gemaakt voor sommige thema's de strategieën onderling te vergelijken. De kosten worden uitgezet tegen het beschikbare budget in HWBP2.

Autonome ontwikkeling

Een gangbare referentiesituatie is 'autonome ontwikkeling' van de huidige situatie, wanneer geen aanvullende maatregelen worden getroffen anders dan het regulier beheer en onderhoud. De referentiesituatie wordt als volgt gedefinieerd:

$$\text{Referentiesituatie} = \text{Huidige situatie} + \text{Autonome ontwikkeling tot 2065}$$

Onder de huidige situatie verstaan we de situatie zoals verwoord in de uitgevoerde milieueffectstudie in 2012 (MER 2012). Voor de autonome ontwikkeling zijn de volgende aspecten van belang:

- Peilbesluit DPIJ (verwacht besluit najaar 2014 > eerder opzetten peil in voorjaar na - 0,10 en natuurlijk uitzakken naar -0,40 in het najaar)
- Bodemdaling

Tabel 3: Beschrijving van de referentiesituatie per thema en/of deelaspect

Thema	Deelaspect	Referentie	Toelichting
1. Water- veiligheid	Overstromingskans	Autonome ontwikkeling	De overstromingskans wordt gewogen ten opzichte van de autonome ontwikkeling. Hierbij wordt uitgegaan van een overstromingskans 1/100 als nul-situatie.
	Economische schade	Autonome ontwikkeling	De economische schade, gegeven een overstroming, wordt gewogen ten opzichte van de autonome ontwikkeling. Dit betekent de grootte van schade bij overstroming na uitvoering van de oplossing ten opzichte van de schade bij een overstroming nu. De kans dat de overstroming optreedt, is reeds meegenomen in het eerste deelaspect en hoeft hier niet gewogen.
	Slachtoffers	Autonome ontwikkeling	Het aspect slachtoffers, gegeven een overstroming, wordt gewogen ten opzichte van de autonome ontwikkeling, dus een toename of afname in slachtoffers. Er zijn in de referentiesituatie 0-5 slachtoffers.
2. Ruimtelijke kwaliteit	Handelings- perspectief	Autonome ontwikkeling	Het aspect handelingsperspectief wordt gewogen ten opzichte van de autonome ontwikkeling. Daarmee wordt bedoeld of door uitvoering van de oplossing het handelingsperspectief van burgers wordt vergroot of verkleind.
	Landschap	Autonome ontwikkeling	Het aspect Landschap wordt gewogen ten opzichte van de autonome ontwikkeling. In welke mate heeft de oplossing impact op de bestaande karakteristieken van het landschap.
	Cultuurhistorie	Autonome ontwikkeling	Het aspect cultuurhistorie wordt gewogen ten opzichte van de autonome ontwikkeling. In welke mate heeft de oplossing een positief of negatief effect op de cultuurhistorie en archeologie. Ook de kansen om oude waarden te herstellen worden hierin aangeduid.
	Wonen en werken	Autonome ontwikkeling	Het aspect wonen en werken wordt gewogen ten opzichte van de autonome ontwikkeling. In welke mate beïnvloedt de oplossing de autonome situatie en welke kansen of belemmeringen biedt de oplossing.
	Recreatie	Autonome ontwikkeling	Recreatie wordt beoordeeld ten opzichte van de autonome ontwikkeling. In welke mate biedt de oplossing kansen of belemmeringen voor recreatie.
3. Natuur	Natura2000	Autonome ontwikkeling	Het deelaspect Natura2000 wordt beoordeeld ten opzichte van de autonome ontwikkeling. In welke mate beïnvloedt de oplossing het Natura2000-gebied Markermeer, positief dan wel negatief. Hierin worden ook de compenserende/mitigerende maatregelen meegewogen.
	EHS	Autonome ontwikkeling	In welke mate beïnvloedt de oplossing de EHS Marken, positief dan wel negatief. Hierin worden ook compenserende/mitigerende maatregelen meegewogen.
4. Uitvoering	Flora en Faunawet	Autonome ontwikkeling	In welke mate beïnvloedt de oplossing natuurwaarden beschermd door de Flora en Faunawetgeving. Hierin worden ook compenserende/mitigerende maatregelen meegenomen.
	Uitvoeringstijd	Reguliere dijkversterking	De uitvoeringstijd wordt gewogen ten opzichte van de duur van een gemiddelde dijkversterking van deze omvang (ca. 2,5 jaar)
	Uitvoerbaarheid	Relatief	Voor het aspect uitvoerbaarheid worden de verschillende oplossingen gewogen ten opzichte van elkaar, van technisch zeer moeilijk uitvoerbaar (--) tot zeer makkelijk uitvoerbaar (++). Hierbij spelen complexiteit en omvang van de maatregelen en werkzaamheden een rol.
	Grondverwerving	Relatief	Voor het aspect grondverwerving worden de verschillende oplossingen gewogen ten opzichte van elkaar, van geen grondverwerving nodig (0) tot veel grondverwerving nodig (--). Dit aspect is maximaal 0.
	Overlast	Relatief	Voor dit aspect worden de oplossingen ten opzichte van elkaar beoordeeld. Aangegeven wordt in hoeverre de uitvoering van de maatregelen ten behoeve van de oplossing overlast oplevert van zeer veel overlast (--) tot zeer weinig overlast (++).
5. Beheer en onderhoud	Uitvoering beheer en onderhoud	Relatief	Voor dit aspect worden de oplossingen ten opzichte van elkaar beoordeeld. Beheer en onderhoud geeft het gemak aan waarmee beheer en onderhoud kan worden uitgevoerd.
	Overlast	Relatief	Voor dit aspect worden de oplossingen ten opzichte van elkaar beoordeeld. Aangegeven wordt in hoeverre uitvoering van beheer en onderhoud overlast oplevert van zeer veel overlast (--) tot zeer weinig overlast (++).
6. Kosten	Investering	Budget HWBP2	Het binnen HWBP2 vastgestelde budget is €21,3 miljoen. Dit is de 0 situatie. Alle ramingen hierboven scoren negatief en hieronder positief, waarbij de uitschieters dubbel negatief of positief scoren.
	Onderhoud	Relatief	Voor het aspect onderhoudskosten worden de oplossingen relatief ten opzichte van elkaar gewogen. Van zeer geringe kosten (++) naar zeer hoge kosten (--).
7. Draagvlak		Relatief	Voor het aspect draagvlak worden de verschillende oplossingen ten opzichte van elkaar gewogen. Van zeer weinig draagvlak (--) naar zeer veel draagvlak (++) bij de verschillende actoren (incl. de Markers).
		Relatief	Voor het aspect borging worden de oplossingen ten opzichte van elkaar gewogen. Van zeer moeilijk te borgen (--) tot zeer makkelijk te borgen (++)

- Klimaatverandering (storm, extreme regenval versus langere droogteperiode)
- Luwtemaatregelen Hoornse Hop
- Erosiebestendige grasmat huidige waterkering (a.g.v. verbeterd onderhoud)
- Vastgestelde woningbouwontwikkelingen op Marken⁵

In Tabel 3 is de referentiesituatie per thema of per deelaspect weergegeven. Hierin is aangegeven waar de strategie wordt vergeleken met de autonome ontwikkeling en waar een relatieve vergelijking wordt gebruikt. Ook is, waar nodig, aangegeven wat als zeer positief (++) en zeer negatief (--) wordt gezien.

6.2 Beoordeling oplossingen

De oplossingen zijn in overleg met medewerkers van gemeente, provincie, hoogheemraadschap (experts) en bewoners besproken en beoordeeld. Vanwege het iteratieve proces van totstandkoming van de oplossingen zijn niet alle oplossingen door elke partij beoordeeld, met name de betrokken overheden hebben niet alle criteria gescoord. De nadruk ligt dus met name op de vertaling van de input uit het ontwerpatelier op basis van expert judgement. Hieronder is een samenvatting weergegeven hoe de oplossingen op de bovengenoemde beoordelingscriteria scoren. In bijlage 4 is per oplossing de beoordeling opgenomen.

Waterveiligheid

In vier van de vijf oplossingen wordt een basisveiligheid in laag 1 geborgd door een kade met een overstromings kans van 1/300 per jaar. Alleen in oplossing Kortcyclische versterking van de kade en waterrobuust ontwikkelen wordt dit op termijn, wanneer de bebouwing waterrobuust is gemaakt, verlaagd naar 1/100 per jaar. Deze verlaging is voor de bewoners van Marken onbespreekbaar- zoals aangegeven in een brief van de Eilandraad in reactie op fase 1 van dit project.

Oplossing Kortcyclische versterking van de kade en waterrobuust ontwikkelen wijkt af van de overige oplossingen. Dit criterium wordt vergeleken met de autonome ontwikkeling.

Alleen in oplossing Kortcyclische versterking van de kade en waterrobuust ontwikkelen worden maatregelen getroffen om schade in geval van een overstroming te voorkomen. Net als bij het criterium 'economische schade' geldt dat in oplossing Kortcyclische versterking van de kade en waterrobuust ontwikkelen maatregelen worden getroffen om mensen 'hoog en/of droog' te houden. In alle oplossingen worden maatregelen in laag 3 getroffen, waarmee het handelingsperspectief van de bewoners toeneemt. Alleen in oplossing Kortcyclische versterking van de kade en waterrobuust ontwikkelen wordt een uitgebreid pakket aan maatregelen getroffen, waardoor deze zeer positief wordt beoordeeld.

Ruimtelijke kwaliteit

De enige oplossing die neutraal beoordeeld wordt, is oplossing Kortcyclische versterking van de kade. Deze oplossing blijft het dichtst bij het bestaande profiel van de omringkade. Voor oplossingen Nieuwe kade, Waterkerende oeverzone en Kortcyclische versterking van de kade

en waterrobuust ontwikkelen geldt dat er zowel positieve als negatieve aspecten zijn. Positief zoals het behoud van het beeld van een ringkade, negatief door bijvoorbeeld het verdwijnen van de watergang langs de kade.

Oplossing Overslagbestendige kade wordt als negatief beoordeeld doordat de aanpassing van het profiel van de zuidkade een grote aanpassing is van het beeld van de kade. Ook aan de westkade ontstaat een ander beeld door het aanbrengen van een binnenberm. Voor de noordkade geldt voor alle oplossingen dat binnen het huidige ruimte beslag van de kade een markantere kruin wordt ontwikkeld. Dit is een ontwikkeling over een langere periode plaatsvindt. Hierdoor is er niet direct een positiever beeld, maar na verloop van tijd zal dit meer eenheid in de omringkade brengen. Bij de Nieuwe kade en Waterkerende oeverzones worden bovendien vooroevers/luwtedammen aangelegd. Bij de Nieuwe kade hebben deze hoofdzakelijk een functie als natuurontwikkeling. Bij de Waterkerende oeverzone zijn deze opgenomen vanuit de golfremmende werking.

De nieuwe kade heeft een negatief effect op cultuurhistorie, omdat hier gronden vergraven worden en risico op aantasting van de verdrongen erven is. Aantasting van het beschermde dorpsgezicht is een belangrijk negatief effect van oplossing Waterkerende oeverzone en Kortcyclische versterking van de kade en waterrobuust ontwikkelen. Experts zien het herstellen van oude principes (voorlanden en hoog wonen) als een positieve ontwikkeling. Bij de bevolking van Marken wordt dit niet per se als positief ervaren. De overslagbestendige kade en kortcyclische versterking hebben geen effect op dit aspect.

De overslagbestendige kade en de waterkerende oeverzone hebben beiden een licht negatieve beoordeling. Bij beiden is een constructie nodig bij de haven aan de westzijde om de binnenwaartse stabiliteit te garanderen.

Voor het Kortcyclische versterking van de kade en waterrobuust ontwikkelen zijn vele ingrepen nodig in de woningvoorraad. Dit kan als negatief ervaren worden maar heeft op termijn een positief effect.

De nieuwe kade en waterkerende oeverzone bieden mogelijkheden voor recreatie in nieuwe natuur.

Natuur

De Nieuwe kade kent in met de huidige schetsen een zeer negatieve beoordeling voor dit aspect. Met name de buitenwaartse verplaatsing van de kade in het habitatrichtlijngebied zorgt voor deze beoordeling. De uitbreiding aan de zuidzijde is te mitigeren, indien nodig. De Waterkerende oeverzone heeft een positief effect, omdat de luwtedammen niet alleen zorgen voor beperking van de golfaanslag op de kade, maar ook mogelijkheden biedt voor natuurontwikkeling. De dammen stimuleren:

- Heldere, waterplantrijke randen langs de kust van het Markermeer;
- Een gradiënt in slib van helder naar troebel water;
- Overgangszones van land naar water;
- Versterkte ecologische verbindingen.

⁵ Er zijn momenteel geen woningbouwontwikkelingen vastgesteld.

Alleen bij de Nieuwe kade wordt de EHS positief beïnvloed door uitbreiding van het gebied. In alle andere oplossingen wordt het gebied in meer of mindere mate beperkt en scoort het daarom negatief. De Overslagbestendige kade wordt negatiever beoordeeld dan de andere oplossingen, omdat bij overslag het EHS-gebied te nat kan worden voor het doeltyp. Door de buitendijkse uitbreiding bij zowel de Nieuwe kade als de Waterkerende oeverzone wordt het leefgebied van de ringslang en rivierdonderpad volledig verstoord. Dit dient gecompenseerd te worden. De andere oplossingen scoren deels positief en deels negatief door het herstel van zetsteen, maar aanbrengen van nieuw stortsteen, waardoor leefomgeving wordt vernietigd en gecompenseerd.

Uitvoering

Voor de Kortcyclische versterking van de kade geldt dat de uitvoering relatief snel kan, omdat weinig grond hoeft te worden aangebracht. Echter moet vaker teruggekomen worden, waardoor cumulatief de versterking toch langer kan duren. Daarbij lijkt het niet efficiënt om vanaf het water de versterkingen uit te voeren (te kleine omvang). Dit kan echter ook gezien worden als innovatie opgave voor deze oplossing.

Oplossing Overslagbestendige kade, Waterkerende oeverzone, Kortcyclische versterking van de kade, en Kortcyclische versterking van de kade en waterrobuust ontwikkelen zijn negatief beoordeeld door de gewichtsbependingen op de kades. Bij de Nieuwe kade wordt dit probleem weggenomen, maar het gesloten houden van de dijkkring tijdens de uitvoering is in deze oplossing de uitdaging.

Alleen bij de Nieuwe kade is geen grondverwerving aan de binnenzijde van de kade noodzakelijk. Alle andere oplossingen vereisen in meer of mindere maten grondverwerving voor verbreding van de kade of watercompensatie. Grondverwerving voor watercompensatie is gemakkelijker, omdat dit, indien nodig, ook elders in het peilgebied kan worden gerealiseerd. Door het frequent terugkerende groot onderhoud, worden Kortcyclische versterking van de kade, en Kortcyclische versterking van de kade en waterrobuust ontwikkelen negatief beoordeeld, doordat de verwachting is dat cumulatief over de periode van 50 jaar de uitvoering van deze twee oplossingen langer zal duren dan de oplossingen waar eenmalig grote uitvoering plaatsvindt. De overige oplossingen geven overlast, maar niet meer of minder dan een reguliere kadeverbetering.

Beheer en onderhoud

Belangrijk punt in de uitvoering van beheer en onderhoud is de gewichtsbepending die op de kades geldt. Op de huidige kade gelden strenge eisen ten aanzien van de toelaatbare verkeersbelasting. De maximaal toelaatbare belastingen op de (huidige) omringkade zijn:

- West- en zuidkade: 1,0 ton
- Noordkade: 3,0 ton
- Haven Marken: 5,0 ton

Door aanpassing van de huidige kade wordt uitvoering vergemakkelijkt door toegankelijkheid van de kade met licht materieel. Dit wordt met name veroorzaakt door de verflauwing van het talud.

De gewichtsbepending blijft voor de meeste oplossingsrichtingen (gedeeltelijk) van kracht. Voor de 'overslagbestendige' kade en de waterkerende oeverzone geldt dat in de eerste jaren na aanleg er nog veel zetting optreedt, waardoor in deze periode de gewichtsbepending van kracht blijft. Na verloop van jaren neemt de zetting af en is de ondergrond voor een groot deel geconsolideerd waardoor de gewichtsbepending versoepeld kan worden. De situatie is dan vergelijkbaar met de noordkade. Bij kortcyclische versterking van de kade blijft de gewichtsbepending volledig van kracht. Op de lange termijn, na een aantal cycli van versterkingen, zal door consolidatie van de ondergrond weinig zetting meer optreden. De gewichtsbepending kan dan versoepeld worden. Bij de aanleg van de Nieuwe kade wordt het beheer en onderhoud veel makkelijker, omdat de gewichtsbepending volledig verdwijnt. Door het makkelijke onderhoud zal bij de Nieuwe kade de overlast van onderhoud ook beperkt worden.

Kosten

De Overslagbestendige kade en Kortcyclische versterking van de kade hebben investeringskosten ruim binnen het beschikbare budget in het HWBP2. Zowel de Waterkerende oeverzone als de Nieuwe kade en Kortcyclische versterking van de kade en waterrobuust ontwikkelen kosten meer. Ook wanneer bij oplossing Nieuwe kade voor de westkade een reguliere dijkversterking wordt uitgevoerd, valt deze boven het beschikbare budget. De onderhoudskosten voor de Nieuwe kade zijn het laagst. De kosten voor beide kortcyclische versterkingen van de kade zijn vrijwel gelijk. De onderhoudskosten voor de overslagbestendige kade zijn hoog, door het frequente onderhoud, net als bij de waterkerende oeverzone.

Draagvlak

Het beoordelingscriterium draagvlak omvat het draagvlak voor oplossingsrichtingen in de (brede) omgeving van het project. Het draagvlak voor de Nieuwe kade en Kortcyclische versterking van de kade is zowel positief als negatief beoordeeld.

De Nieuwe kade is de oplossing die aangedragen is door de Eilandraad en wordt door hen als zeer positief ervaren. Op het ontwerpatelier bleek echter dat er ook bewoners zijn die hun twijfels hebben over de ruimtelijke inpassing, met name rondom de Rozewerf. De voorgestelde natuurcompensatie aan de noordzijde van het eiland wordt door vrijwel alle bewoners negatief beoordeeld. Op het voorstel dat opgenomen is om ook de westkade te vervangen voor een nieuwe kade komt een negatieve respons vanuit veel overheden. Op basis van de natuurwetgeving zal dit een zeer lastig proces zijn (zo niet onmogelijk). Over de Kortcyclische versterking van de kade hebben zowel de bewoners als de overheden gemengde gevoelens. Het idee dat de kade minimaal wordt aangepast, is een positief punt. Maar zowel de frequentie waarmee groot onderhoud uitgevoerd moet worden en twijfels over de goede borging van deze oplossing, zorgen voor een +/- beoordeling.

De overige drie oplossingen scoren licht negatief op het punt van draagvlak. De Overslagbestendige kade geeft het idee dat de schade toe zal nemen en afhandeling hiervan niet geborgd is. Waterkerende oeverzone werpt vragen op over de onderhoudbaarheid van de vooroevers en het beeld dat dit zal hebben. 'Kortcyclische versterking met waterrobuust ontwikkelen' geeft een lonkend toekomstbeeld, maar hoe daar te komen en het mogelijk toestaan van een grotere overstromingskans in de toekomst, zorgt voor een negatieve beoordeling.

Borging

Afspraken over maatregelen én het onderhoud moeten juridisch, financieel en bestuurlijk zodanig geborgd worden, dat ze bestand zijn tegen ontwikkelingen in het maatschappelijk en bestuurlijk krachtenveld die zich in de loop van de tijd kunnen voordoen. Daarbij zijn oplossingen waarbij de investeringen over langere termijn worden uitgesmeerd spannender qua borging dan een éénmalige dijkversterking. Zeker ook voor maatregelen in de lagen 2 zal het een uitdaging zijn om partijen langjarig te verbinden, verantwoordelijkheden te verdelen en zelf een rol te kiezen. De wijziging van planperiode van 50 naar 25 of 12 jaar kan alleen worden gerealiseerd als er op het niveau van het Rijk een wijziging ten opzichte van het algemene HWBP2 uitgangspunt “50 jaar ontwerp levensduur” wordt ingestemd. In de verkenning dient te worden onderzocht of dit haalbaar is.



7 OVERZICHT EN CONCLUSIES

In de voorgaande hoofdstukken is omschreven dat er op Marken het concept meerlaagsveiligheid kan worden toegepast, in alle oplossingen worden ten minste laag 1 en 3 maatregelen ingezet en er worden bewuste keuzes in laag 2 gemaakt. Tevens wordt er gedifferentieerd met de versterkingscyclus als manier om met zetting op het eiland om te gaan. Iedere oplossing heeft hierbij zijn voor- en nadelen en scoort anders op feitelijke risico's. Iedere oplossing heeft tevens een belevingswaarde die niet door iedereen op gelijke waarde wordt geschat.

7.1 Samenvatting oplossingen

	Nieuwe kade	Overslagbestendige kade	Waterkerende oeverzone	Kortcyclische kadeversterking	Kortcyclische kadeversterking waterrobuust ontwikkelen
LAAG 1	Zuid Nieuwe kade	Overslagbestendige kade	Buitenwaarts Vooroevers	Kortcyclische kadeversterking	Kortcyclische kadeversterking
	West Nieuwe kade	Binnenwaarts	Binnenwaarts	Kortcyclische kadeversterking	Kortcyclische kadeversterking
	Noord Binnen huidige profiel Vooroevers	Binnen huidige profiel	Binnen huidige profiel Vooroevers	Kortcyclische kadeversterking	Kortcyclische kadeversterking
LAAG 2					Waterrobuust ontwikkelen Verhoogde Kruisbaakweg
LAAG 3	Basispakket maatregelen	Basispakket maatregelen	Basispakket maatregelen	Basispakket maatregelen	Aanvullende maatregelen

Figuur 42: overzichtsschema oplossingsrichtingen_lagen

De nieuwe kade

Deze oplossing onderscheidt zich van andere oplossing door de omgang met zetting. Door de aanleg van de nieuwe kade op grondverbetering wordt zetting geminimaliseerd en is de verwachting dat de kade voor een lange termijn voldoet. De benodigde versterking in de toekomst zal naar verwachting minder groot zijn, omdat er nauwelijks (ongelijkmatige) zetting optreedt waardoor het profiel in tact blijft. Daardoor wordt de kade op termijn relatief steeds goedkoper. Voor de korte termijn vraagt deze oplossing echter wel om een grote investe-

ring. Daarbij is het een grote ingreep die ook een grote impact heeft op het eiland. Aan de uitvoering zijn ook de nodige risico's verbonden. Dit heeft betrekking op cultuurhistorie en archeologie in relatie tot de afgraving van de huidige kade; ecologie in relatie tot de aanleg van de nieuwe kade in Natura2000-gebied en met name aan de westzijde in de Gouwzee binnen de habitatrichtlijn. Maar ook landschappelijk heeft deze oplossing een grote impact door de nieuwe positie en profiel van de kade. Tegelijkertijd bestaat er voor deze oplossing een groot draagvlak (voorkeur Eilandraad) en geeft deze oplossing ook kansen voor nieuwe ontwikkelingen en nieuwe kwaliteiten. De inpassing van de Rozewerf en de haven alsook de aansluitingen op de verschillende kadetracés vormen aandachtspunten. In een vervolg kan het voorgestelde ontwerp verder geoptimaliseerd worden, om de impact op omgeving en kosten te beperken. Het alternatief voor de Rozewerf waarbij er een haventje wordt aangelegd om de overgang tussen de nieuwe en de bestaande kade vorm te geven kan op veel draagvlak rekenen bij de bewoners van de werf. De oplossing voorziet ook in een 'Basispakket' crisisbeheersingsmaatregelen.

Overslagbestendige kade

De kern van deze oplossing is het lager houden van de kade door meer overslag te accepteren. Hierdoor wordt de mate van zetting verminderd. Echter, vanwege alle andere benodigde toeslagen blijft de kruinhoogte alsnog op +1,8m NAP en is het effect op de kruinhoogte daarmee gering. Dit betekent tevens dat de daadwerkelijk optredende wateroverlast door het grotere toegestane overslagdebiet klein is. Er zal slechts bij extreme gebeurtenissen water over de dijk slaan. Maatregelen in het achterland zijn hiervoor niet doelmatig. Voor de westkade wordt in deze oplossingsrichting gekozen voor een reguliere dijkversterking. Hiermee komt het profiel in de buurt van het voorkeursalternatief uit het eerdere versterkingsplan. Dit betekent een groot ruimtebeslag met relatief veel grondaankoop. Ook ontstaat er het risico op ongelijke zetting van de binnenberm, hier zullen waarschijnlijk al eerder maatregelen nodig zijn dan over 50 jaar. De oplossing voorziet ook in een 'Basispakket' crisisbeheersingsmaatregelen.

Waterkerende oeverzone

Uitgangspunt van deze oplossing is dat met de aanleg van vooroevers de waterveiligheidsopgave wordt gecombineerd met natuurontwikkeling. Bovendien kunnen de vooroevers cultuurhistorische en recreatieve betekenis krijgen. Er worden zo nieuwe kwaliteiten ontwikkeld. Het effect van de vooroevers op de dimensies van de kade zijn echter gering. Golfoploop is

immers niet de meest bepalende factor in de waterveiligheidsopgave. Dit maakt deze strategie uiteindelijk toch met name interessant vanuit een ecologische optiek. Hierbij kan worden aangesloten op andere natuurontwikkelingsprojecten in het Markermeer. Op het eiland bestaat er echter weinig draagvlak voor vooroevers.

Aandachtspunt in deze oplossing is de voorgestelde demping van de begeleidende watergang langs de kade. Dit betekent een aanpassing van het interne watersysteem en ook landschap-pelijk heeft deze ingreep een grote impact. De watergang langs de kade wordt nu als zeer karakteristiek ervaren. Voor de westkade wordt ook in deze strategie ingezet op een reguliere dijkversterking. Door te kiezen voor een versterkingscyclus van 25 jaar kan de omvang wel beperkter blijven. Toch betekent dit wel een relatief groot ruimtebeslag met de nodige grondaan-koop. Ook hier is ongelijke zetting van de binnenberm een risico. De oplossing voorziet ook in een 'Basispakket' crisisbeheersingsmaatregelen.

Kortcyclische kadeversterking

Deze oplossing onderscheidt zich door de keuze voor een kortere versterkingscyclus. Hierdoor zijn de ingrepen beperkt en is het mogelijk de huidige kwaliteiten te behouden en te versterken. Er zijn door het beperkte ruimtebeslag van de kadeverbetering weinig conflicten met het gebruik op het eiland en de benodigde grondaankoop is relatief klein. Doordat de taluds worden verflauwd zal het uitvoeren van beheer en onderhoud gemakkelijker worden. De gewichtsbepierking blijft in deze oplossingsrichting echter wel van kracht zodat het onder-houd niet met zwaar materieel uitgevoerd kan worden. Begrazing door schapen lijkt hiervoor een kansrijk alternatief. Door de versterking om de 12 jaar zullen er wel vaker werkzaamhe-den aan de kade zijn. Aandachtspunt hierbij is het voorkomen van overlast. Mogelijk is in een vervolgetraject een optimalisatie uit te voeren bij de nadere uitwerking, waardoor overlast beperkt kan worden en onderhoud wordt vergemakkelijkt. Ook is een goede borging bij deze oplossingsrichting cruciaal. De oplossing voorziet ook in een 'Basispakket' crisisbeheersings-maatregelen.

Kortcyclische kadeversterking en waterrobuust ontwikkelen

Deze oplossing is de enige waarbij er maatregelen genomen worden in laag 2. Ook voor laag 3 is dit de enige oplossing waarbij er voor een uitgebreid pakket aan maatregelen wordt geko-zen. Op lange termijn betekent dit dat er voor een andere invulling van basisveiligheid gekozen kan worden, namelijk zowel via laag 1, 2 als 3. Het waterrobuust ontwikkelen van het eiland is hierbij het uitgangspunt, niet alleen vanuit hoogwaterveiligheid, maar ook vanuit de optiek van klimaatverandering en bodemdaling. Ook kunnen er door deze gefaseerde transformatie van het eiland op langere termijn ontwikkelkansen ontstaan op het gebied van wonen, werken en recreatie alsook bijzondere natuurwaarden en landschappelijke kwaliteiten. Hiervoor is wel na-der onderzoek nodig. De oplossing voorziet ook in een 'Basispakket' en een 'Uitgebreid pakket' crisisbeheersingsmaatregelen.

7.2 Samenvatting beoordeling

De Nieuwe Kade

Deze oplossing wordt onderscheidend positief beoordeeld vanwege:

- De mogelijkheden voor recreatie in nieuwe natuur;
- De positieve invloed op de EHS;
- Gemakkelijker beheer en onderhoud (zwaarder materieel en minder overlast);
- Het ontbreken van een noodzaak tot grondverwerving aan de binnenzijde van de kade;
- Beperkte zettingen (en dus minder grond nodig om de dijk in profiel te houden);
- Draagvlak bij de Eilandraad.

Deze oplossing wordt onderscheidend negatief beoordeeld vanwege:

- Een negatief effect op cultuurhistorie, omdat gronden vergraven worden en verdronken erven mogelijk aangetast worden;
- Het leefgebied van de ringslang en rivierdonderdpad wordt verstoord;
- Hoge inrichtingskosten.

Overslagbestendige kade

Deze oplossing wordt onderscheidend positief beoordeeld vanwege:

- De lagere inrichtingskosten.

Deze oplossing wordt onderscheidend negatief beoordeeld vanwege:

- De hoge frequentie van maaien en afvoer van maaisel e.d. per boot (en dus hogere kosten);
- Het idee dat de schade toe zal nemen en afhandeling hiervan niet geborgd is

Waterkerende oeverzone

Deze oplossing wordt onderscheidend positief beoordeeld vanwege:

- De luwtedammen die zorgt voor een beperking van de golfaanslag op de kade en moge-lijkheden bieden voor recreatie en natuurontwikkeling.

Deze oplossing wordt onderscheidend negatief beoordeeld op:

- Vragen over de onderhoudbaarheid van de vooroevers en het beeld dat zal ontstaan;
- De hoge frequentie van maaien en afvoer van maaisel e.d. deels per boot (en dus hogere kosten);
- Aantasting van het beschermde dorpsgezicht.

Kortcyclische kadeversterking

Deze oplossing wordt onderscheidend positief beoordeeld op:

- Het profiel van de omringkade dat het dichtst blijft bij het bestaande profiel;
- De lagere inrichtingskosten.

Deze oplossing wordt onderscheidend negatief beoordeeld op:

- Het frequent terugkerende groot onderhoud;
- Overlast, maar niet meer of minder dan een reguliere kadeverbetering;
- De aanpassingen die nodig zijn in de kade ter plaatse van Rozewerf.

Kortcyclische kadeversterking en waterrobuust ontwikkelen

Deze oplossing wordt onderscheidend positief beoordeeld vanwege:

- Maatregelen om schade in geval van overstroming te voorkomen;
- Maatregelen om mensen hoog en droog te houden.

Deze oplossing wordt onderscheidend negatief beoordeeld vanwege:

- En verhoging van de overstromingskans nadat bebouwing (op lange termijn) waterrobuust is gemaakt;
- Het frequent terugkerende groot onderhoud;
- Overlast, maar niet meer of minder dan een reguliere kadeverbetering;
- De afspraken die juridisch, financieel en bestuurlijk zodanig geborgd moeten worden, dat ze bestand zijn tegen ontwikkelingen in het maatschappelijk en bestuurlijk krachtenveld die zich in de loop van de tijd kunnen voordoen;
- Maatschappelijke weerstand tegen ingrepen in de woningvoorraad en verlaging van de overstromingskans op lange termijn;
- Antasting van het beschermde dorpsgezicht.

Op basis van de beoordeling lijken voor de zuidkade drie oplossingen interessant: de Nieuwe kade, Overslagbestendige kade en 'Kortcyclische dijkversterking'. 'Kortcyclische dijkversterking' lijkt ook interessant voor de westkade.

7.3 Kostenoverzicht

In het kader van het MIRT-onderzoek zijn de kosten voor de inrichting en het beheer geraamd met een nauwkeurigheid van 50%. Dat maakt een zeer globale afweging op kosten mogelijk. In het vervolg van dit onderzoek is aanvullend onderzoek nodig om onzekerheden verder uit te sluiten (zie paragraaf 7.4).

Tabel 4: Vergelijking bandbreedte investerings- en beheerkosten oplossingen incl. BTW

Oplossing	Investeringskosten		Beheerkosten	
	Ondergrens	Bovengrens	Ondergrens	Bovengrens
De nieuwe dijk	22	67	1	4
Overslagbestendige kade	11	33	3	9
Waterkerende oeverzone	14	42	3	9
Kortcyclische kadeversterking	9	27	2	7
Kortcyclische kadeversterking en waterrobuust ontwikkelen*	14	41	2	7

* In de raming van kortcyclische kadeversterking en waterrobuust ontwikkelen zijn de kosten voor het waterrobuust maken van bebouwing niet meegenomen. De investeringskosten zullen daarom hoger zijn dan hier weergegeven.

7.4 Conclusies en doorkijk naar vervolg

Drie hoofdrichtingen in relatie tot de dijkversterkingsopgave

Er zijn met betrekking tot de kadeversterkingsopgave drie hoofdrichtingen te onderscheiden.

Daarbij blijkt de keuze voor een dijkversterkingscyclus en daarmee de omgang met zettingen cruciaal.

1. Het zoveel mogelijk voorkomen van zetting door te kiezen voor grondverbetering. Dit is het uitgangspunt voor oplossing 'Nieuw Kade'. Dit is indien er gekozen wordt voor een versterkingscyclus van 50 jaar interessant, omdat daarmee grote overhoogtes om zetting te compenseren en een groot ruimtebeslag kan worden voorkomen. Dit lijkt een maakbare oplossingsrichting waarbij met name de kosten en de relatie met natuurwetgeving in relatie tot de buitenwaartse versterking aandacht behoeft.
2. Het minimaliseren van zetting door te kiezen voor een kortere versterkingscyclus. Bijvoorbeeld om de 12 jaar in aansluiting op de toetsrondes. Hierdoor hoeft er minder grond opgebracht te worden, treedt er minder zetting op en kan het profiel van de kade compact blijven. Dit is het uitgangspunt in de oplossing Kortcyclische versterking van de kade. Ook dit lijkt een maakbare oplossingsrichting waarbij vooral aandacht nodig is voor de organisatie en borging en het onderhoud en beheer.
3. De keuze voor een versterkingscyclus van 25 tot 50 jaar zonder grondverbetering leidt tot een groter ruimtebeslag. Bij deze oplossingsrichting wordt gezocht naar manieren om de kade alsnog laag te houden (bv. met behulp van vooroevers of door meer overslag toe te staan) en wordt gezocht naar nieuwe kwaliteiten om te koppelen aan het grote ruimtebeslag dat nodig is (bv. recreatie of natuur). Dit is de kern van de oplossingsrichtingen Waterkerende oeverzone en Overslagbestendige kade. Deze oplossingsrichtingen lijken nog het meest onzeker. Het effect van de vooroevers op de kruinhoogte valt tegen en het overslagbestendig maken van kades is lastig omdat er weinig oppervlakte aan achterland is om het water op te vangen. Ook ontstaat bij deze oplossingsrichtingen risico op ongelijke zetting in de toekomst door versterking ver buiten het huidige kadeprofiel met daarbij horende hoge kosten.

Invulling Meerlaagsveiligheid

De mate van samenwerken in de pilot geeft een nieuwe dimensie aan dijkversterkingen.

De diverse partijen en bewoners hebben actief hun belangen, kennis en perspectieven ten aanzien van de meerlaagse maatregelen ingebracht. Daarmee is meerlaagsveiligheid dus naast een inhoudelijke aanpak ook een procesbenadering. Er zijn vijf oplossingen ontwikkeld voor Marken gebruikmakend van verschillende maatregelen uit de verschillende lagen. In vier van de oplossingen wordt basisveiligheid geborgd via laag 1. In deze oplossingen worden geen maatregelen genomen in laag 2 en wordt in laag 3 ingezet op een basispakket aan maatregelen. In één oplossingsrichting wordt basisveiligheid, op de lange termijn, geborgd door een combinatie van maatregelen in laag 1, 2 en 3. Met name in laag 2 zijn veel maatregelen afgefallen.

Er zijn meerdere redenen dat veel maatregelen in laag 2 niet kansrijk zijn gebleken. Op Marken zijn er een aantal specifieke condities die maken dat maatregelen in laag 2 niet effectief zijn. Zo is Marken een 'bakje' dat helemaal volloopt. Dit betekent dat bijvoorbeeld keringen rondom woonwijken om echt schade te kunnen voorkomen bijna net zo hoog moeten zijn als de kade zelf. Dit in combinatie met een zeer zettingsgevoelige ondergrond maakt dergelijke maatregelen ingrijpend en duur.

Bovendien zijn er op Marken weinig ruimtelijke ontwikkelingen waarop kan worden aangesloten, waardoor de maatregelen alleen vanuit een waterveiligheidsoptiek gerealiseerd moeten worden. Dit maakt ze moeilijker realiseerbaar. Ook is het zo dat het oppervlakte van Marken relatief klein is. Er is weinig achterland waardoor maatregelen als retentiebekkens en opvang van overslagwater niet te realiseren zijn. Verder is het verschil tussen een kade met een norm van 1:300 (voldoende om waterveiligheid te realiseren via laag 1) en een norm van 1:100 zo minimaal (ca. 5cm) dat de maatregelen die nodig zijn in laag 2 moeilijk opwegen tegen een kadeversterking. Tot slot is het zo dat er op het eiland weinig draagvlak lijkt te zijn voor maatregelen in laag 2 als daarmee de norm voor laag 1 verlaagd wordt. Onder andere vanwege de onverzekerbaarheid van schade bij een eventuele overstroming.

Alleen voor de lange termijn lijken maatregelen in laag 2 voor Marken kansrijk. Hierbij gaat het om het waterrobuust ontwikkelen van het eiland, waarbij tevens gerefereerd kan worden naar historische vormen van verhoogd bouwen en aangepast maaiveld gebruik. Met name wanneer deze breder wordt getrokken en niet alleen vanuit een hoogwaterveiligheidsoptiek, maar ook vanuit klimaatverandering en bodemdaling wordt ingestoken. De aanbeveling is om hier nader onderzoek naar te doen, bijvoorbeeld samen met de TU Delft en het Deltaprogramma Nieuwbouw en Herstructurering. Deze transformatie zal gezien het geringe ontwikkelperspectief op Marken er echter wel één zijn van de lange adem.

Hoofdrichting uitwerking kansrijke oplossingen

In de oplossingen die in deze notitie zijn beschreven, is uitgegaan van de beschikbare gegevens en kennis vanuit het HWBP2-traject en kennis en ervaring bij de diverse overheden, experts en bewoners. Er zijn echter geen berekeningen uitgevoerd voor de stabiliteit of (aanleg- of ontwerp)hoogte van de keringen. Of de geschetste profielen ook bij verdere uitwerking zo hanteerbaar zijn, moet blijken in het vervolgtraject. De oplossingen bieden echter wel perspectieven voor andersoortige oplossingen dan voorgesteld in het HWBP2.

Gedurende het project is een aantal zaken naar voren gekomen, die de keuze voor de verder uit te werken oplossingen kunnen beïnvloeden, die wij graag onder de aandacht brengen:

1. Onderhoud is een heikel punt in de huidige situatie. De huidige staat van de kade is ten dele het gevolg van het achterstallig en problematische onderhoud. De gewichtsbepanking op de zuid- en westkade ligt hieraan ten grondslag. Bij het ontwerpen van de profielen dient rekening gehouden te worden met de beheerbaarheid van de kade.
2. Het Natura2000-gebied rondom Marken levert, net als de EHS en de F&F-wetgeving, beperkingen maar ook kansen. De habitataanwijzing voor kranswieren aan het zuidelijk deel van de westkade zorgt ervoor dat bij buitenwaartse versterking goed onderzoek gedaan moet worden naar deze beperkingen. Voor het overige deel van de kade moet goed gekeken worden naar de noodzaak van een kwaliteitsimpuls en mogelijke andere projecten waarbij kan worden aangesloten, zoals de Markerwadden.
3. Meerdere malen is teruggekomen dat de kade ook slechts aangepakt kan worden op die punten waar de kade niet voldoet. Deze benadering is gebruikelijk voor veel delen van Nederland en kan kosten besparen. De kades op Marken liggen op een zettingsgevoelige

ondergrond. Door het aanbrengen van een belasting, wordt het zettingsproces een impuls gegeven. Hierdoor kunnen bij lokale maatregelen probleemgebieden ontstaan bij de overgangen van wel of niet versterken. Door de lokale ophoging treedt lokaal extra zetting op, met een soort 'kamelendijk' tot gevolg.

Aanbevelingen voor vervolg

Het is aan de bestuurders om aan te geven welke oplossingen zij kansrijk achten. Indien deze pilot een vervolg krijgt in een volgende fase raden wij voor de verdere verkenning aan om:

1. De drie bovenstaande hoofdrichtingen in relatie tot de dijkversterking verder uit te werken;
2. Een duidelijke versterkingsopgave vast te stellen voordat kansrijke oplossingen verder worden uitgewerkt en beoordeeld;
3. Basispakket en uitgebreid pakket aan maatregelen in laag 3 verder uit te werken;
4. Omgang met Natura2000, EHS en Flora- en Faunawet verder uit te werken, zeker in relatie tot Gouwezee;
5. Nader onderzoek te doen naar het waterrobuust ontwikkelen van het eiland Marken;
6. De veiligheidsopgave definitief vast te stellen op basis van de wettelijke veiligheidstoetsing en/of VNK2;
7. Na goedkeuring van ENW van de nieuwe rekenmethodiek in het najaar 2014 de effecten van 'Dijken op veen' in beeld te brengen;
8. Een ontwerpinstrumentarium te kiezen. Formeel dient uitgegaan te worden van de huidige normering. Het voorstel voor de nieuwe normering uit het Deltaprogramma 2015 wordt naar verwachting in 2017 wettelijk verankerd. Voor Marken is in het Deltaprogramma 2015 nog geen voorstel opgenomen voor een nieuwe norm. Aan het ontwerpen volgens de nieuwe norm zijn een aantal voorwaarden verbonden, zoals (1) de beschikbaarheid van een nieuwe normgetal voor Marken (2) voldoende vertrouwen in ontwerpinstrumentarium en (3) toestemming om van de huidige kaders af te wijken. Aanbeveling: het opstellen van een notitie met uitgangspunten en ontwerpkeuzes ten behoeve van het voorontwerp. Aanbevolen wordt om deze notitie in een vroeg stadium met alle betrokken partijen op te stellen (o.a. waterschap, RWS, Deltares). De ervaring leert dat dit veel tijd en discussie kost terwijl het grote invloed heeft op het ontwerp. Ontwerpkeuzes die vastgesteld moeten worden zijn onder andere: planperiode, toelaatbaar overslagdebiet etc. Uitgangspunten die nog onderwerp van discussie zijn, zijn onder andere: toe te passen stijghoogte, verloop waterspanningen, toe te passen sterkte-eigenschappen (relatie met 'Dijken op veen');
9. In overleg met deskundigen van het HHNK een realistisch, betaalbaar en haalbaar beheerregime van de kade te bepalen, uitgaande van de huidige gewichtsbepanking;
10. De invloed van de aanpassing van de kwelsloot in de verschillende oplossingsrichtingen op het watersysteem in beeld te brengen en te onderzoeken maatregelen in het watersysteem zijn als gevolg van deze aanpassingen nodig zijn;
11. Na te gaan of kosteneffectievere oplossingen voor de grondverbetering in de Nieuwe kade mogelijk zijn. Nu is voor de kostenraming uitgegaan van het afgegraven van de veenlaag en het aanbrengen van een zandcunet. Te denken valt onder andere aan alternatieven

als stabiliserende bodeminjecties en mechanische grondmenging. Hierbij is het nuttig om een vergelijking te maken met de buitenwaartse dijkversterking van de Dijkversterking Markermeerdijken;

12. Na gaan hoe groot de zetting zal zijn bij verplaatsing van de kade op (deels) onbelaste grond en welke herstelwerkzaamheden en –kosten hiervoor opgenomen moet worden;
13. Onderzoek te doen naar meekoppelkansen, zoals:
 - a) Recreatieve gebruiksmogelijkheden van de kade;
 - b) De dam naar de vuurtoren;
 - c) De compensatie van het leefgebied voor de ringslang/rivierdonderpad, bijvoorbeeld op de Bukdijk;
 - d) Optimalisatie van het watersysteem op Marken.
14. De 'specials' (haven, Rozewerf, gemaal, heuvel, vuurtoren en de aansluitingen tussen de tracés) in te passen. Hiervoor dient een integraal ontwerp te worden uitgewerkt. Voor de Rozewerf gelden de volgende aandachtspunten:
 - a) De sectie Rozewerf loopt van gemaal t/m heuvel. Het tracé van de werf t/m de heuvel vormt vanuit landschappelijk en cultuurhistorische oogpunt één ensemble waar een afgestemd ontwerp voor gemaakt moet worden.
 - b) Ongelijke zetting en vervorming en daarmee schade aan de werf en bebouwing vormt een groot risico. Hier is bijzondere aandacht voor nodig in alle oplossingsrichtingen.
 - c) De kade is ter hoogte van de werf een wandelpad. De inrichting van de kade en het pad ter plaatse van de werf dient hierop aangepast te worden.
15. Bij een eventuele keuze voor de verdere uitwerking van een Nieuwe kade ook te kijken naar mogelijkheden voor een buitenwaartse dijkversterking zonder complete grondverbetering;
16. Bij een eventuele keuze voor de verder uitwerking van een Kortcyclische versterking op basis van het ontwerpinstrumentarium profielen uit te werken. Vraag hierbij is of de robuustheidstoeslag van 0,40 meter wel nodig is bij een dijk zoals van Marken. Verder lijkt een optimalisatie gewenst van de lengte van de versterkingscyclus (12 jaar; 20 jaar; etc.) en van de verplaatsing van de teensloot (rekening houdend met de functie die deze sloot heeft voor de waterafvoer).



8 BRONNEN

- [1] Tekening Zuiderzeewerken - Markerwaard. Waterpassing Omringkade van het eiland Marken. Situatie schaal 1:10.000).
- [2] Rijkswaterstaat. Directie Noord-Holland. Directie Zuiderzeewerken. Nota kadeverbetering Marken. Mei 1983.
- [3] Gemeente Marken. Verslag openbare vergadering commissie Algemene zaken. 17 januari 1989.
- [4] DHV. Hoogte omringkade Marken en prognose kruindaling. 1 maart 2011.
- [5] DHV. Definitief ontwerp Dijkverbetering West- en Zuidkade Marken. Ontwerpnota. December 2012.



LITERATUUR

- [1] DHV. Definitief ontwerp Dijkverbetering West- en Zuidkade Marken ontwerpnota. December 2012
- [2] Ministerie van Verkeer en Waterstaat. Addendum I bij de Leidraad Zee- en Meerdijken t.b.v. het ontwerpen van meerdijken. 25 maart 2009
- [3] Projectbureau VNK2. De methode van VNK2 nader verklaard. De technische achtergronden. Maart 2011.
- [4] Rijkswaterstaat Water, Verkeer en Leefomgeving. Document Handreiking Ontwerpen met overstromingskans OI2014 v2. April 2014
- [5] Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen. Leidraad Zee- en Meerdijken. December 1999.
- [6] www.hoogwaterbeschermingsprogramma.nl
- [7] Antea Group, HKV Lijn in Water, H+N+S Landschapsarchitecten, juli 2014, Definitieve notitie onderscheidende strategieën Marken
- [8] Tekening Zuiderzeewerken - Markerwaard. Waterpassing Omringkade van het eiland Marken. Situatie schaal 1:10.000).
- [9] Rijkswaterstaat. Directie Noord-Holland. Directie Zuiderzeewerken. Nota kadeverbetering Marken. Mei 1983.
- [10] Gemeente Marken. Verslag openbare vergadering commissie Algemene zaken. 17 januari 1989.
- [11] DHV. Hoogte omringkade Marken en prognose kruindaling. 1 maart 2011.
- [12] DHV. Definitief ontwerp Dijkverbetering West- en Zuidkade Marken. Ontwerpnota. December 2012.
- [13] Ministerie van Infrastructuur en Milieu & Ministerie van Economische Zaken. Deltaprogramma 2015. Werk aan de delta. De beslissingen om Nederland veilig en leefbaar te houden. 16 september 2014.
- [14] Ministerie van Infrastructuur en Milieu. Handreiking ontwerpen met overstromingskansen. April 2014.
- [15] Ministerie van Verkeer en Waterstaat. Addendum I bij de Leidraad Zee- en Meerdijken t.b.v. het ontwerpen van meerdijken. 25 maart 2009
- [16] Rijkswaterstaat Water, Verkeer en Leefomgeving. Document Handreiking Ontwerpen met overstromingskans OI2014 v2. April 2014
- [17] Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen. Leidraad Zee- en Meerdijken. December 1999.
- [18] www.hoogwaterbeschermingsprogramma.nl
- [19] Kamerbrief van de Minister van IenM aan de Tweede Kamer, dd 2 juni 2014, betreffende Waterveiligheid (kenmerk IENM/BSK-2014/96343)
- [20] Memo betekenis laag 3 voor Marken, 11 juni 2014, Teun Terpstra, Bas Kolen (HKV)

Figuur 43: Groene kade (bron: ECK, factsheet 'ringdijk')



BIJLAGE I: AFGEVALLEN BOUWSTENEN LAAG 2

Dijken om laaggelegen buurten

In geval van een overstroming zijn met name de laag gelegen buurten kwetsbaar. Op Marken geldt dat bijvoorbeeld voor de Minnebuurt. Deze buurten zouden beschermd kunnen worden door er dijken om heen te leggen. Dat kan vanuit twee perspectieven:

- Om basisveiligheid te realiseren;
- Om schade en slachtoffers te voorkomen (gevolgbeperking);

Laag 2 kan worden ingezet in combinatie met laag 3 om basisveiligheid te realiseren. Door het compartimenteren van buurten neemt het aantal veilige plekken op Marken toe, waar mensen in geval van een dreigende overstroming naar toe kunnen evacueren. In de communicatie dient er dan voor gezorgd te worden dat mensen bekend zijn met deze veilige plekken, en er vertrouwen in hebben dat zij hier enkele dagen kunnen schuilen. Wanneer mensen hiermee bekend zijn, neemt de kans op overlijden in geval van een overstroming af, en daarmee wordt een bijdrage geleverd aan de basisveiligheid.

Dijken om de Minnebuurt kunnen in geval van een overstroming schade en slachtoffers beperken. Echter, in het ontwerp en in het beheer en onderhoud dient rekening gehouden te worden met de slappe ondergrond, waardoor zetting een belangrijk risico vormt. Om zetting te beperken dienen vaak dure maatregelen genomen te worden. Compartimenteringskeringen werken alleen als de daarbinnen gelegen woonwijk ook echt wordt gevrijwaard van schade in geval van een doorbraak van de primaire waterkering. In praktijk komt dit neer op een kade met een hoogte van minstens één tot anderhalve meter. Dit is exclusief toeslagen voor bodemdaling en zetting, en toeslagen die voortvloeien uit ontwerpseisen. Bovendien zijn coupures of andere constructies nodig ter plaatse van toegangswegen. Dit drijft de kosten verder op.

Nevenstaande foto geeft een beeld van een dergelijke kering.

Volgens de kostenkentalen van ECK kost een groene kade op veenondergrond per kilometer 1.3 tot 2.1 miljoen euro. De lengte van de kade zou ongeveer 700 m bedragen, waarmee de kosten worden geschat op 0.9 M€ tot 1.5 M€. Om te zorgen dat de Minnebuurt bereikbaar blijft, dient er een opening in de kade te zitten die tijdens hoogwater kan worden afgesloten. Een coupure met een roldeur van 10 meter kost ongeveer 1.5 M€. Een alternatief is om geen opening in de kade te maken, maar te zorgen dat er aan beide zijden een oprit komt. De

kosten hiervan bedragen eveneens ongeveer 1.5 M€ (voor twee opritten). De totale kosten komen daardoor op ongeveer 2.5 M€ tot 3 M€. Hierin is nog geen rekening gehouden met de kosten voor beheer en onderhoud.

Daarnaast dient er voor gezorgd te worden dat de Noordkade ter hoogte van de Minnebuurt zodanig wordt versterkt, zodat deze feitelijk niet meer kan falen. Dit is nodig omdat als gevolg van de compartimentering stijgsnelheden zullen toenemen, waardoor de mortaliteit (kans op overlijden) toeneemt. Er dient eveneens gezorgd te worden dat de golfoverslag wordt beperkt, omdat het overslaande water minder gemakkelijk weg kan dan zonder de compartimenterende kaden.

Door de compartimenteringskering aan te leggen kunnen in principe nog geen kosten worden bespaard op versterking van de omringkade, tenzij alle laaggelegen buurten worden gecompartmenteerd (o.a. Havenbuurt Noord, Kets). Zie hiervoor ook de toelichting op de bouwsteen 'compartimentering en slimme evacuatie' (hieronder).

Vanwege deze ongunstige aspecten is het compartimenteren van buurten niet meegenomen in de oplossingen.

Verhoogde infrastructuur met compartimenterende werking

Deze maatregel komt conceptueel op hetzelfde neer als het aanleggen van compartimenteringskering rond buurten. De kaden die gezamenlijk het compartiment vormen dienen zodanig sterk te zijn, dat een doorbraak van het compartiment zeer onwaarschijnlijk wordt. Dit betekent dat wegen substantieel opgehoogd dienen te worden, en voldoende sterk dienen te zijn. De Kruisbaakweg ligt rond NAP, de wegen richting de werven liggen beneden NAP. Wegen dienen daarom minstens opgehoogd te worden met 0.5 meter tot ruim 1.0 meter. Vanwege zetting en ontwerp toeslagen zullen hier nog minstens enkele decimeters bij komen. Wanneer basisveiligheid nog steeds op geheel Marken geboden zou worden, is dit een additionele maatregel waarvoor additioneel budget vrijgemaakt dient te worden. Deze maatregel wordt niet gezien als een kansrijke bouwsteen op Marken.

Compartimentering van het eiland en slimme evacuatie

Het doel van deze compartimentering is om de buurten ten noorden van het Goudriaankanaal te beschermen tegen overstroming. Gedachte hierachter is dat op deze wijze een

kleinere dijkkring van de primaire kering nodig is, waarmee het bewoonde gebied van Marken, waar de schade bij een eventuele overstroming het hoogst is, wordt beschermd. In het gebied ten zuiden van het Goudriaankanaal wordt de basisveiligheid op een andere manier geboden. De zuidkade biedt bescherming, maar op basis van een lagere norm (bijvoorbeeld 1/50 of 1/100). Daarnaast dienen de woningen op en eventueel naast de werven waterrobuust te worden ontwikkeld, zodat dit veiligheid biedt aan de bewoners en een vluchtplaats is voor de bewoners van dit deel van het eiland die niet hoog wonen. De inschatting is dat de volgende maatregelen genomen moeten worden om deze compartimentering tot stand te brengen:

- Realisatie van een compartimenteringskering van minstens 1,5 meter hoog. Rekening houdend met ontwerptoeslagen en toeslagen voor bodemdaling en zetting is de kering bij aanleg ca. 2 meter hoog. Hierbij hoort een ruimtebeslag van ca. 15 tot 20 meter. De kering is ca. 2 km lang; het tracé is zo kort mogelijk gekozen om de dorpskern en de Minneweg te beschermen.
- Er dient grond aangekocht te worden, ca. 20*3000 m = 60.000 m2.
- Om het compartiment sluitend te maken dient de Kruisbaakweg ook met minimaal 1 meter verhoogd en versterkt te worden.
- Er zijn op- en afritten aan de kade nodig om de beide compartimenten met elkaar te verbinden.
- Verleggen/aanpassen van een groot aantal kabels en leidingen.
- Grootschalige herinrichting van het watersysteem inclusief aanleg van een nieuw gemaal voor de westzijde van Marken.
- De zuidkade hoeft niet versterkt te worden. Wel zijn maatregelen nodig om deze kade weer op orde te brengen en onderhoudbaar te maken (herprofiëren binnentalud, aanpakken buitentalud).
- Het totaal te onderhouden areaal neemt toe doordat 2 km extra primaire kering moet worden onderhouden en onderhoud aan de zuidkade nodig blijft.
- Het gebied (dorpskern + Minnebuurt) dat door de primaire kering wordt beschermd wordt kleiner waardoor stijgsnelheid en stroomsnelheid toenemen. Om in dit gebied basisveiligheid te bieden, is het mogelijk dat extra eisen aan alle keringen (compartimenterings-, West- en deel van noordkade) om dit gebied moeten worden gesteld.
- Huizen op de werven dienen waterrobuust gemaakt te worden en/of er moet aandacht worden besteed aan de verticale evacuatie op het zuidelijk deel van het eiland.

De kosten van deze compartimentering zijn niet exact geraamd. Het is evenwel duidelijk dat het aanleggen van een geheel nieuwe kering met een groot aantal bijbehorende voorzieningen en aanpassingen, de blijvende noodzaak van aanpassingen aan de zuidkade en de areaaltoename aanzienlijke kosten met zich meebrengen. Op basis van de hoge kosten, de negatief beoordeelde ruimtelijke impact en het ontbreken van enig draagvlak bij de bevolking van Marken is ervoor gekozen deze maatregel niet in één van de oplossingsrichtingen verder uit te werken.

Beschikbare berging

In één van de strategieën was bij de overslagbestendige kering uitgegaan van de noodzaak van berging van overslag water; in fase 2 is een nadere analyse gemaakt van de beschikbare berging in relatie tot het toegestane overslagdebiet. Hieruit blijkt dat het niet zinvol is om in de oplossing met overslagbestendige kering een bergingsgebied in te richten.

Overslagduur

Het Technisch rapport Ontwerpbelastingen voor het rivierengebied geeft aan dat de basisduur van een storm 48 uur bedraagt. Hierbij neemt de windsnelheid in 23 uur toe tot de maximale windsnelheid, 2 uur maximaal blijft en daarna weer afneemt. Gedurende 2 uur zal dus het overslagdebiet maximaal zijn, maar ook daarvoor en daarna zal er, hoewel minder, nog steeds overlag plaatsvinden. In de berekeningen is uitgegaan van een constant overslagdebiet gedurende 4 uur.

Lengte overslag

In deze oplossing is de gehele zuidkade (circa 3 km lang) als overslagbestendig gedimensioneerd. Bij een overslagsituatie heeft de dan heersende storm een dominante windrichting. Er zal dus slechts over een deel van de zuidkade overslag plaatsvinden. In de berekeningen is uitgegaan dat per overslaggebeurtenis overslag plaatsvindt over een lengte van 1,5 km.

Overslagdebiet

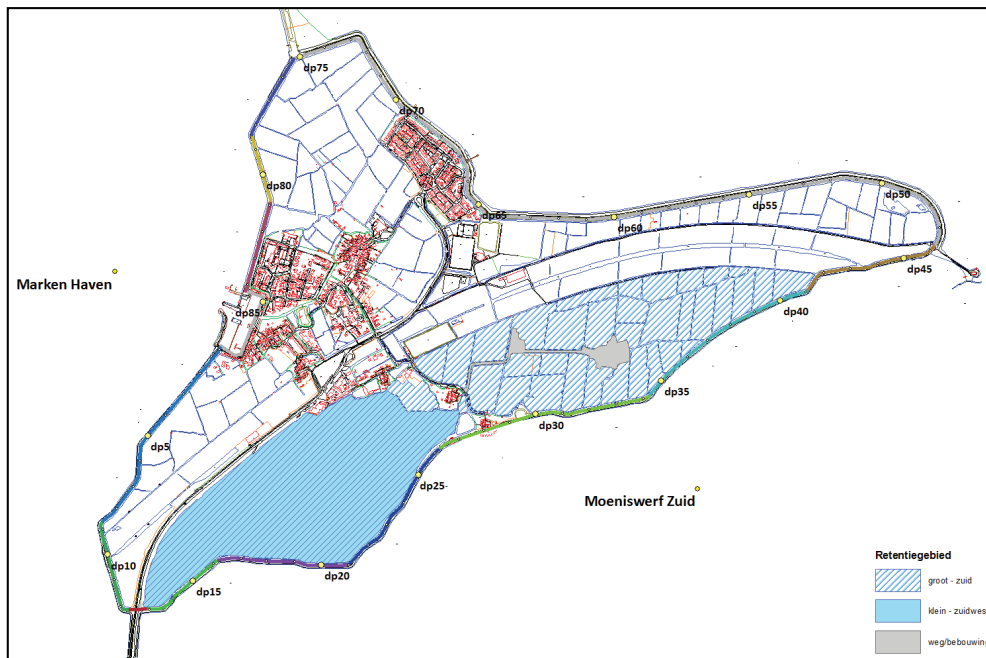
Een overslagbestendige kade wordt gedimensioneerd op een toelaatbaar overslagdebiet. Hoe groot dit toelaatbaar overslagdebiet moet zijn is niet vastgelegd. Een reguliere dijk kan binnen het huidige ontwerpinstrumentarium gedimensioneerd worden op een overslagdebiet van maximaal 10 l/s/m. De berekeningen zijn gemaakt voor een overslagdebiet van 25 l/s/m en 50 l/s/m.

Retentiegebied

Het overslagwater komt aan de zuidzijde eerst in de sloten en komt daarna op het maaiveld te staan. Het water zal eerst in het zuidelijk deel blijven staan omdat het wordt tegengehouden door de Kruisbaakweg en het Oosterpad. Deze wegen liggen circa 0,20 m hoger dan de zuidelijk gelegen polder. Dit gebied heeft een oppervlak van circa 63 ha (het blauw gearceerde deel in Figuur 44). Hierna zal ook op de rest van Marken een laag water komen te staan (in totaal circa 200 ha). In Tabel 5 is weergegeven hoe groot de waterschijf is die gemiddeld op Marken komt te staan bij een extreme storm. Ook is in de tabel te zien dat bij een overslagdebiet van 25 l/s/m na 1 uur in het zuidelijke deel een gemiddelde waterdiepte van 0,20 m bereikt is. Bij een overslagdebiet van 50 l/s/m is dit na circa een half uur

Tabel 5: Overslagvolume

gebied berging	lengte overslag [m]	overslag-debiet [l/s/m]	duur overslag [h]	te bergen volume [m³]	oppervlak berging [ha]	gemiddelde waterdiepte [m]
heel Marken	1.500	25	4	540.000	200	0,3
heel Marken	1.500	50	4	1.080.000	200	0,5
alleen polder	1.500	25	1	135.000	63	0,2
alleen polder	1.500	50	0,5	135.000	63	0,2



Figuur 44 : Retentiegebied

Conclusies

Op basis van bovenstaande analyse kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

- Bij een kade met een toelaatbaar overslagdebiet van 25 l/s/m:
Bij een extreme gebeurtenis waarbij deze golfoverslag optreedt zal na 1 uur in het zuidelijke deel een gemiddelde waterdiepte zijn bereikt van 0,20 m. Hierna zal ook op de rest van Marken een laag water komen te staan. De waterdiepte bedraagt dan gemiddeld 0,30 m.
- Bij een kade met een toelaatbaar overslagdebiet van 50 l/s/m:
Bij een extreme gebeurtenis waarbij deze golfoverslag optreedt zal na 0,5 uur in het zuidelijke deel een gemiddelde waterdiepte zijn bereikt van 0,20 m. Hierna zal ook op de rest van Marken een laag water komen te staan. De waterdiepte bedraagt dan gemiddeld 0,50 m.



BIJLAGE 2: PUBLIEKSVRIENDELIJKE SAMENVATTING FASE I



MIRT Onderzoek Pilot Meerlaagsveiligheid Marken

Samenvatting eerste fase: Onderscheidende strategieën

De waterveiligheid op Marken voldoet niet aan de huidige veiligheidseisen. Een deel van de dijk heeft stabiliteitsproblemen of is te laag. Bovendien is de steenbekleding van de dijk op een aantal plaatsen ingezakt of ligt los. Om de problemen aan te pakken is de afgelopen jaren gewerkt aan een dijkversterkingsplan. Dit plan zou leiden tot een fors grotere dijk (zowel in de breedte als in de hoogte). Door het ruimtebeslag, het effect op het landschap en de cultuurhistorische waarden van Marken was er weinig draagvlak voor dit plan. Daarnaast bleken de kosten van het plan ook hoog.

Dit was voor Rijkswaterstaat als beheerder aanleiding om een onderzoek naar de mogelijke toepassing van het concept meerlaagsveiligheid uit te laten voeren. Meerlaagsveiligheid is een waterveiligheidsbenadering die werkt in drie 'lagen'. De eerste laag is preventie: het voorkomen van een overstroming (de dijk). De tweede laag richt zich op het beperken van de gevolgen van een eventuele overstroming, door een duurzame ruimtelijke inrichting van ons land (bijvoorbeeld hoog wonen). De derde laag zet in op een betere voorbereiding op een mogelijke overstroming (rampenbeheersing).

In deze eerste fase van het onderzoek naar mogelijke meerlaagsveiligheidsstrategieën worden zes mogelijke strategieën ontwikkeld.

De ambitie voor alle strategieën verwoorden we met de termen **'Markant, Leefbaar en Veilig Marken'**. Daaronder wordt verstaan:

- **Markant:** De oplossing vraagt maatwerk voor Marken en moet passen bij de specifieke (cultuur)historie en landschappelijke en ruimtelijke eigenschappen.
- **Leefbaar:** Voor een attractieve woon-, werk- en leefomgeving en een helder handelingsperspectief. Markers weten wat te doen en hoe ze elkaar kunnen helpen mocht tijdens een storm de kering toch (dreigen te) falen.
- **Veilig:** 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.

Daarnaast is het uitgangspunt voor alle strategieën het realiseren van 'basisveiligheid voor iedereen die achter dijken of duinen woont'. Deze basisveiligheid kan bereikt worden door een slimme combinatie van maatregelen in de drie lagen van meerlaagsveiligheid. De ontwikkelde strategieën onderscheiden zich hierin: sommige bereiken basisveiligheid met alleen maatregelen in laag I (dijkversterking), andere met door een combinatie van maatregelen in de drie lagen.

Om de strategieën te ontwikkelen is eerst een analyse gemaakt van de huidige kwaliteiten, de opgaven die er liggen en de kansen. Daarna zijn mogelijke maatregelen bedacht in de vorm van 'bouwstenen'. Deze losse bouwstenen worden vervolgens via verschillende denklijnen/visies op het eiland gecombineerd tot zes onderscheidende strategieën, die alle mogelijkheden verkennen, ook degene die minder realistisch zijn. Op onderdelen kunnen de strategieën worden gecombineerd tot slimme oplossingen. Deze oplossingen worden in de periode van juli tot september nader uitgewerkt. Op de volgende pagina's worden de zes strategieën toegelicht.

Strategie I. Behoud van het huidige dijkprofiel, accent op laag 2 en 3

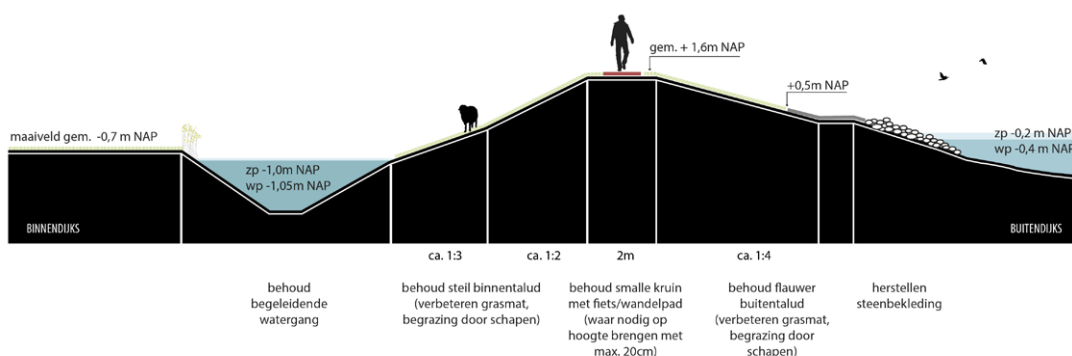


Foto van de huidige dijk

In deze strategie staat het behoud en de versterking van de huidige kwaliteiten van de omringdijk voorop. Het huidige, zeer karakteristieke dijkprofiel met smalle en lage kruin wordt behouden. Na een grote onderhoudsbeurt (herstellen en vitaliseren grasmat, herstellen steenbekleding, plaatselijk ophogen van lagere delen), wordt ingezet op continu onderhoud en beheer (maatwerk, versterking om de ca. 6 jaar). Basisveiligheid wordt door een combinatie van maatregelen in laag 1, 2 en 3 bereikt.

Ten behoeve van gevolgenbeperking (laag 2) wordt een aantal wegen op het eiland verhoogd. Dit netwerk van verhoogde infrastructuur functioneert als vluchtroute en vertraagt een eventuele overstroming. De belangrijkste kabels en leidingen (vitale functies) kunnen tegelijkertijd worden opgehoogd. Er worden (op termijn) twee nieuwe werven ontwikkeld. Iedere buurt is zo gekoppeld aan een zelfredzame werf/hoge veilige locatie. Toekomstige nieuwbouw vindt plaats op deze werven (meekoppelkans). Rondom lager gelegen bebouwing zoals de Minnebuurt worden extra (mobiele) keringen aangelegd.

Er wordt een crisiscentrum ingericht met strategische voedsel en watervoorraden (Trefpunt). Vanuit hier wordt de rampenbeheersing gecoördineerd. Er wordt een uitgewerkt rampenplan opgesteld. Er wordt daarnaast ingezet op een goede risico informatie en educatie. De werven zijn zelfredzaam en per werf wordt hiervoor in samenwerking met de bewoners een plan opgesteld. De aanwezige voorzieningen worden optimaal benut.



Bouwstenen

	1.5 Behoud huidige dijkprofiel		9.1 Communicatiecampagne		9.4.2 Aankoppeling aan hoge (veilige) locaties		11.1 Crisiscentrum (brandweercentrum/dorpshuis)
	4.1 Continu onderhoud en toezicht op de dijk		9.2 Educatie en kennis gericht op kinderen		10.1 Rampenplan veiligheidsregio		11.2 Vluchtplaatsen
	7.2 Lage dijken rondom de woonkern		9.3.1 Symbolen en informatie		10.2 Oefeningen hulpdiensten		11.3 Strategische voedsel- en watervoorraden
	7.3 Infrastructuur ophogen		9.3.2 Markeringen in het landschap		10.3 Werkgroep zelfredzaamheid		
	8.2 Waterbestendig bouwen		9.4.1 Zelfredzame buurten/werven		10.4 Plan voor verminderd zelfredzamen		

Strategie 2. Meebewegen met zetting



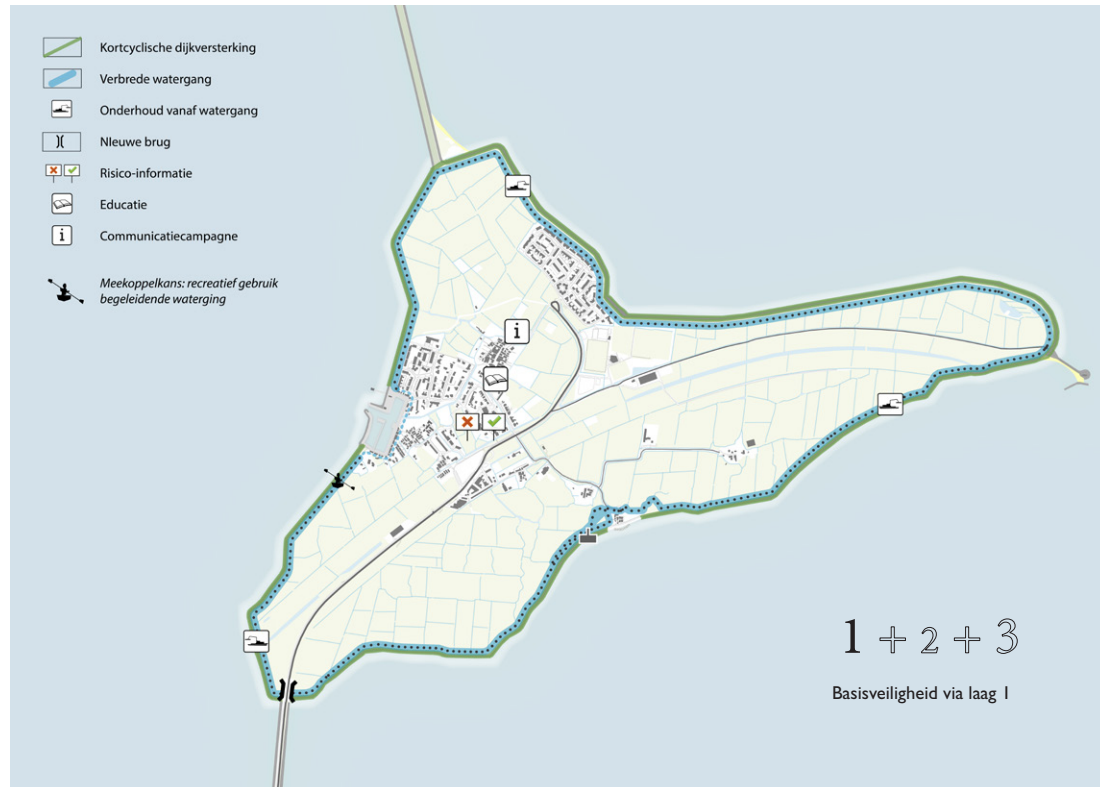
In deze strategie wordt gekozen voor een kortcyclische dijkversterking. De dijk wordt om de 12 jaar, in aansluiting op de toetsrondes, versterkt. De dijk wordt steeds minimaal opgehoogd en versterkt. Hierdoor hoeft er geen overhoogte te worden aangebracht, waardoor zetting wordt verminderd. Basisveiligheid wordt via laag 1 bereikt.

Om de dijk minimaal te belasten wordt gekozen voor onderhoud vanaf het water. Hiervoor wordt de dijksloot verbreed en verdiept. Ook wordt er een brug aangelegd in de Kruisbaakweg, zodat de onderhoudsboot rond kan varen. Dit biedt tevens meekoppelkansen voor recreatie (vaarroute (kano's en kleine bootjes) rondje Marken).

Om de golfbelasting te verminderen wordt een vooroever met geotextiel aangelegd. Hier is ook ruimte voor buitendijkse natuurontwikkeling.

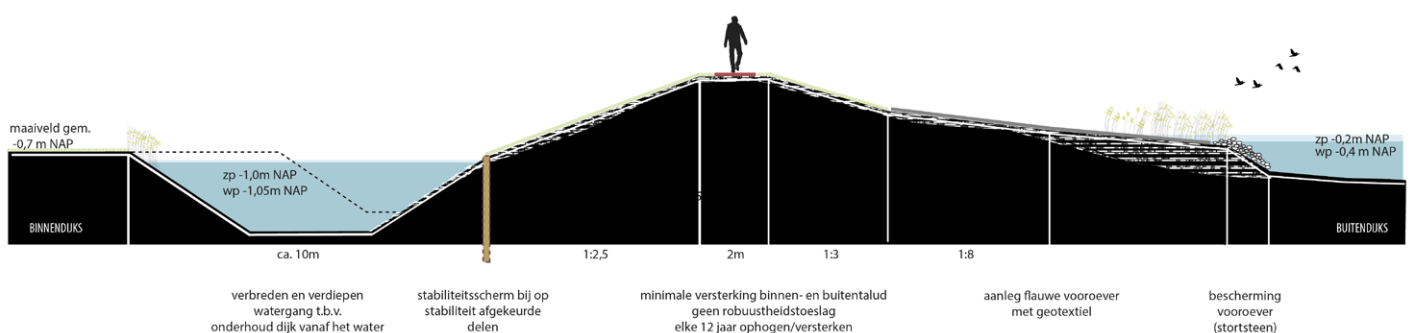
Er worden geen maatregelen getroffen in laag 2.

Voor laag 3 wordt ingezet op een aantal basismaatregelen, zoals het opstellen van een afgestemd rampenplan, risico-communicatie en educatie.



Bouwstenen

	1.2 - Compact versterken		4.1 - Continu onderhoud en toezicht op de dijk		10.2 Oefeningen hulpdiensten
	1.6 - Constructie		9.1 Communicatiecampagne		10.3 Werkgroep zelfredzaamheid
	2.3 - Hoge vooroevers		9.2 Educatie en kennis gericht op kinderen		10.4 Plan voor verminderd zelfredzamen
	3.4 - Voorbelasting		10.1 Rampenplan veiligheidsregio		



Strategie 3. De nieuwe zettingsvrije dijk

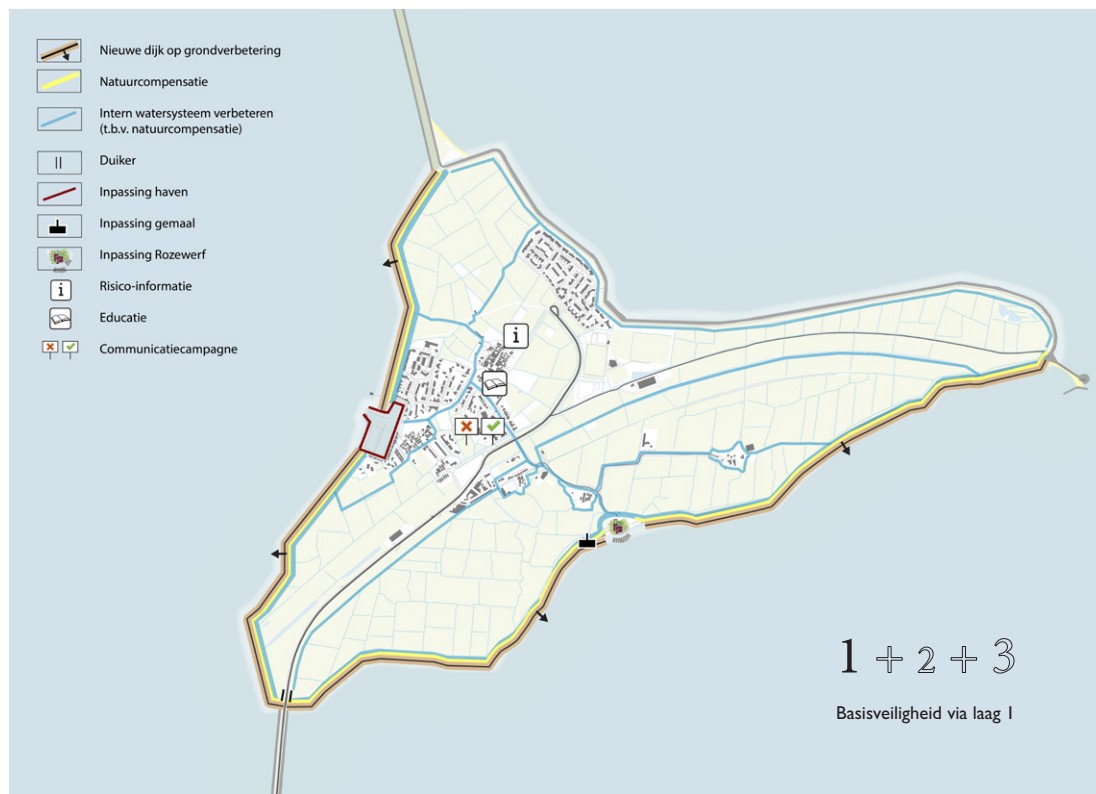


Bij deze strategie wordt een nieuwe dijk aangelegd op een grondverbetering. Hierbij wordt het aanwezige veenpakket vervangen door zand zodat de zetting wordt geminimaliseerd. De nieuwe dijk komt buitendijks te liggen, de kruin schuift ca. 16m naar buiten. Het profiel van de nieuwe dijk heeft een smalle kruin en een steil binnentalud. Dit sluit aan bij de huidige kwaliteiten van de dijk. De huidige dijk wordt na aanleg van de nieuwe dijk afgegraven. De hoogte van de nieuwe dijk is ongeveer even hoog als de huidige dijk. De dijk is ontworpen om de komende 50 jaar te voldoen, daarna zal de dijk mogelijk weer versterkt moeten worden.

Doordat de dijk naar buiten schuift, komt deze in het huidige Natura2000 gebied te liggen. Binnendijks wordt ingezet op extra natuurontwikkeling door de begeleidende watergang te verbreden en te voorzien van een natuurlijke oever: Dit wordt tevens benut bij de landschappelijke inpassing van de nieuwe dijk.

Er wordt ingezet op een onderhoudsvriendelijke dijk. Langs het binnentalud komt een onderhoudspad. Doordat deze binnendijks ligt is deze ook bij hoogwater begaanbaar. Dit pad kan ook als wandelpad gebruikt worden en vergroot de recreatieve gebruikruimte op de dijk (meekoppelkansen).

De basisveiligheid wordt via laag 1 bereikt. Er worden geen maatregelen getroffen in laag 2. Voor laag 3 wordt ingezet op een aantal basismaatregelen, zoals het opstellen van een afgestemd rampenplan, risico-communicatie en educatie.



Bouwstenen



1.3 Buitendijkse versterking



3.1 Grondverbetering



6.1 - Verhogen afvoercapaciteit polder (tbv natuurcompensatie)



9.1 Communicatiecampagne



9.2 Educatie en kennis gericht op kinderen



10.1 Rampenplan veiligheidsregio



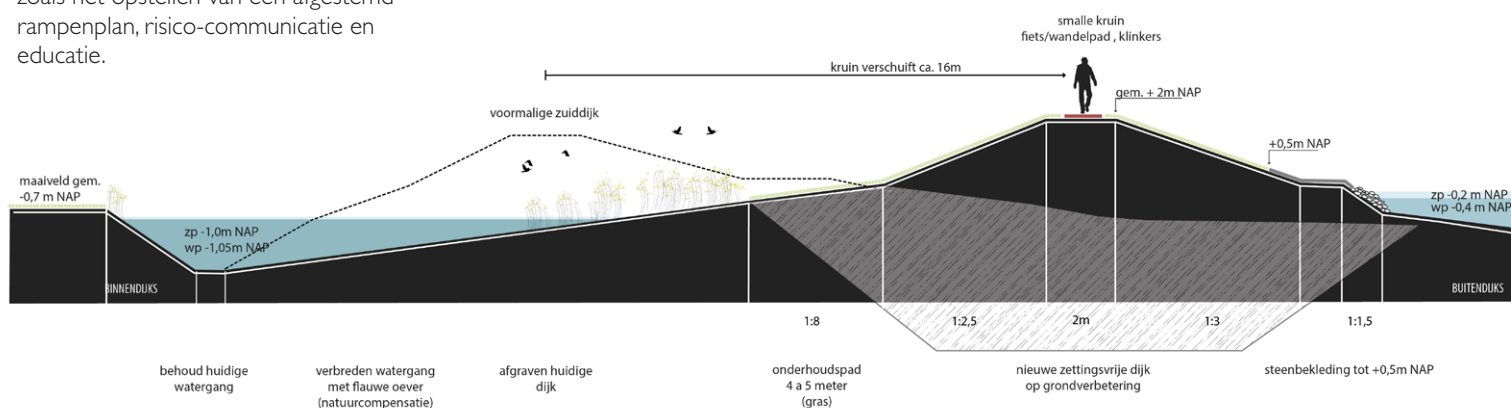
10.2 Oefeningen hulpdiensten



10.3 Werkgroep zelfredzaamheid



10.4 Plan voor verminderd zelfredzamen



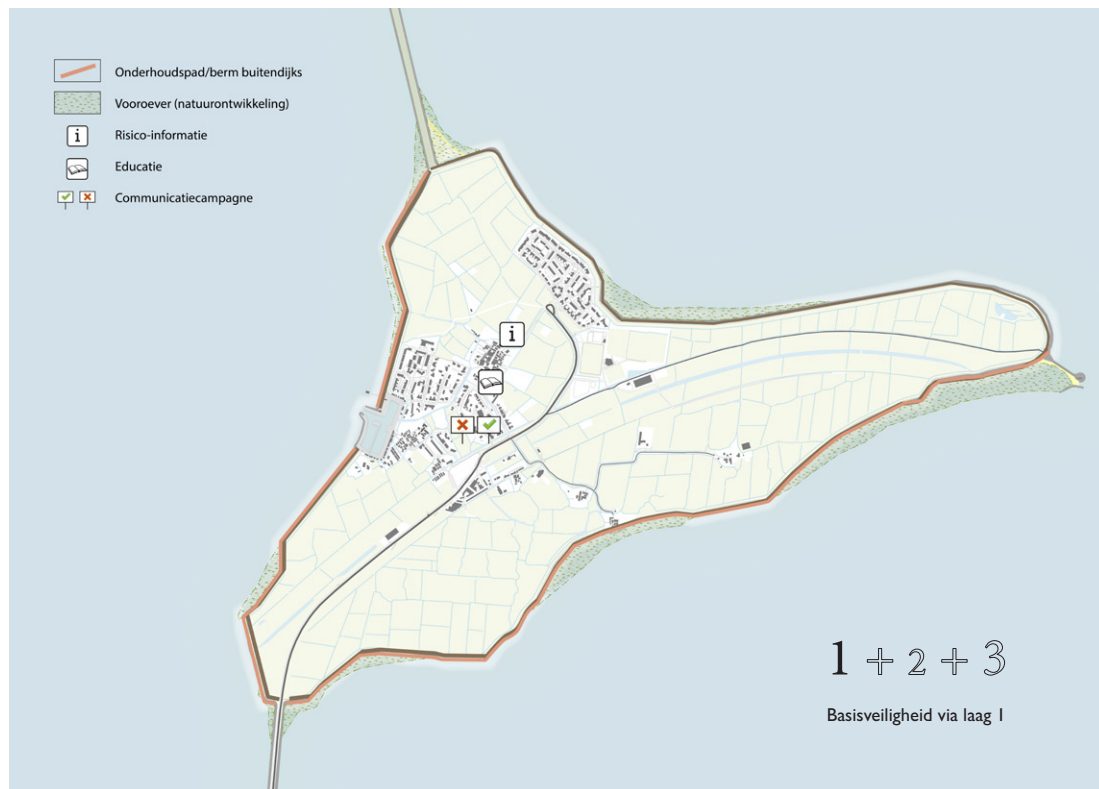
Strategie 4. Focus naar buiten - vooroevers



In deze strategie wordt de huidige dijk naar buiten toe versterkt. Het binnentalud wordt ten behoeve van de stabiliteit verflauwd (1:3). De kruin verschuift hierdoor naar buiten. De dijk wordt iets verhoogd, naar ca. +2m NAP. Daarnaast wordt buitendijks een verhoogd onderhoudspad aangelegd met steenbestorting. Deze fungeert als stabiliteitsberm en golf-reductie. Dit basisprofiel wordt op een aantal plaatsen uitgebreid met een bredere vooroever in combinatie met natuurontwikkeling. Zo ontstaat een robuuste dijkzone met bijzondere natuurkwaliteit en golfremmende werking. Om de dijk niet te veel op te hogen is uitgegaan van een levensduur van 25 jaar; daarna zal de dijk weer versterkt moeten worden.

Deze strategie grijpt terug op het voorland dat in het verleden een belangrijke rol speelde in de waterveiligheid van Marken. De land-watgang wordt verzacht en de relatie met het water versterkt. Het onderhoudspad kan ook als fiets- of wandelpad worden gebruikt en vergroot zo de recreatieve mogelijkheden van de dijkzone. In aanvulling hierop kunnen een aantal strandjes/steigers worden aangelegd.

De basisveiligheid wordt via laag 1 bereikt. Er worden geen maatregelen genomen in laag 2. Voor laag 3 wordt ingezet op een aantal basismaatregelen, zoals het opstellen van een afgestemd rampenplan, risico-communicatie en educatie.



Bouwstenen



1.2 - Compact versterken



1.3 Buitendijkse versterking



2.2 Golfremmende bekleding



2.3 Hoge vooroevers



3.3 Toepassing van geotextiel



3.4 Voorbelasting



9.1 Communicatiecampagne



9.2 Educatie en kennis gericht op kinderen



10.1 Rampenplan veiligheidsregio



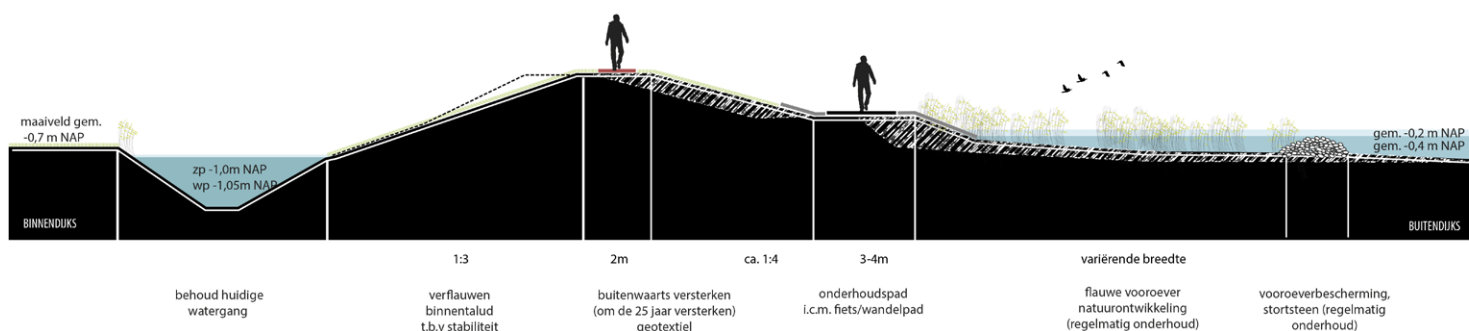
10.2 Oefeningen hulpdiensten



10.3 Werkgroep zelfredzaamheid



10.4 Plan voor verminderd zelfredzamen



Strategie 5. Focus naar binnen - overslagbestendige dijk



Impressie retentiegebied in gebruik (beeld vanaf de Kruisbaakweg)

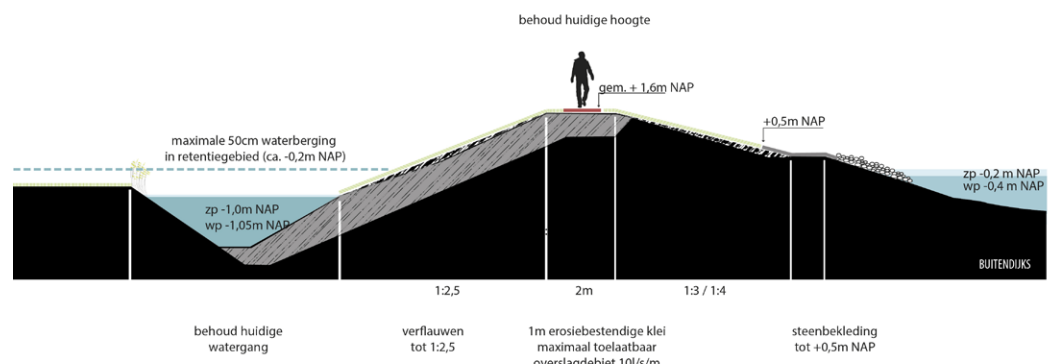
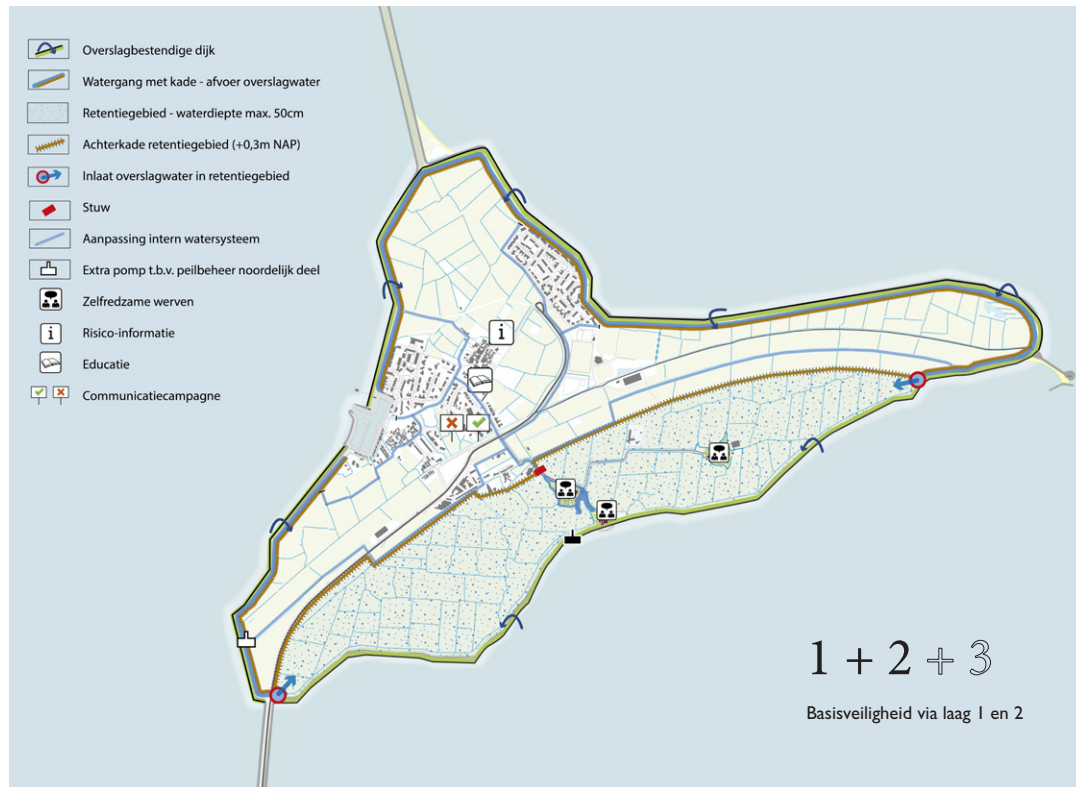
Deze strategie gaat uit van een overslagbestendige dijk. De kruin kan hierdoor laag worden gehouden (ca. +1,4m NAP), waardoor het contact met het water vanaf het eiland wordt behouden. Om de dijk overslagbestendig te maken wordt het binnentalud verflauwd, of er wordt erosiebestendige klei aangebracht. De dijk wordt voor 50 jaar ontworpen, daarna is mogelijk weer versterking nodig.

Af en toe zal er water over de dijk slaan (ca. 1 keer in de 300 jaar). Dit overslagwater wordt opgevangen in een retentiegebied aan de zuidzijde van het eiland en door het bestaande gemaal weer uitgepompt. In dit retentiegebied kan maximaal 50cm water op het maaiveld komen te staan. Er wordt een achterkade aangelegd langs het historische tracé van het Goudriaankanaal.

In het retentiegebied ligt de aanwezige bebouwing voor het overgrote deel al hoog (Rozenwerf, Grote Werf, Wittewerf, Moeniserwerf). Overige bebouwing wordt op hoogte gebracht of op termijn verwijderd. Om het retentiegebied snel weer droog te maken kan eventueel de gemaalcapaciteit vergroot worden.

Het overslagwater ter plaatse van de dijk-tracés die niet direct aan het retentiegebied liggen, wordt opgevangen in de dijksloot. Hiertoe wordt een kade aangelegd langs het water. Het overslagwater stroomt via de dijksloot naar de twee inlaatpunten waar het in het retentiegebied wordt ingelaten.

Voor laag 3 wordt ingezet op een aantal basismaatregelen, zoals het opstellen van een afgestemd rampenplan, risico-communicatie en educatie. Voor de werven in het retentiegebied wordt een plan opgesteld voor die periodes dat het retentiegebied in gebruik is.



Bouwstenen

- | | | | | | | | |
|--|---|---|---|---|--|---|--|
|  | 1.4 Binnendijkse versterking |  | 6.5 Laaggelegen gebieden inrichten voor waterretentie |  | 9.2 Educatie en kennis gericht op kinderen |  | 10.3 Werkgroep zelfredzaamheid |
|  | 6.1 Verhogen afvoercapaciteit polder |  | 6.6 Scheefligging Marken benutten |  | 9.4.1 Zelfredzame buurten/werven |  | 10.4 Plan voor verminderd zelfredzamen |
|  | 6.2 Vergroten waterentree achter dijk |  | 6.7 Tweede gemaal aanleggen |  | 10.1 Rampenplan veiligheidsregio | | |
|  | 6.3 Aanleg waterbuffers/retentiepolders |  | 9.1 Communicatie-campagne |  | 10.2 Oefeningen hulpdiensten | | |

Strategie 6. Waterrijk Marken, Hoog wonen



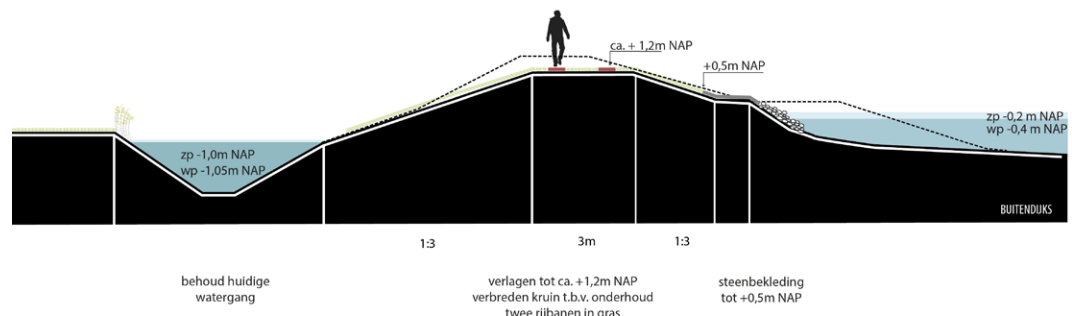
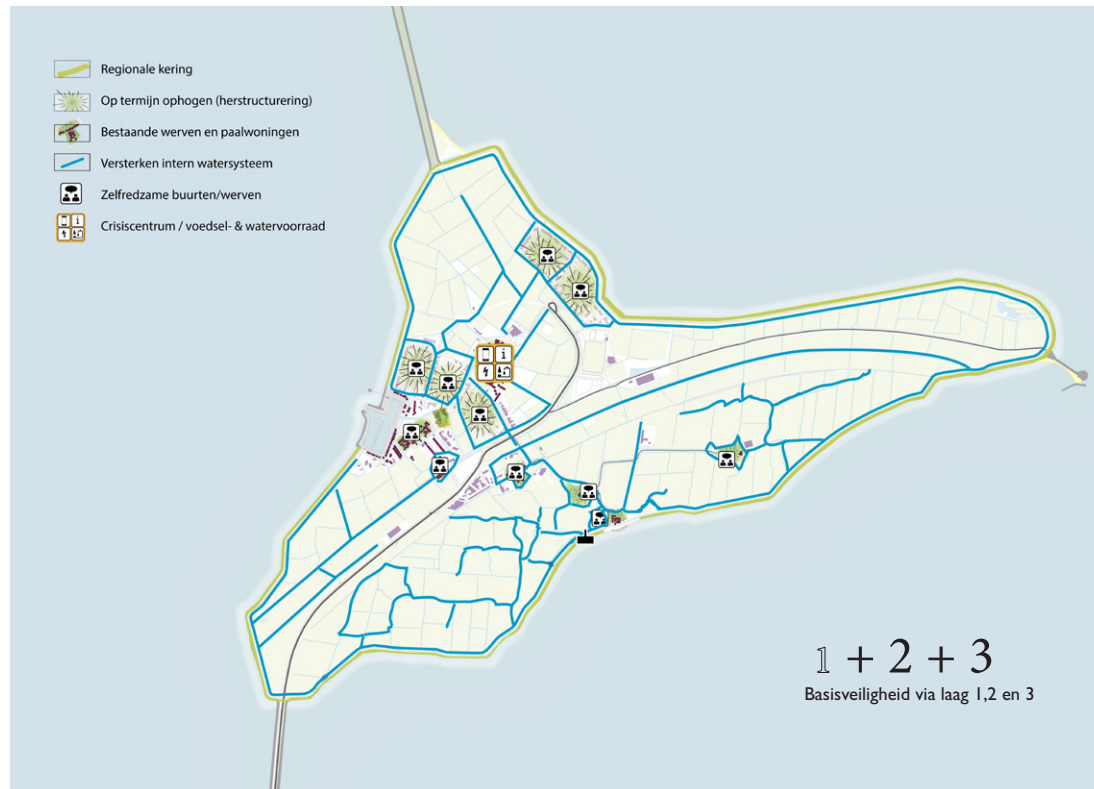
Referentiebeeld hoog wonen (Halligen)

In deze strategie worden op termijn alle woningen op het eiland waterrobuust gemaakt of opgehoogd. Deze investering wordt gekoppeld aan de toekomstige herstructureringsopgave van de woningvoorraad. Er wordt ingezet op de realisatie van een bijzonder woonmilieu. Waterrijk, hoog wonen op het enige eiland in het Markermeer. Hierbij wordt voortgebouwd op de historische werven op Marken. Voor deze strategie moet een slimme fasering worden uitgewerkt.

De omringdijk krijgt de status van een regionale kering met een lagere norm. Dit is vergelijkbaar met de situatie zoals bijvoorbeeld op de Kampereilanden. De dijk wordt eenvoudig vormgegeven met taluds van 1:3 en een bredere kruin. De dijk heeft een hoogte van ca. +1,2m NAP. Hierdoor is de dijk eenvoudig te onderhouden en wordt de mate van zetting verminderd. De basisveiligheid wordt gegarandeerd door het hoog wonen (laag 2) en aanvullende maatregelen in laag 3.

Om het eiland na een overstroming weer snel droog te krijgen wordt het interne watersysteem uitgebreid en de gemaalcapaciteit vergroot. Het maaiveldgebruik wordt aangepast op mogelijk hoog water.

Voor laag 3 is het uitgangspunt leven met water: Iedereen is voorbereid op een mogelijke overstroming en weet wat hem of haar te doen staat. De hoog gelegen buurten en werven zijn zelfredzaam met strategische voedsel en watervoorraden en een uitgewerkt rampenplan.



Bouwstenen

- | | | | |
|---|--|--|--|
|  1.7 Regionale kering |  9.1 Communicatiecampagne |  10.2 Oefeningen hulpdiensten |  11.2 Vluchtplaatsen |
|  5.1 Strategisch ophogen van het maaiveld |  9.2 Educatie en kennis gericht op kinderen |  10.3 Werkgroep zelfredzaamheid |  11.3 Strategische voedsel- en watervoorraden |
|  8.2 Waterbestendig bouwen |  9.3.1 Symbolen en informatie |  10.4 Plan voor verminderd zelfredzamen | |
|  8.5 Variatie in veiligheidsniveau's. |  10.1 Rampenplan veiligheidsregio |  11.1 Crisiscentrum (Brandweercentrum, dorpshuis) | |



BIJLAGE 3: ALGEMENE UITGANGSPUNTEN EN RANDVOORWAARDEN

Hoogte kade

De ontwerphoogte van de kade is afhankelijk van een aantal ontwerprandvoorwaarden en toeslagen:

- Ontwerpinstrumentarium (Leidraad Meerdijken / OI2014);
- Hydraulische randvoorwaarden (deze hangen af van de locatie en oriëntatie van de kade);
- Overstromingskans (1/100 of 1/300 per jaar);
- De robuustheidstoeslag;
- De planperiode (25 / 50 jaar);
- Bodemdaling.

De ontwerphoogte van de kade wordt brekend op basis van de maatgevende hoogwaterstand (MHW) en het maatgevende hydraulisch belasting niveau (MHBN):

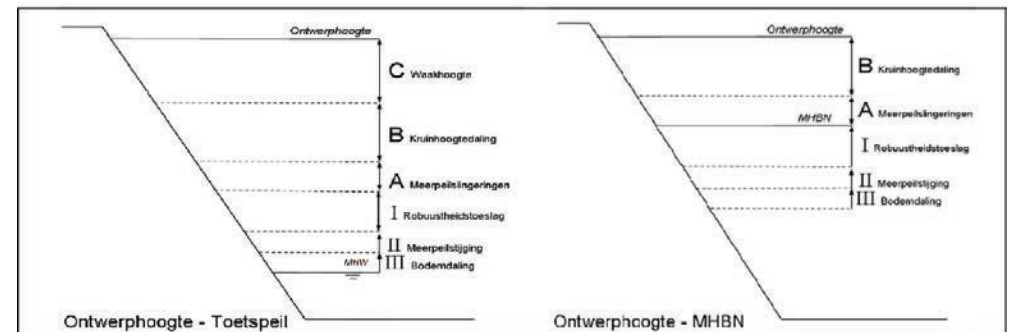
- Het MHW is de berekende waterstand aan het einde van de planperiode met een gemiddelde overschrijdingskans per jaar waarop de waterkering moet zijn berekend.
- Het MHBN is de hoogte waarop de kruin van de dijk zou moeten worden aangelegd om aan het einde van de planperiode te voldoen aan het criterium voor golfoverslag.

De ontwerphoogte wordt bepaald door het MHW te vermeerderen met een aantal toeslagen (A t/m C en I t/m III). Daarnaast wordt de ontwerphoogte bepaald door het MHBN te vermeerderen met een aantal toeslagen (I t/m III). De hoogste bepaalde hoogte bepaald de uiteindelijke ontwerphoogte. De verschillende toeslagen zijn weergegeven in Tabel 6.

Tabel 6: Verschillen toeslagen t.b.v. ontwerphoogte

Toeslag	grootte
A Meerpeilslingering	0,1 m
B Autonome bodemdaling	7 mm/jaar
C Waakhoogte	0,5 m
I Robuustheidstoeslag*	0,2 m
II Meerpeilstijging	0,07 m
III Tektonische Kanteling	0,05 m

*In het OI2014 bedraagt deze 0,4 m

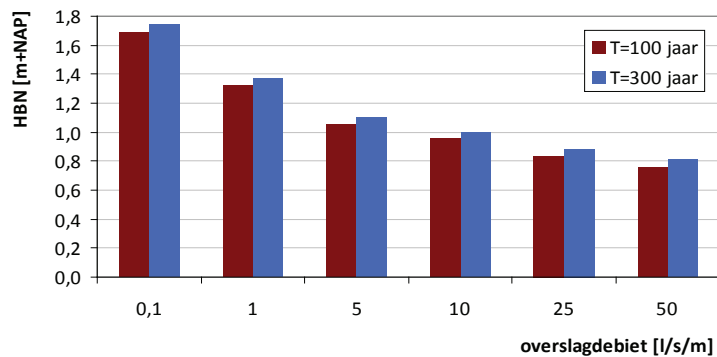


Figuur 45 Bepalen ontwerphoogte [1]

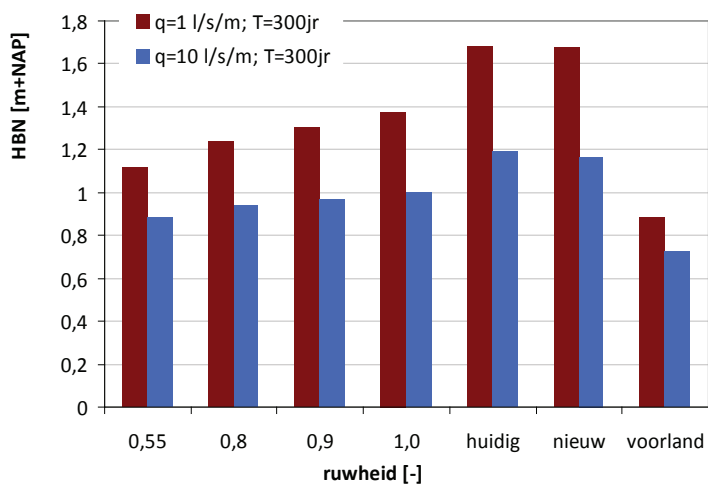
Het MHBN hangt af van een heel ontwerpvariabelen waarvoor tijdens het ontwerpproces een keuze gemaakt moet worden. Dit zijn onder andere:

- De geometrie van de kade (breedte berm, voorland, taludhelling)
- Het toelaatbaar overslagdebiet (0,1 / 1,0 / 10 l/s/m)
- Het type bekleding van het buitentalud (asfalt, basalt, breuksteen)

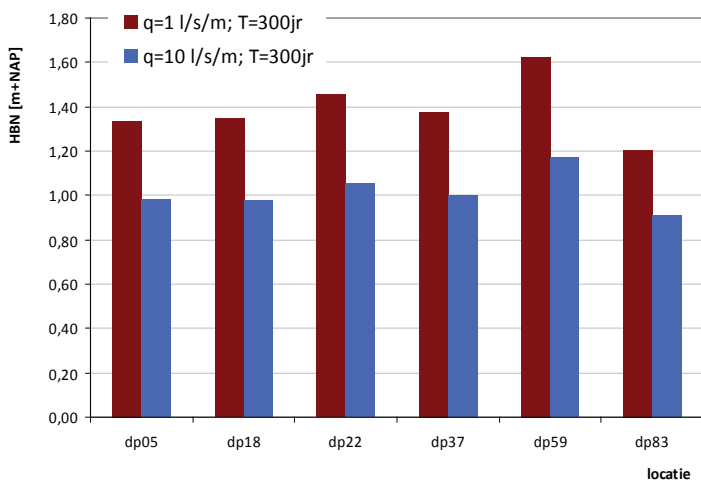
Het effect van de overstromingskans en het toelaatbaar overslagdebiet op het MHBN is weergegeven in Figuur 46. Dit is gedaan voor het profiel van een buitenwaartse versterking ter plaatse van dijkpaal 37. Het effect van de overstromingskans is beperkt tot circa 5 cm. Uit de figuur blijkt ook dat hoe hoger het toelaatbaar overslagdebiet wordt, hoe minder dit resulteert in een lager MHBN.



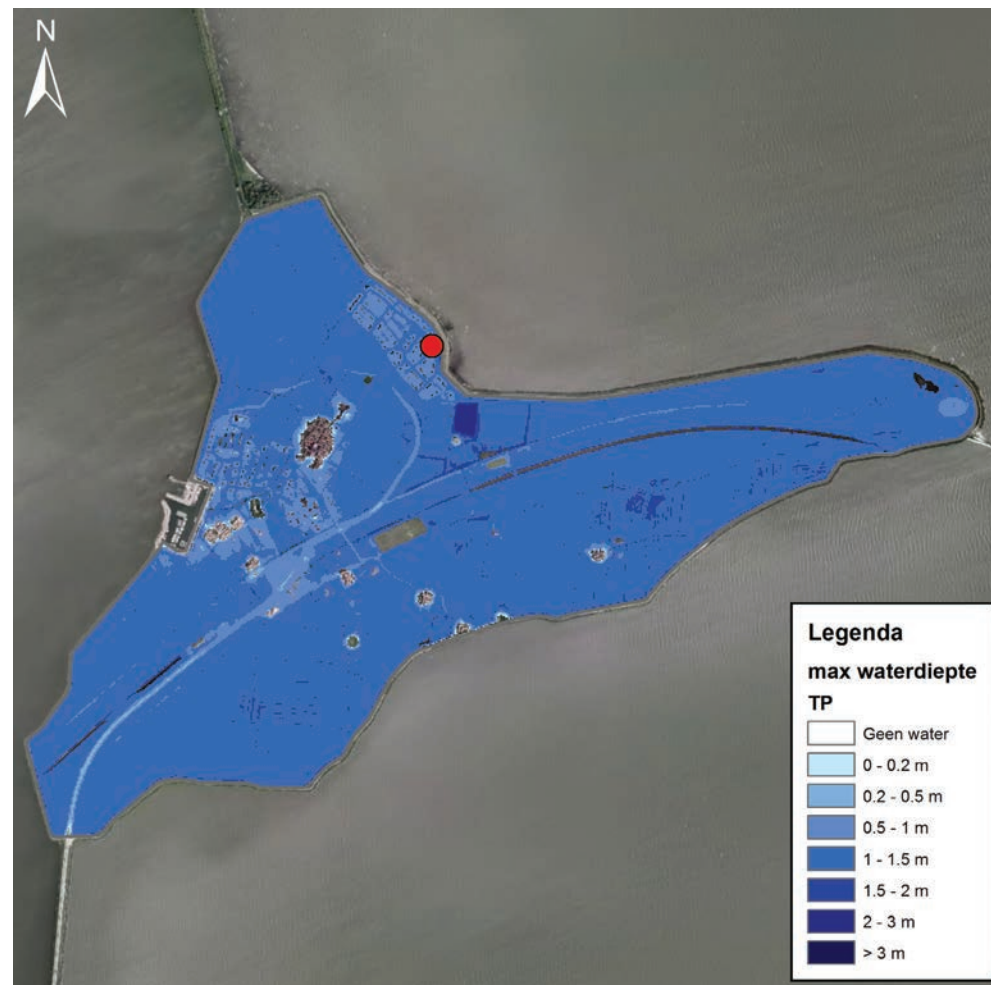
Figuur 43: Effect overslagdebiet op MHBN



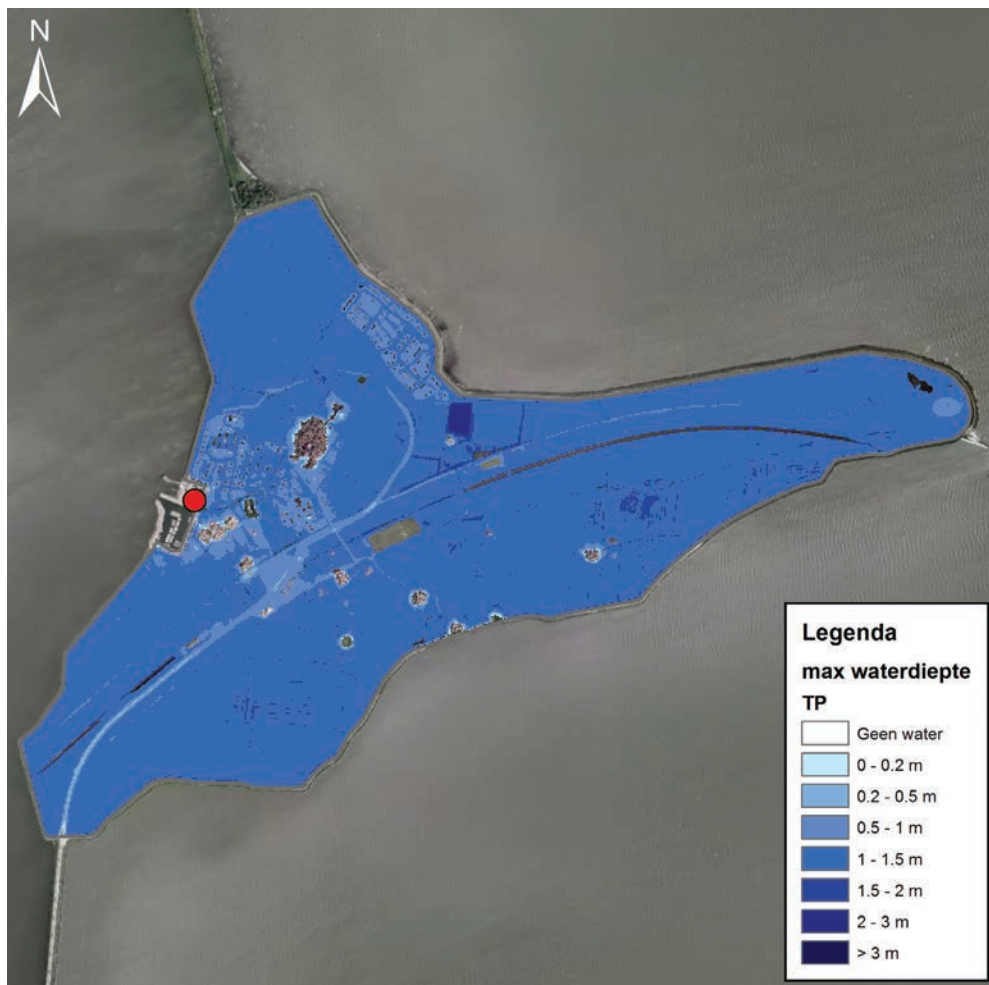
Figuur 47: Effect type bekleding op MHBN



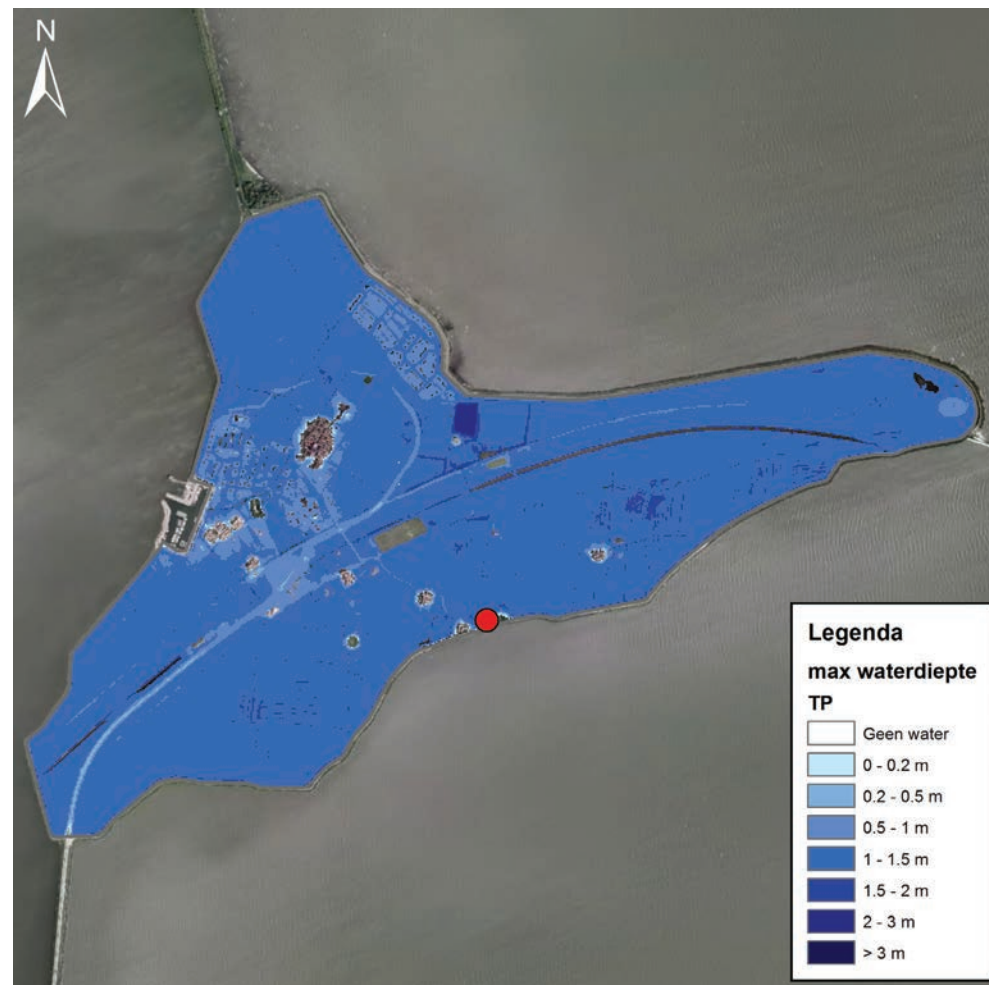
Figuur 48: Effect locatie langs dijkkring op MHBN



Figuur 49: Maximale waterdiepte na bres aan de noordoostzijde nabij de Minnebuurt



Figuur 50: Maximale waterdiepte na bres aan de noordwestzijde nabij de haven



Figuur 51: Maximale waterdiepte na bres aan de zuidzijde nabij de Rozewerf



BIJLAGE 4. BEOORDELINGMATRICES VAN DE OPLOSSINGEN



Beoordelingsmatrix vijf oplossingen	
Project	Pilot MLV Marken
Projectnr	266640.00
PL	Renier Koenraadt
Opgesteld	22/08/14
Bijgewerkt	31/10/14

Thema	Deelaspect	Oplossing 1: Nieuwe kade	Oplossing 2: Overslagbestendige kade	Oplossing 3: Waterkerende oeverzone	Oplossing 4: Kortcyclische dijkversterking	Oplossing 5: Kortcyclische dijkversterking en waterrobuust ontwikkelen	Conclusie
VERGELIJKING							
1. Water veiligheid	Overstromingskans	+	+	+	+	0	In vier van de vijf oplossingen wordt een basisveiligheid in laag 1 geborgd door een kade met een overstromings kans van 1/300 per jaar. Alleen in oplossing 5 wordt dit op termijn, wanneer de bebouwing waterrobuust is gemaakt, verlaagd naar 1/100 per jaar. Deze verlaging is voor de bewoners van Marken onacceptabel.
	Economische schade	0	0	0	0	+	Oplossing 5 wijkt af van de overigeoplossingen. Dit criterium wordt vergeleken met de autonome ontwikkeling. Alleen in oplossing 5 worden maatregelen getroffen om schade in geval van een overstroming te voorkomen.
	Slachtoffers	0	0	0	0	+	Net als bij het criterium 'economicsche schade' geldt dat in oplossing 5 maatregelen worden getroffen om mensen 'hoog en/of droog' te houden.
	Handelingsperspectief	+	+	+	+	++	In alle oplossingen worden maatregelen in laag 3 getroffen, waarmee het handelingsperspectief van de bewoners toeneemt. Alleen in oplossing 5 wordt een uitgebreid pakket aan maatregelen getroffen, waardoor deze zeer positief wordt beoordeeld.
2. Ruimtelijke kwaliteit	Landschap	-	-	-	0	NTB	De enige oplossing die neutraal beoordeeld wordt, is oplossing 4. Deze oplossing blijft het dichtst bij het bestaande profiel van de omringkade. Voor oplossingen 1 en 5 geldt dat er zowel positieve als negatieve aspecten zijn. Positief zoals het behoud van het beeld van een ringkade, maar negatief door de aangepaste ligging van de kade ten opzichte van de Rozewerf (opl. 1). Oplossing 3 is negatief beoordeeld door o.a. het verdwijnen van de watergang langs de kade. Oplossing 2 wordt als negatief beoordeeld doordat de aanpassing van het profiel van de zuidkade een grote aanpassing is van het beeld van de kade
	Cultuurhistorie	-	0	+/-	0	NTB	De nieuwe kade (opl. 1) heeft een negatief effect op cultuurhistorie, omdat hier gronden vergraven worden en risico op aantasting van de verdrinken erven is. Aantasting van het beschermd de dorpsgezicht is een belangrijk negatief effect van oplossing 3 en 5. Een positief effect is het herstellen van oude principes (voorlanden en hoog wonen). De overslagbestendige kade en kortcyclische versterking hebben geen effect op dit aspect.
	Wonen en werken	0	0	0	0	+/-	Voor het waterrobuust ontwikkelen (opl. 5) zijn vele ingrepen nodig in de woningvoorraad, dit kan als negatief ervaren worden maar heeft op termijn een positief effect.
	Recreatie	+	0	+	0	0	De nieuwe kade en waterkerende oeverzone bieden mogelijkheden voor recreatie in nieuwe natuur.
3. Natuur	Natura2000	--	0	+	0	0	Oplossing 1 kent in met de huidige schetsen een zeer negatieve beoordeling voor dit aspect. Met name de buitenwaartse verplaatsing van de kade in het habitatrictlijngebied zorgt voor deze beoordeling. De uitbreiding aan de zuidzijde is te mitigeren, indien nodig. De waterkerende oeverzone heeft een positief effect, omdat de luwtedammen niet alleen zorgen voor beperking van de golfaanslag op de kade, maar ook mogelijkheden biedt voor natuurontwikkeling.
	EHS	+	--	-	-	-	Alleen in oplossing 1 wordt de EHS positief beïnvloed door uitbreiding van het gebied. In alle andere oplossingen wordt het gebied in meer of mindere mate beperkt en scoort het daarom negatief.
	Flora en Faunawet	-	-	-	--	--	Door de buitendijkse uitbreiding bij de nieuwe kade wordt het leefgebied van de ringslang en rivieronderdpad volledig verstoord. Dit dient gecompenseerd te worden. Twee andere oplossingen scoren deels positief en deels negatief door het herstel van zetsteen, maar aanbrengen van nieuw stortsteen, waardoor leefomgeving wordt vernietigd en gecompenseerd. De kortcyclische oplossingen zijn als zeer negatief beoordeeld, doordat door het frequente terugkeren het leefmilieu keer op keer wordt verstoord.
4. Uitvoering	Uitvoeringstijd	0	+/-	0	+/-	+/-	Voor de kortcyclische dijkversterking (opl. 4 en 5) geldt dat de uitvoering relatief snel kan, omdat weinig grond hoeft te worden aangebracht. Echter moet vaker teruggekomen worden, waardoor cumulatief de versterking toch langer kan duren.
	Uitvoerbaarheid	+/-	-	-	-	-	Oplossing 2, 3, 4 en 5 zijn negatief beoordeeld door de gewichtsbeperingen op de kades. Bij oplossing 1 wordt dit probleem weggelaten, maar het gesloten houden van de dijkkring is in deze oplossing de uitdaging.
	Grondverwerving	+	-	-	-	-	Alleen in oplossing 1 is geen grondverwerving aan de binnenzijde van de kade noodzakelijk. Alle andere oplossingen vereisen in meer of mindere maten grondverwerving voor verbreding van de kade of watercompensatie. Grondverwerving voor watercompensatie is gemakkelijker, omdat dit, indien nodig, ook elders in het peilgebied kan worden gerealiseerd.
	Overlast	0	0	0	-	-	Door het frequent terugkerende groot onderhoud, worden oplossingen 4 en 5 negatief beoordeeld. De overige oplossingen geven overlast, maar niet meer of minder dan een reguliere kadeverbetering.
5. Beheer en onderhoud	Uitvoering beheer en onderhoud	++	-	-	-	-	Belangrijk punt in de uitvoering van beheer en onderhoud is de gewichtsbepering die op de kades geldt. Door aanpassing van de huidige kade wordt uitvoering vergemaklijkt door toegankelijkheid van de kade met licht materieel, maar de gewichtsbepering blijft. Bij de aanleg van de nieuwe kade wordt het beheer en onderhoud veel makkelijker, omdat de gewichtsbepering verdwijnt.
	Overlast	+	-	+/-	-	-	Door het makkelijke onderhoud zal bij de nieuwe kade de overlast van onderhoud ook beperkt worden. Bij de andere oplossingen blijft de gewichtsbepering op de kade ook in het onderhoud een rol spelen.
6. Kosten	Investeringskosten	--	0	-	+	-	De overslagbestendige kade heeft investeringskosten binnen het beschikbare budget in het HWBP2. De kortcyclische dijkversterking is goedkoper dan het beschikbare investeringsbudget. De waterkerende oeverzone en waterrobuust ontwikkelen zijn beiden boven budget, maar het verst boven budget is de nieuwe kade. Hierbij moet worden opgemerkt dat bij het waterrobuustontwikkelen de kosten voor het waterrobuust maken van de woningen niet in de raming zijn opgenomen. Deze oplossing zal in praktijk duurder uitvallen. Voor de nieuwe kade kunnen de kosten mogelijk beperkt worden wanneer deze nader wordt uitgewerkt en geoptimaliseerd. Ook is het mogelijk om een andere oplossing aan de westkade door te voeren, waardoor deze oplossing goedkoper kan worden.
	Onderhoudskosten	++	-	-	+	+	De onderhoudskosten voor de nieuwe kade en kortcyclisch versterken (opl. 1, 4 en 5) zijn een stuk lager dan van de andere twee oplossingen. De Nieuwe kade is 2/3 van de kortcyclische oplossingen. Dit komt doordat, hoewel het onderhoud op de nieuwe kade makkelijker en daarmee sneller is, het areaal groter is dan bij de kortcyclische dijkversterking. De onderhoudskosten voor de overslagbestendige kade zijn hoog, door het frequente onderhoud, net als bij de waterkerende oeverzone.
7. Draagvlak		+/-	-	-	+/-	-	Het beoordelingscriterium draagvlak omvat het draagvlak van alle groeperingen betrokken in het project. Het gaat dus om zowel de bewoners van Marken als het draagvlak bij de diverse overheidsinstanties. Dit is een zeer gemêleerde groep, waardoor het gemiddelde draagvlak uiteindelijk weinig weergeeft. Het draagvlak voor de 'Nieuwe kade' en 'Kortcyclische versterking' is zowel positief als negatief beoordeeld. De 'Nieuwe kade' is de oplossing die aangedragen is door de Eilandraad en wordt door hen als zeer positief ervaren. Op het ontwerpatelier bleek echter dat er ook bewoners zijn die hun twijfels hebben over de ruimtelijke inpassing, met name rondom de Rozewerf. De voorgestelde natuurcompensatie aan de noordzijde van het eiland wordt door vrijwel alle bewoners negatief beoordeeld. Op het voorstel dat opgenomen is om ook de westkade te vervangen voor een nieuwe kade komt een negatieve respons vanuit veel overheden. Op basis van de natuurwetgeving zal dit een zeer lastig proces zijn (zo niet onmogelijk). Over de 'Kortcyclische versterking' hebben zowel de bewoners als de overheden gemengde gevoelens. Het idee dat de kade minimaal wordt aangepast, is een positief punt. Maar zowel de frequentie waarmee groot onderhoud uitgevoerd moet worden en twijfels over de goede borging van deze oplossing, zorgen voor een +/- beoordeling. De overige drie oplossingen scoren licht negatief op het punt van draagvlak. De 'Overslagbestendige kade' geeft het idee dat de schade toe zal nemen en afhandeling hiervan niet geborgd is. 'Waterkerende oeverzone' werpt vragen op over de onderhoudbaarheid van de vooroevers en het beeld dat dit zal hebben. 'Kortcyclische versterking met waterrobuust ontwikkelen' geeft een toekomstbeeld dat wellicht wel goed is, maar hoe daar te komen en het mogelijk toestaan van een grotere overstromingskans in de toekomst, zorgt voor een negatieve beoordeling.
8. Borging		+	+/-	-	-	--	Afspraken over maatregelen én het onderhoud moeten juridisch, financieel en bestuurlijk zodanig geborgd worden, dat ze bestand zijn tegen ontwikkelingen in het maatschappelijk en bestuurlijk krachtenveld die zich in de loop van de tijd kunnen voordoen. Daarbij zijn oplossingen waarbij de investeringen over langere termijn worden uitgesmeerd spannender qua borging dan een éénmalige dijkversterking. Zeker ook voor maatregelen in de lagen 2 zal het een uitdaging zijn om partijen langjarig te verbinden, verantwoordelijkheden te verdelen en zelf een rol te kiezen.

Beoordelingsmatrix vijf oplossingen

Project Pilot MLV Marken
Projectnr 266640.00
PL Renier Koenraadt
Opgesteld 22/08/14
Bijgewerkt 31/10/14

Thema	Deelaspect	Eindoordeel	Toelichting
OPLOSSING 1: NIEUWE KADE			
1. Water veiligheid	Overstromingskans	+	De overstromingskans voor deze oplossing is 1/300 per jaar, dat is een verbetering ten opzichte van de autonome situatie (1/100). Er worden steeds maatregelen genomen om de te voldoen aan deze norm voor een periode van 50 jaar.
	Economische schade	0	De totale schade op Marken wordt geschat op ongeveer €115 miljoen; ongeveer 75% hiervan betreft schade aan gebouwen, in de meeste gevallen huizen. Er worden geen aanvullende maatregelen in laag 2 genomen om schade te reduceren. De schade kan in de toekomst als gevolg van bodemdaling enigszins toenemen. De situatie is hiermee identiek aan de autonome ontwikkeling.
	Slachtoffers	0	Uit de slachtofferanalyses volgt dat er gemiddeld 3 of 4 slachtoffers worden verwacht. Dit getal kan niet worden opgevat als een exacte schatting maar geeft een orde grootte weer. Er is een basispakket crisisbeheersingsmaatregelen om het risicobewustzijn te verhogen en om te zorgen dat de veiligheidsregio en hulpdiensten over voldoende kennis en ervaring beschikken om in een geval van een (acute) dreiging adequaat te reageren. Deze maatregelen leiden naar verwachting niet tot een significante reductie van slachtoffers, maar wel tot betere besluitvorming en hulpverlening.
	Handelings-perspectief	+	In het basispakket voor laag 3 zijn maatregelen opgenomen om het risicobewustzijn te vergroten (Communicatiecampagne, Symbolen en informatie gericht op historie, Educatie basisschool). Een structureel hoger risicobewust zorgt ervoor dat mensen vaker nadenken over de betekenis van het risico en wat zij kunnen doen in geval van een calamiteit. Hiermee vergroten zij hun eigen handelingsperspectief. Dit is een verbetering ten opzichte van de autonome ontwikkeling.
2. Ruimtelijke kwaliteit	Landschap	-	Grote ingreep, oude kade helemaal afgraven en buitenwaarts nieuwe aanleggen (-). Tegelijkertijd kan de nieuwe kade wel zo ontworpen worden dat nieuwe landschappelijke kwaliteit ontstaat. De landschappelijke karakteristiek van open poldereiland met ringkade blijft behouden. Bij de westkade grote verandering van het profiel van de nu kleinschalige kade (-). Nieuwe landschappelijke kwaliteit van vooroevers langs de noordkade (+)
	Cultuurhistorie	-	Kade wordt afgegraven. Inpassing bij de Rozenwerf / ijsbrekers vraag bijzondere aandacht. Aandacht voor verdronken erfgoed.
	Wonen en werken	0	Geen raakvlakken met bebouwing.
	Recreatie	+	In alle oplossingsrichtingen kansen om recreatief gebruik op de kade te vergroten. Bij ontwerp van de nieuwe kade kan dit integraal meegenomen worden. Kansen voor natuurgerichte recreatie langs de noordkade irt vooroeverontwikkeling.
3. Natuur	Natura2000	--	Aan de zuid- en westzijde van Marken wordt een nieuwe kade aangelegd, waardoor het areaal van het Natura2000-gebied wordt verkleind. Het gebied aan de westzijde heeft deels een habitataanwijzing voor kranswieren, met een doelopgave voor behoud van omvang en kwaliteit. Door de aanleg van de nieuwe kade hier, wordt tegen dit doel ingegaan. Daarom is deze oplossing als zeer negatief beoordeeld op dit criterium. Het gebied aan de zuidzijde kent alleen aanwijzingen vanuit de vogelrichtlijn. Aan de noordkade wordt, net als in de oplossing 'Waterkerende oeverzone', op de ontwikkeling van vooroevers ingezet. Hier niet vanwege de waterkerende functie, maar vanuit natuuroogpunt. Dit is noodzakelijks om een kwaliteitsimpuls te geven aan het Markermeer, omdat er niet in oppervlak gecompenseerd kan worden voor de nieuwe dijk die aan de zuid- en westzijde ruimte van het Natura2000-gebied afhaalt.
	EHS	+	Door aanleg van de nieuwe dijk aan de zuidzijde ontstaat extra ruimte beschikbaar voor de EHS, waar deels een hogere waarde ligt. Dit kan, mits goed ingevuld, een positief effect hebben op de EHS. De werkzaamheden leveren wel een tijdelijke verstoring.
	Flora en Faunawet	-	De verplaatsing van de kade aan de zuid- en westzijde levert een volledige vernietiging van het huidige leefmilieu op. Door de aanleg van stortsteen wordt een nieuw leefmilieu gecreëerd. Gedurende de uitvoering is dit de meest moeizame oplossing.
4. Uitvoering	Uitvoeringstijd	0	De uitvoeringsduur zal langer dan een reguliere dijkversterking zijn: er is in ieder geval ecologische begeleiding nodig en mogelijk ook archeologische begeleiding.
	Uitvoerbaarheid	+/-	De afgravingen en het grondverzet kan vanaf het water gedaan worden, er zijn daarom geen gewichtsbeperingen voor het materieel. Het bouwen van een kering op een zandcunet dat onder water wordt aangelegd, is een bewezen techniek en goed uitvoerbaar. Omdat tijdens de uitvoering de waterveiligheid in stand moet blijven moet de huidige kade ook tijdens de uitvoering de waterkerende functie volledig behouden. Dit maakt de uitvoering wat complexer. Een klein deel van de zuidkade raakt aan een archeologisch waardevol gebied. Een onderzoek kan uitwijzen of vertraging door archeologische begeleiding van toepassing is.
	Grondverwerving	+	De gronden ten behoeve van het nieuwe dijkprofiel liggen buitendijks en zijn daarmee geen particulier eigendom.
	Overlast	0	Het grootste deel van de uitvoering vindt buiten de huidige kade plaats, daardoor is de overlast beperkt. Gedurende de (lange) uitvoering, zal de dijk niet geheel toegankelijk zijn. Hierdoor treedt overlast op.
5. Beheer en onderhoud	Uitvoering beheer en onderhoud	++	Het onderhoud wordt makkelijker doordat het profiel beheersvriendelijk wordt gemaakt; het binnentalud van de nieuwe kade wordt flauwer aangelegd, op het buitentalud komt een onderhoudspad. Belangrijker is dat door de aanleg van de nieuwe kade de gewichtsbepering van de kade verdwijnt, waardoor machinaal maaien en afvoeren makkelijker wordt.
	Overlast	+	Doordat er intensiever wordt onderhouden dan nu het geval is, is er meer overlast. Het Door het aangepaste profiel is het echter wel makkelijker om het beheer uit te voeren, waardoor het sneller kan worden uitgevoerd.
6. Kosten	Investeringskosten	--	De benodigde investering voor de aanleg van de nieuwe dijk en de benodigde kwaliteitsimpuls (vooroevers) is het hoogst van alle oplossingen en een sterke overschreiding van het beschikbare budget in het HWBP2. De kosten kunnen enigszins beperkt worden door aan de westzijde niet de nieuwe kade aan te leggen, maar hier een reguliere versterking uit te voeren. (De haalbaarheid van de nieuwe kade aan de westzijde in habitatrichtlijngebied wordt bovendien in twijfel getrokken.)
	Onderhoudskosten	++	De kosten voor beheer en onderhoud van de kade zijn lager dan die voor de andere oplossingen. Het onderhoud wordt vergemakkelijkt door het verdwijnen van de gewichtsbepering, maar het te maaien areaal wordt vergroot ten opzichte van de huidige situatie, waardoor de onderhoudskosten minder positief uitpakken dan wellicht verwacht door de omgeving.
7. Draagvlak		+/-	De nieuwe kade is aangedragen vanuit de bewoners van Marken. Dit vindt binnen (een deel van) de bevolking vindt dit dan ook sterk draagvlak. De oplossing rondom de Rozewerf wordt echter als heikel punt gezien. Ook is men veelal niet enthousiast over de natuurcompensatie dicht bij het eiland, maar ziet men liever dat de kwaliteitsimpuls elders in het Markermeer wordt uitgevoerd. Vanuit overheden is aangegeven dat deze opgave cultuurhistorisch lastig ligt. Het eiland kent een beschermd dorpsgezicht en de ijsbrekers bij de Rozewerf zijn provinciaal monument. Daarnaast kan de aantasting van het habitatgebied in de Gouwzee bestuurlijk op weinig draagvlak rekenen.
8. Borging		+	Hier lijkt het ons logisch wanneer de dijkbeheerder de eindverantwoordelijkheid draagt voor maatregelen en hoeft de samenwerking niet anders te zijn dan bij reguliere dijkversterkingsprojecten. Desgewenst kan wel een bestuursconvenant worden opgesteld, met afspraken over taken en rollen in laag 3, kosten, risico's, de planning, de projectorganisatie, etc..
OPLOSSING 2: OVERSLAGBESTENDIGE KADE			
OPLOSSING 3: WATERKERENDE OEVERZONE			
OPLOSSING 4: KORTCYCLISCHE DIJKVERSTERKING			
OPLOSSING 5: KORTCYCLISCHE DIJKVERSTERKING EN WATERROBUUST ONTWIKKELEN			

Thema	Deelaspect	Eindoordeel	Toelichting
OPLOSSING 1: NIEUWE KADE			
OPLOSSING 2: OVERSLAGBESTENDIGE KADE			
1. Water veiligheid	Overstromingskans	+	De overstromingskans van deze oplossing is 1/300 per jaar, dat is een verbetering ten opzichte van de autonome situatie (1/100). Er worden steeds maatregelen genomen om de te voldoen aan deze norm voor een periode van 50 jaar.
	Economische schade	0	De totale schade op Marken wordt geschat op ongeveer €115 miljoen; ongeveer 75% hiervan betreft schade aan gebouwen, in de meeste gevallen huizen. Er worden geen aanvullende maatregelen in laag 2 genomen om schade te reduceren. De schade kan in de toekomst als gevolg van bodemdaling enigszins toenemen. Het hogere toelaatbare overslagdebiet betekent niet dat er in geval van een overstroming meer schade is dan in andere strategieën. De situatie is hiermee identiek aan de autonome ontwikkeling (er is niet vaker schade dan in andere oplossingen).
	Slachtoffers	0	Uit de slachtofferanalyses volgt dat er gemiddeld 3 of 4 slachtoffers worden verwacht. Dit getal kan niet worden opgevat als een exacte schatting maar geeft een orde grootte weer. Er is een basispakket crisisbeheersingsmaatregelen om het risicobewustzijn te verhogen en om te zorgen dat de veiligheidsregio en hulpdiensten over voldoende kennis en ervaring beschikken om in een geval van een (acute) dreiging adequaat te reageren. Deze maatregelen leiden naar verwachting niet tot een significante reductie van slachtoffers, maar wel tot betere besluitvorming en hulpverlening.
	Handelings-perspectief	+	In het basispakket voor laag 3 zijn maatregelen opgenomen om het risicobewustzijn te vergroten (Communicatiecampagne, Symbolen en informatie gericht op historie, Educatie basisschool). Een structureel hoger risicobewust zorgt ervoor dat mensen vaker nadenken over de betekenis van het risico en wat zij kunnen doen in geval van een calamiteit. Hiermee vergroten zij hun eigen handelingsperspectief. Dit is een verbetering ten opzichte van de autonome ontwikkeling.
2. Ruimtelijke kwaliteit	Landschap	-	Bij de zuidkade grote verandering van het profiel van de nu kleinschalige kade.
	Cultuurhistorie	0	Weinig raakvlakken.
	Wonen en werken	0	De overslag treedt zo beperkt op, dat er geen nadelige effecten worden verwacht.
	Recreatie	0	In alle oplossingsrichtingen is ruimte voor meekoppelkansen van recreatie op de kade, verder weinig extra aanleidingen
3. Natuur	Natura2000	0	De kade wordt vanaf de huidige waterlijn naar binnen toe geprofileerd. Dit betekent dat de waterlijn blijft zoals deze is en hier geen blijvende negatieve invloed is op het Natura2000-gebied. Tijdens de uitvoering zal het gebied wel hinder ondervinden.
	EHS	--	Doordat de kade vanaf de huidige waterlijn naar binnen wordt geprofileerd het binnentalud van de kade wordt verflauwd, komt de watergang aan de west- en zuidzijde verder naar binnen te liggen. Hierdoor wordt het gebied EHS verkleind.
	Flora en Faunawet	-	Het rechtzetten van de zetsteen (onderhoud) maakt dit gebied minder aantrekkelijk voor aanwezige beschermde soorten (ringslag, rivieronderpad). Door het aanbrengen van stortsteen wordt echter een nieuw leefmilieu gecreeerd. Gedurende de uitvoering is er veel hinder. Een ontheffing is noodzakelijk.
4. Uitvoering	Uitvoeringstijd	+/-	Regulier voor dijkversterking, licht positief omdat dijk weinig verhoogd wordt, er zijn dus weinig ophogingslagen nodig.
	Uitvoerbaarheid	-	Aanvoer van materiaal kan plaatsvinden vanaf het water (Markermeer). Werken op de zuid- en westkade wordt bemoeilijkt door de slappe ondergrond.
	Grondverwerving	-	Grondverwerving voor verplaatsen watergang binnenzijde noodzakelijk. Grondverwerving kan moeizaam zijn, maar areaal is beperkt
	Overlast	0	Er moet periodiek (elke 12 jaar) aan de dijk worden gewerkt. Bewoners hebben dus relatief vaak overlast.
5. Beheer en onderhoud	Uitvoering beheer en onderhoud	-	Het beheer van de zuidkade is makkelijker uit te voeren door het flauwe binnentalud dat aan de zuidkade wordt gecreeerd, net als op de noordkade aanwezig is. Door de verlegging van de watergang en verflauwing van het binnentalud aan de westzijde is ook hier het beheer makkelijker uit te voeren dan in de huidige situatie. De gewichtsbeperkingen voor beide kades blijven van kracht, waardoor beheer met lichtgewicht materiaal moet plaatsvinden.
	Overlast	-	Omdat aan de zuidkade intensiever beheer plaatsvindt, zal hier meer overlast zijn voor de omgeving. De overige kades verschillen hierin niet van eerdere oplossingen
6. Kosten	Investeringskosten	0	De investering voor deze oplossing is gelijk aan het beschikbare investeringsbudget van het HWBP2.
	Onderhoudskosten	-	Een overslagbestendige kade is sterk afhankelijk van goed onderhoud. Jaarlijks worden laagtes ingevuld en gras doorgezaaid, indien nodig. Ook is de maaifrequentie hier het hoogst. Door dit intensieve beheer van de zuidkade heeft deze kade de grootste onderhoudskosten.
7. Draagvlak		-	Bij bewoners overheerst het gevoel dat men toestaat dat een overstroming optreedt, met mogelijk schade tot gevolg. Hierdoor is er weinig draagvlak bij bewoners.
8. Borging		+/-	boring van waterafvoer is hier een aandachtspunt. Verder lijkt het logisch wanneer de toekomstig dijkbeheerder (HHNK) de eindverantwoordelijkheid draagt voor maatregelen en hoeft de samenwerking niet anders te zijn dan bij reguliere dijkversterkingsprojecten. Desgewenst kan wel een bestuursconvenant worden opgesteld, met afspraken over taken en rollen in laag 3, kosten, risico's, de planning, de projectorganisatie, etc..
OPLOSSING 3: WATERKERENDE OEVERZONE			
OPLOSSING 4: KORTCYCLISCHE DIJKVERSTERKING			
OPLOSSING 5: KORTCYCLISCHE DIJKVERSTERKING EN WATERROBUUST ONTWIKKELEN			

Thema	Deelaspect	Eindoordeel	Toelichting
OPLOSSING 1: NIEUWE KADE			
OPLOSSING 2: OVERSLAGBESTENDIGE KADE			
OPLOSSING 3: WATERKERENDE OEVERZONE			
1. Water veiligheid	Overstromingskans	+	De overstromingskans is voor deze oplossing 1/300 per jaar, dat is een verbetering ten opzichte van de autonome situatie (1/100). Er worden steeds maatregelen genomen om de te voldoen aan deze norm voor een periode van 25 jaar.
	Economische schade	0	De totale schade op Marken wordt geschat op ongeveer €115 miljoen; ongeveer 75% hiervan betreft schade aan gebouwen, in de meeste gevallen huizen. Er worden geen aanvullende maatregelen in laag 2 genomen om schade te reduceren. De schade kan in de toekomst als gevolg van bodemdaling enigszins toenemen. De situatie is hiermee identiek aan de autonome ontwikkeling.
	Slachtoffers	0	Uit de slachtofferanalyses volgt dat er gemiddeld 3 of 4 slachtoffers worden verwacht. Dit getal kan niet worden opgevat als een exacte schatting maar geeft een orde grootte weer. Er is een basispakket crisisbeheersingsmaatregelen om het risicobewustzijn te verhogen en om te zorgen dat de veiligheidsregio en hulpdiensten over voldoende kennis en ervaring beschikken om in een geval van een (acute) dreiging adequaat te reageren. Deze maatregelen leiden naar verwachting niet tot een significante reductie van slachtoffers, maar wel tot betere besluitvorming en hulpverlening.
	Handelings-perspectief	+	In het basispakket voor laag 3 zijn maatregelen opgenomen om het risicobewustzijn te vergroten (Communicatiecampagne, Symbolen en informatie gericht op historie, Educatie basisschool). Een structureel hoger risicobewust zorgt ervoor dat mensen vaker nadenken over de betekenis van het risico en wat zij kunnen doen in geval van een calamiteit. Hiermee vergroten zij hun eigen handelingsperspectief. Dit is een verbetering ten opzichte van de autonome ontwikkeling.
2. Ruimtelijke kwaliteit	Landschap	-	Aanleg van vooroevers verandert het uitzicht vanaf het eiland en het zicht vanaf het water op het eiland, maar ze kunnen ook een nieuwe landschappelijke kwaliteit vormen. De kadesloot die nu kenmerkend is voor het kadeprofiel wordt gedempt. Bij de westkade grote verandering van het profiel van de nu kleinschalige kade. Inspelen op het onderscheid tussen de Gouwzee en het Markermeer.
	Cultuurhistorie	+/-	Verwijzen naar het historische gebruik van voorland (+). Mogelijke versterking van het verdrongen erfgoed (archeologie).
	Wonen en werken	0	Door buitenwaartse versterking noord- en zuidkade geen raakvlakken met bebouwing. Aan westzijde wordt bij de woningen aan de kade een constructie toegepast, maar deze zal niet of nauwelijks zichtbaar zijn voor de bewoners.
	Recreatie	+	In alle oplossingsrichtingen meekoppelkansen voor recreatie op de kade. Extra kans voor natuurrecreatie. Deels toegankelijk maken vooroevers
3. Natuur	Natura2000	+	Door de ontwikkeling van een luwe waterkerende oeverzone wordt natuurontwikkeling gestimuleerd in het Markermeer. Hoewel een kleine uitbreiding van de kade buitendijks een negatief effect heeft, geeft de natuurontwikkeling een grotere positieve impuls. De Gouwzee, waar een habitataanwijzing geldt, wordt ontzien in buitendijkse werkzaamheden en hier wordt uitgegaan van een binnendijkse versterking.
	EHS	-	De westkade wordt binnendijks versterkt waaruit een kleine afname van het EHSgebied volgt. Daarnaast wordt in deze oplossing de dijksloot aan de zuidzijde gedempt. De anders doodlopende watergangen worden gedempt en vervangen voor drainage om slechte waterkwaliteit door stilstaand water te voorkomen. Hierdoor wordt dit criterium slechts 'licht' negatief beoordeeld.
	Flora en Faunawet	-	Door de buitendijkse versterking aan de zuidzijde wordt het bestaande leefmilieu van de door FF beschermde soorten volledig verstoord. Het nieuwe profiel biedt echter ook mogelijkheden om dit leefmilieu terug te brengen, door de aanleg van stortsteen en een zachte overgang tussen land en water.
4. Uitvoering	Uitvoeringstijd	0	Regulier voor dijkversterking. Negatief omdat de uitvoering van de vooroever ook de nodige uitvoeringstijd vergt.
	Uitvoerbaarheid	-	Aanvoer van materiaal kan plaatsvinden vanaf het water (Markermeer). Werken op de zuid- en westkade wordt bemoeilijkt door de slappe ondergrond. Door de aanleg van vooroevers met luwtedam op ongeconsolideerde, ongerijpte grond is het waarschijnlijk dat hiervoor regelmatig teruggekomen moet worden om zettingen te compenseren.
	Grondverwerving	-	Grondverwerving voor verplaatsen watergang binnenzijde noodzakelijk. Grondverwerving kan moeizaam zijn, maar areaal is beperkt
	Overlast	0	Er wordt in een periode van 50 jaar slechts twee maal groot onderhoud uitgevoerd.
5. Beheer en onderhoud	Uitvoering beheer en onderhoud	-	Het onderhoud van de kade wordt makkelijker doordat het profiel beheersvriendelijk wordt gemaakt; het binnentalud van de zuidkade wordt verflauwd, op het buitentalud komt een onderhoudspad. Ook op de westkade wordt het talud verflauwd, waardoor machinaal maaien en afvoeren mogelijk wordt. Voor de kades blijft een gewichtsbeperving van kracht, waardoor het maaien en afvoeren wordt bemoeilijkt. De vooroevers staan deels onderwater, om houtopslag te voorkomen. De rietkraag die zich hier ontwikkeld houdt zichzelf in stand en hoeft niet gemaaid. Een aandachtspunt is het tegengaan van verlanding. Afhankelijk van de snelheid van de ontwikkeling van de rietkraag moet hier wellicht gebaggerd worden.
	Overlast	+/-	Doordat er intensiever wordt onderhouden, is er meer overlast. Het Door het aangepaste profiel is het echter wel makkelijker om het beheer uit te voeren, waardoor het sneller kan worden uitgevoerd.
6. Kosten	Investeringskosten	-	De investeringskosten van deze oplossing liggen net hoger dan het beschikbare budget in het HWBP2.
	Onderhoudskosten	-	Het dagelijks onderhoud van deze oplossing is het duurst van alle oplossingen. Dit komt met name door het frequenter maaien van de kruin dan bij oplossingen zonder karrespoor.
7. Draagvlak		-	Het draagvlak onder bewoners is beperkt doordat men door de vooroevers dichtslibbing van het gebied verwacht met meer overlast door muggen en slechte waterkwaliteit. Ook vreest men dat door dichtslibbing de kade vanaf het water slecht bereikbaar wordt en daarmee het onderhoud aan de kade wordt bemoeilijkt. De terugkeerfrequentie van 25 jaar wordt als positief ervaren. De diverse overheden zijn wisselend positief en negatief. Vanuit natuuroogpunt vindt deze oplossing draagvlak, maar dezelfde bezwaren leven als bij de bewoners.
8. Borging		-	Hier lijkt het logisch wanneer de dijkbeheerder de eindverantwoordelijkheid draagt voor te treffen maatregelen. De samenwerking hoeft niet anders te zijn dan bij reguliere dijkversterkingsprojecten. Desgewenst kan wel een bestuursconvenant worden opgesteld, met afspraken over taken en rollen in laag 3, kosten, risico's, de planning, de projectorganisatie, etc..Daarnaast is er een spanningsveld tussen waterveiligheid en natuur,.
OPLOSSING 4: KORTCYCLISCHE DIJKVERSTERKING			
OPLOSSING 5: KORTCYCLISCHE DIJKVERSTERKING EN WATERROBUUST ONTWIKKELEN			

Thema	Deelaspect	Eindoordeel	Toelichting
OPLOSSING 1: NIEUWE KADE			
OPLOSSING 2: OVERSLAGBESTENDIGE KADE			
OPLOSSING 3: WATERKERENDE OEVERZONE			
OPLOSSING 4: KORTCYCLISCHE DIJKVERSTERKING			
1. Water veiligheid	Overstromingskans	+	De overstromingskans van deze oplossingsrichting is 1/300 per jaar dat is een verbetering ten opzichte van de autonome situatie (1/100). Er worden steeds maatregelen genomen om de te voldoen aan deze norm voor een periode van 12 jaar.
	Economische schade	0	De totale schade op Marken wordt geschat op ongeveer €115 miljoen; ongeveer 75% hiervan betreft schade aan gebouwen, in de meeste gevallen huizen. Er worden geen aanvullende maatregelen in laag 2 genomen om schade te reduceren. De schade neemt in de toekomst als gevolg van bodemdaling enigszins toe. De situatie is hiermee identiek aan de autonome ontwikkeling.
	Slachtoffers	0	Uit de slachtofferanalyses volgt dat er gemiddeld 3 of 4 slachtoffers worden verwacht. Dit getal kan niet worden opgevat als een exacte schatting maar geeft een orde grootte weer. Er is een basispakket crisisbeheersingsmaatregelen om het risicobewustzijn te verhogen en om te zorgen dat de veiligheidsregio en hulpdiensten over voldoende kennis en ervaring beschikken om in een geval van een (acute) dreiging adequaat te reageren. Deze maatregelen leiden naar verwachting niet tot een significante reductie van slachtoffers, maar wel tot betere besluitvorming en hulpverlening.
	Handelings-perspectief	+	In het basispakket voor laag 3 zijn maatregelen opgenomen om het risicobewustzijn te vergroten (Communicatiecampagne, Symbolen en informatie gericht op historie, Educatie basisschool). Een structureel hoger risicobewust zorgt ervoor dat mensen vaker nadenken over de betekenis van het risico en wat zij kunnen doen in geval van een calamiteit. Hiermee vergroten zij hun eigen handelingsperspectief. Dit is een verbetering ten opzichte van de autonome ontwikkeling.
2. Ruimtelijke kwaliteit	Landschap	0	Minimale aanpassing van het profiel en het landschapsbeeld. Behoud van de huidige kwaliteiten van de kade in haar omgeving.
	Cultuurhistorie	0	Zoveel mogelijk behoud van de karakteristieke kade, weinig aanpassingen bij de Rozenwerf, geen aantasting verdrongen erfgoed.
	Wonen en werken	0	Geen effecten te verwachten.
	Recreatie	0	Weinig extra aanleiding voor recreatieve kansen door beperkte ingreep. In alle oplossingsrichtingen is ruimte voor meekoppelkansen van recreatie op de kade
3. Natuur	Natura2000	0	De kade wordt vanaf de huidige waterlijn naar binnen toe geprofileerd. Dit betekent dat de waterlijn blijft zoals deze is en hier geen blijvende negatieve invloed is op het N2000gebied. Tijdens de uitvoering zal het gebied wel hinder ondervinden.
	EHS	-	Doordat de kade vanaf de huidige waterlijn naar binnen wordt geprofileerd en het binnentalud van de kade waar nodig wordt verflauwd, komt de watergang aan de west- en zuidzijde verder naar binnen te liggen. Hierdoor wordt het gebied EHS verkleind. Dit heeft een blijvend negatief effect op de EHS.
	Flora en Faunawet	--	Het rechtzetten van de zetsteen (onderhoud) maakt dit gebied minder aantrekkelijk voor aanwezige beschermde soorten (ringslag, rivieronderpad). Door het aanbrengen van stortsteen wordt echter een nieuw leefmilieu gecreeerd. Gedurende de uitvoering is er veel hinder. Een ontheffing is noodzakelijk.
4. Uitvoering	Uitvoeringstijd	+/-	Regulier voor dijkversterking, licht positief omdat dijk weinig verhoogd wordt, er zijn dus weinig ophogingslagen nodig. Reguliere terugkeren zorgt echter ook voor een cumulatieve min.
	Uitvoerbaarheid	-	Aanvoer van materiaal kan plaatsvinden vanaf het water (Markermeer). Werken op de zuid- en westkade wordt bemoeilijkt door de slappe ondergrond.
	Grondverwerving	-	Grondverwerving voor verplaatsen watergang binnenzijde noodzakelijk. Grondverwerving kan moeizaam zijn, maar areaal is beperkt
	Overlast	-	Er moet periodiek (elke 12 jaar) aan de dijk worden gewerkt. Bewoners hebben dus relatief vaak overlast.
5. Beheer en onderhoud	Uitvoering beheer en onderhoud	-	Het onderhoud wordt makkelijker doordat het binnentalud wordt verflauwd. Voorstel is om drie maal per jaar de kade te maaien (en afvoeren) en het pad te borstelen. Het afvoeren van maaisel is moeizamer dan dan in andere oplossingen door de blijvende gewichtsbepanking op de kades.
	Overlast	-	Doordat er intensiever wordt onderhouden, is er meer overlast dan in de huidige situatie. Door het aangepaste profiel is het echter wel makkelijker om het beheer uit te voeren, waardoor het sneller kan worden uitgevoerd. De kruin waar een karrespoor wordt aangelegd, moet vaker gemaaid worden (6x per jaar) om goede toegang te garanderen.
6. Kosten	Investeringskosten	+	De investering is ruim minder dan het beschikbare budget. Ondanks dat er vaker terug moet worden gekomen in deze oplossing, is de investering het kleinst. Eén van de oorzaken is het beperkte ruimtebeslag, waardoor relatief weinig grond aangekocht hoeft te worden en de beperkte aanlevering en verwerking van bouwstoffen.
	Onderhoudskosten	+	Het areaal dat beheerd moet worden is kleiner dan in een aantal andere oplossingen. Het beheer is echter moeizamer, vanwege de gewichtsbepanking op de kade, waardoor met licht materiaal gewerkt moet worden.
7. Draagvlak		+/-	Draagvlak vanuit bewoners is wisselend: dit is een oplossing dicht bij de huidige karakteristieke kade, maar (de borging van) het frequent terugkomen wordt in twijfel getrokken. Ook wordt 12 jaar als een erg korte cyclus ervaren.
8. Borging		-	Om nu te borgen dat men over 12, 25 en 37 jaar wederom groot onderhoud uitvoert is moeilijk binnen de bestaande werkwijze van Rijkswaterstaat. Wij vinden het voor de hand liggen dat de eindverantwoordelijkheid voor de maatregelen in laag 1 en 3 komt te liggen bij dijkbeheerder (Rijkswaterstaat of HHNK). Wij zien in deze oplossing geen directe noodzaak om publiekrechtelijke bevoegdheden en/of privaatrechtelijke taken over te dragen. De wijze waarop HHNK samenwerkt met andere partijen hoeft niet te verschillen van die van andere dijkversterkingsprojecten. Het opstellen van een bestuursconvenant met gezamenlijke afspraken over taken en rollen in laag 3, kosten, risico's, de planning, de projectorganisatie, etc. valt te overwegen.
OPLOSSING 5: KORTCYCLISCHE DIJKVERSTERKING EN WATERROBUUST ONTWIKKELEN			

Thema	Deelaspect	Eindoordeel	Toelichting
OPLOSSING 1: NIEUWE KADE			
OPLOSSING 2: OVERSLAGBESTENDIGE KADE			
OPLOSSING 3: WATERKERENDE OEVERZONE			
OPLOSSING 4: KORTCYCLISCHE DIJKVERSTERKING			
OPLOSSING 5: KORTCYCLISCHE DIJKVERSTERKING EN WATERROBUUST ONTWIKKELEN			
1. Water veiligheid	Overstromingskans	0	De overstromingskans is in beginsel 1/300 per jaar, maar op lange termijn mag deze kans toenemen tot 1/100 mits er in de tussentijd voldoende is gedaan om de woningenvoorraad waterrobuust te maken en basisveiligheid in de derde laag aantoonbaar te realiseren. Er wordt steeds in perioden van 12 jaar vooruit gekeken om naar deze waterrobuuste samenleving toe te werken. Omdat in de huidige situatie de overstromingskans ook 1/100 bedraagt; is er feitelijk geen verandering in de kans op overstromen.
	Economische schade	+	De totale schade op Marken wordt geschat op ongeveer €115 miljoen; ongeveer €85 miljoen (75%) hiervan betreft schade aan gebouwen, in de meeste gevallen huizen. Er worden op lange termijn maatregelen genomen in laag 2 om gebouwen waterrobuust te maken. Wanneer als eis wordt gesteld dat het risico (kans x schade) niet mag toenemen, dan dient waterrobuust bouwen te leiden een schadereductie aan woningen van €75 miljoen. M.a.w. 90% van de schade aan gebouwen dient voorkomen te worden. Dit kan alleen bereikt worden door gebouwen voldoende op te hogen. De schade die alsnog ontstaat (orde 30 miljoen) zou mogelijk via een overstromingsfonds afgedekt kunnen worden. De schade neemt dus sterk af ten opzichte van de autonome situatie.
	Slachtoffers	+	In het voorgaande punt is gesteld dat een waterrobuuste situatie op Marken betekent dat vrijwel alle gebouwen voldoende hoog (boven overstromingspeil) dienen te liggen. Dit betekent dat iedere woning in geval van een overstroming een droge, veilige plek biedt. Daarnaast is een uitgebreid pakket crisisbeheersingsmaatregelen om de waarschuwingsprocedure en evacuatiebesluitvorming te verbeteren, en om verminderd zelfredzaam te helpen of tijdig preventief te evacueren. Hiermee kan met grotere zekerheid gesteld worden dat de kans op slachtoffers afneemt. Om basisveiligheid te halen dient de evacuatiefractie aantoonbaar minstens 85% te zijn. Door mogelijkheden voor verticale evacuatie hierin eveneens te betrekken kan gesteld worden dat dit percentage wordt gehaald (alle woningen bieden een veilige droge plek).
	Handelings-perspectief	++	De waterrobuuste bouwwijze boven overstromingspeil en het uitgebreide pakket aan crisisbeheersingsmaatregelen zorgen ervoor dat het handelingsperspectief sterk verbetert.
2. Ruimtelijke kwaliteit	Landschap	NTB	Grote transformatie van het landschap (-), hoge bouwvormen manifesteren zich anders in het landschapsbeeld en het maaiveld zou door vakere overstroming ook meer kunnen vernatten / extensiever en ecologischer beheerd kunnen worden en daardoor een andere uitstraling krijgen. Maar het unieke, waterrijke karakter van het eiland Marken kan ook versterkt worden en biedt dan mogelijk weer nieuwe landschappelijke kwaliteit (+)
	Cultuurhistorie	NTB	Teruggrijpen op historische vormen van hoog wonen (+) Bij transformatie aandacht voor de monumenten op het eiland (-) en aantasting van het beschermd dorpsgezicht.
	Wonen en werken	+/-	Grote herstructurering/transformatie bestaande woningvoorraad is lastig te realiseren, zeker gezien het grote aandeel particuliere eigendom. Zeer lange termijn strategie, temeer gezien het geringe ontwikkelperspectief op Marken. Tegelijkertijd biedt het ook kansen om een bijzonder, waterrijk milieu te ontwikkelen dat op lange termijn meerwaarde kan bieden (+)
	Recreatie	0	Uitbuiten van het 'Merk Marken'. Kans om een bijzonder recreatief milieu te ontwikkelen.
3. Natuur	Natura2000	0	De kade wordt vanaf de huidige waterlijn naar binnen toe geprofileerd. Dit betekent dat de waterlijn blijft zoals deze is en hier geen blijvende negatieve invloed is op het N2000gebied. Tijdens de uitvoering zal het gebied wel hinder ondervinden.
	EHS	-	Doordat de kade vanaf de huidige waterlijn naar binnen wordt geprofileerd en het binnentalud van de kade waar nodig wordt verflauwd, komt de watergang aan de west- en zuidzijde verder naar binnen te liggen. Hierdoor wordt het gebied EHS verkleind. Dit heeft een blijvend negatief effect op de EHS.
	Flora en Faunawet	--	Het rechtzetten van de zetsteen (onderhoud) maakt dit gebied minder aantrekkelijk voor aanwezige beschermde soorten (ringslag, rivierdonderpad). Door het aanbrengen van stortsteen wordt echter een nieuw leefmilieu gecreeerd. Gedurende de uitvoering is er veel hinder. Een ontheffing is noodzakelijk.
4. Uitvoering	Uitvoeringstijd	+/-	Regulier voor dijkversterking, licht positief omdat dijk weinig verhoogd wordt, er zijn dus weinig ophogingslagen nodig.
	Uitvoerbaarheid	-	Aanvoer van materiaal kan plaatsvinden vanaf het water (Markermeer). Werken op de zuid- en westkade wordt bemoeilijkt door de slappe ondergrond.
	Grondverwerving	-	Grondverwerving voor verplaatsen watergang binnenzijde noodzakelijk. Grondverwerving kan moeizaam zijn, maar areaal is beperkt
	Overlast	-	Er moet periodiek (elke 12 jaar) aan de dijk worden gewerkt. Bewoners hebben dus relatief vaak overlast.
5. Beheer en onderhoud	Uitvoering beheer en onderhoud	-	Het onderhoud wordt makkelijker doordat het binnentalud wordt verflauwd. Voorstel is om drie maal per jaar de kade te maaien (en afvoeren) en het pad te borstelen. Het afvoeren van maaisel is moeizamer dan dan in andere oplossingen door de blijvende gewichtsbeperking op de kades.
	Overlast	-	Doordat er intensiever wordt onderhouden, is er meer overlast dan in de huidige situatie. Door het aangepaste profiel is het echter wel makkelijker om het beheer uit te voeren, waardoor het sneller kan worden uitgevoerd. De kruin waar een karrespoor wordt aangelegd, moet vaker gemaaid worden (6x per jaar) om goede toegang te garanderen.
6. Kosten	Investeringskosten	-	De investeringskosten voor deze oplossing liggen in de raming gelijk aan die van de Waterkerende oeverzone. Hierbij moet echter opgemerkt worden dat de kosten voor het waterrobuust maken van de woningen niet in de raming zijn opgenomen. Wanneer deze kosten erbij worden gerekend, zal de oplossing vermoedelijk sterk negatief beoordeeld worden. Wat het waterrobuust maken van de woningen kost is echter moeilijk in te schatten, omdat de staat van de woningen en welke maatregelen nuttig zijn nog onbekend is.
	Onderhoudskosten	+	Het beheer en onderhoud van deze oplossing zijn gelijk aan die van oplossing 'Kortcyclisch'. De 'Nieuwe kade' is goedkoper, omdat dit makkelijker te onderhouden is dan deze oplossing.
7. Draagvlak		-	Deze oplossing is zeer toekomstgericht en de haalbaarheid en noodzaak wordt bij bewoners in twijfel getrokken. Men kan zich weinig voorstellen aan inrichting van het eiland als waterrobuust land. De weerstand om op termijn (wanneer alle woningen waterrobuust zijn) naar een overstromingskans 1/100 per jaar te gaan is groot. Bij andere belanghebbenden wordt deze oplossing minder negatief ontvangen. Het is wel een beeld waar het in grote delen van west Nederland naar toe zou kunnen gaan. Interessant om verder uit te zoeken, maar de oplossing heeft wel een grotere zichttermijn dan 50 jaar.
8. Borging		--	Qua governance is deze oplossing het meest complex. De maatregelen in laag 2 en 3 vragen om een intensieve samenwerking tussen HHNK (waterveiligheid en dijkbeheer), gemeente Waterland (o.a. veiligheid en omgeving) en provincie Noord-Holland (o.a. ruimtelijke ordening en natuur). Omdat de maatregelen worden uitgesmeerd over een periode van tientallen jaren, lijkt het ons belangrijk dat partijen tenminste een bestuursconvenant tekenen over de zeggenschap, de verdeling van taken en rollen, kosten, schaderegelingen en risico's, de planning, de projectorganisatie, etc.. In de meest vergaande vorm zouden partijen maatregelen juridisch, financieel en bestuurlijk kunnen borgen door een privaatrechtelijke onderneming of een openbaar lichaam te starten. Zo'n onderneming zou de komende jaren de verantwoordelijkheid kunnen nemen voor de voorbereiding en de uitvoering van maatregelen en daarover verantwoording moeten afleggen aan de participerende partijen. Het overdragen van publiekrechtelijke taken en publieke bevoegdheden is een vergaande maatregel die niet vaak voorkomt. Het is dus de vraag of partijen voor het eiland Marken zover willen gaan.



BIJLAGE 5: BASISPAKKET LAAG 3

B.1 - Handelingsperspectief voor preventieve en verticale evacuatie

Evacueren is een mogelijke maatregel bij een dreigende overstroming die kan worden ingezet om het aantal slachtoffers te beperken. Wanneer een gebied bedreigd wordt door een overstroming zijn er twee evacuatiestrategieën denkbaar: een preventieve (horizontale) evacuatie of een verticale evacuatie. We spreken van een preventieve evacuatie wanneer mensen voorafgaand aan een overstroming naar een veilige locatie buiten het bedreigde gebied kunnen evacueren. Verticale evacuatie betekent dat mensen binnen het bedreigde gebied blijven, en zich voorafgaand aan een overstroming naar een droge plek begeven. Dit kan zowel binnen de eigen woning (bv., op zolder) of naar een gebouw in de omgeving (bv., een daartoe aangewezen shelter).

Wanneer een overstroming optreedt wordt de overlevingskans in hoge mate bepaald door de locatie waar mensen zich bevinden (bv., op de weg, in een shelter, in de eigen woning) en de omstandigheden waaraan zij staan blootgesteld (bv., de watertemperatuur, wind). De overlevingskans is het kleinst voor de mensen die tijdens een evacuatie, in de auto of te voet, worden blootgesteld aan het water. Mensen die verticaal evacueren zijn minder kwetsbaar dan mensen die onderweg getroffen worden door het water. Echter, mensen die verticaal evacueren zijn wel kwetsbaarder dan mensen die erin slagen preventief te evacueren. Voor situaties waarin er te weinig tijd is om preventief te evacueren, kan door middel van verticale evacuatie de impact worden verkleind.

Preventieve evacuatie van Marken

Of een preventieve evacuatie mogelijk is hangt af van de beschikbare tijd en de benodigde tijd. Wanneer de beschikbare tijd groter is dan de benodigde tijd, dan kan een preventieve evacuatie uitgevoerd worden.

Een preventieve evacuatie bestaat uit verschillende fasen:

1. Van detectie van de dreiging tot waarschuwen van de bevolking;
2. De vertrekfase tot mensen in de auto of openbaar vervoer zitten;
3. De reis met de auto (of OV) tot aan de uitgang van het bedreigde gebied;

Ieder van deze fasen kost tijd. Gezamenlijk noemen we dit de benodigde tijd. In fase 1 dient op basis van een gedetecteerde overstromingsdreiging een evacuatiebesluit genomen en

gecommuniceerd te worden. Nederlandse overheden hebben nauwelijks ervaring met evacuatiebesluitvorming in geval van dreigende overstromingen. In sommige regio's wordt geoefend, maar dat is momenteel niet het geval in de Veiligheidsregio Zaanstreek Waterland. De veiligheidsregio heeft momenteel ook geen plan voor evacuatie in geval van overstromingen. Een algemene indicatie voor de benodigde tijd voor de besluitvorming is 2 tot 4 uur en voor het waarschuwen van de bevolking 2 tot 3 uur (Nationaal Crisisplan Hoogwater en Overstromingen, Kader Grootschalige Evacuatie). In geval van een acute dreiging kunnen waarschuwing van de bevolking en evacuatiebesluitvorming deels parallel verlopen.

Fase 2 heeft betrekking op het vertrekproces, vanaf het moment dat de bevolking geadviseerd wordt om te evacueren totdat zij zich op de weg begeven. In deze fase zullen mensen op basis van behoefte op zoek gaan naar aanvullende informatie, overleggen met familieleden, burens of collega's om vervolgens tot een besluit te komen. Mensen zullen zich moeten voorbereiden op hun vertrek waarbij allerlei praktische vragen aan de orde zijn. Sommige mensen hebben weinig tijd nodig om dit proces te doorlopen en vertrekken tamelijk direct, terwijl anderen er vele uren over doen. Het gevoel van urgentie speelt hierin een belangrijke rol. Wanneer dit gevoel minder aanwezig is zal de neiging sterker zijn om de beslissing uit te stellen. In eerdere studies zijn op basis van de literatuur zogenaamde vertrekcurves opgesteld die inzichtelijk maken welk percentage van de mensen als functie van de tijd vertrokken is. Hierin worden twee varianten onderscheiden. In de 'snelle curve' vertrekken de laatste mensen 8 uur na de oproep tot evacuatie. In de langzame curve duurt het 16 uur voordat iedereen vertrokken is. Deze 8 tot 16 uur dient gezien te worden als een indicatie van de bandbreedte voor de duur van het vertrekproces.

Fase 3 omvat de reistijd, vanaf het moment dat mensen zich op de weg begeven tot aankomst het veilig veronderstelde gebied. Wanneer alleen Marken wordt bedreigd dan kan dijkkring I3 gezien worden als veilig gebied. De afstand van Marken via de verbindingdijk naar het vaste land is minder dan 5 km. Bij evacuaties wordt vaak met een gemiddelde snelheid van 20 km/uur gerekend. De reis neemt dan ongeveer 15 minuten in beslag. Wanneer naast Marken ook andere delen van dijkkring I3 worden bedreigd neemt de reistijd als gevolg van files flink toe. De inschatting is dat het gebied Meren-West binnen 24 uur voor een groot deel geëvacueerd kan zijn.⁶ Wanneer gedurende de nacht niet geëvacueerd wordt, neemt de benodigde tijd toe.

⁶ Er Wanneer er gedurende 24 uur continu wordt geëvacueerd kan het gebied Meren-West, gegeven de huidige wegcapaciteiten, volledig geëvacueerd worden (evacuatiefractie 100%). Hierin is geen rekening gehouden met een zekere non-respons (mensen die niet willen of kunnen evacueren), die gemiddeld in de orde van 20% ligt.

Tabel 7 geeft per fase een overzicht van de benodigde tijd voor preventieve evacuatie, binnen een bepaalde bandbreedte.

Fase	Bedreiging			
	Marken		Marken en omgeving	
	gunstig	ongunstig	gunstig	ongunstig
1. besluitvorming en waarschuwing	4	8	4	8
2. voorbereiding en vertrek	8	16	8	16
3. reis naar veilig gebied	0	0	12	24
Totaal	12	24	24	48

Tabel 7: Benodigde tijd voor evacuatie.

Resumerend kan voor de benodigde tijd het volgende worden geconcludeerd: 2 tot 24 uur wanneer alleen Marken wordt bedreigd;

- 24 tot 48 uur wanneer Marken onderdeel is van een groter bedreigd gebied (Marken en andere delen van Noord-Holland)

De beschikbare tijd is de tijd tussen detectie van de dreiging en het verwachte moment van overstromen. De beschikbare tijd bij evacuatie is onzeker. Een dreigende situatie kan zich langzaam ontwikkelen (bv., een steeds hoger wordend meerpeil), terwijl het ook mogelijk is dat een dreiging zich zeer plotseling aandient (bv., storm al dan niet i.c.m. een hoog meerpeil). Zeker op het IJsselmeer en Markermeer is de periode om de kritieke scheefstand (opstuwing door wind) te bereiken door wind vrij kort (enkele uren). Een goede voorspelling van de wind is daarom cruciaal. Zoals hiervoor beschreven streeft WDIJ ernaar om in gevallen waar dat mogelijk is 30 uur voor overschrijding van het alarmpeil te waarschuwen, maar op zijn minst 6 uur van te voren. Het alarmpeil bevindt zich ongeveer 30 cm onder de kruin van de waterkering. Het is onduidelijk hoeveel tijd er verstrijkt tussen het overschrijden van het alarmpeil en het werkelijk falen van de waterkering. In het meest ongunstige geval zijn hooguit enkele uren beschikbaar voor evacuatie. Het kan hierbij gaan om een situatie waarin een storm gedomineerde dreiging zich plotseling aandient, maar het kan ook gaan om een situatie waarin de crisisbeheersing niet optimaal is voorbereid op de specifieke omstandigheden die zich bij een bedreiging van Marken kunnen voordoen (hoog meerpeil i.c.m. harde wind). In het meest gunstige geval bedraagt de beschikbare tijd een paar dagen (orde grootte twee dagen). Het kan hier gaan om een situatie met een hoog meerpeil dat goed voorspelbaar is, of een situatie waarin harde wind of storm ruim van te voren wordt gedetecteerd. Een belangrijk punt is dat ongeacht de situatie er vooraf niet precies bekend zal zijn hoeveel tijd er nog beschikbaar is voor evacuatie. De wijze waarop met deze onzekerheden kan worden omgegaan komt aan bod in B2 van deze bijlage.

Door de beschikbare tijd af te zetten tegen de benodigde tijd, wordt een beeld verkregen van de haalbaarheid van een preventieve evacuatie. Tabel 8 toont dit overzicht.

	Benodigde tijd	
	Marken	Meren-West
Beschikbare tijd	± 12-24 uur	± 24-48 uur
enkele uren (20% van de gevallen)	Niet mogelijk	Niet mogelijk
± 24 uur (40% van de gevallen)	Mogelijk	Niet mogelijk
± 48 uur (40% van de gevallen)	Mogelijk	Mogelijk

Tabel 8: Beschikbare versus benodigde tijd.

Naar verwachting dient een dreiging zich in ongeveer 20% van de gevallen onverwacht aan. Er zijn dan hooguit enkele uren beschikbaar voor evacuatie. In dat geval is een preventieve evacuatie niet mogelijk.

Een ernstige dreiging is in ongeveer 40% van de gevallen ongeveer 24 van tevoren waarneembaar. Evacuatie van het gehele gebied Meren-West is dan naar verwachting niet mogelijk. Wanneer alleen Marken wordt bedreigd is een preventieve evacuatie in principe wel uitvoerbaar. Voorwaarde is dat de veiligheidsregio binnen een paar uur na waarschuwing door WDIJ besluit tot evacuatie, en bewoners een hoog gevoel van urgentie hebben zodat zij snel vertrekken. Naarmate dit proces langer duurt worden de omstandigheden waaronder geëvacueerd moet worden steeds slechter. De weersomstandigheden verslechteren, en hoewel een evacuatie idealiter bij daglicht plaatsvindt zal bij vertraging afgewogen moeten worden of het verantwoord is om de evacuatie in het donker voort te zetten.

In ongeveer 40% van de gevallen zal er orde grootte 48 uur beschikbaar zijn voor evacuatie. Wanneer Marken onderdeel is van een groter gebied dat wordt bedreigd (Meren-West), dan duurt een preventieve evacuatie van het hele gebied 24-48 uur. In die gevallen is een preventieve evacuatie van het gebied Meren-West (inclusief Marken) uitvoerbaar; mits er snel wordt besloten en de evacuatie soepel verloopt. Onder deze omstandigheden zullen de landelijke partijen zoals LCO, NCC en DCC-IenM meteen opschalen (top-down). Het gevoel van urgentie in de samenleving zal hierdoor groter zijn, maar de vraag is of de besluitvorming omtrent evacuatie ook sneller verloopt omdat de situatie complexer is geworden (als gevolg van een groter aantal organisaties dat actief is en een groter aantal gebieden dat wordt bedreigd).

Verticale evacuatie van Marken

Om te bepalen of verticale evacuatie op Marken mogelijk is, is het van belang om inzicht te hebben in de waterdiepten ter plaatste van woningen en wegen. Verder spelen de duur en omstandigheden waaronder mensen verticaal geëvacueerd zijn een rol. Om die reden is gesproken met beheerders van elektriciteits- en gasvoorziening (Alliander) en van de drinkwatervoorziening (PWN) (zie memo Nutsvoorzieningen).

Uit de analyse van waterdieptes blijkt het volgende:

De **Kerkbuurt** blijft grotendeels droog; de huizen aan weerszijden van de straat 'Kerkbuurt' staan op de voormalige Monnikenwerf en liggen hoog. Het weggetje van de Kerkbuurt naar

het Tretpunt (dorpshuis) blijft droog, en ook het **Tretpunt** zelf ligt op een relatief hoge plek en zal naar verwachting droog blijven. Het Tretpunt zou daarom kunnen fungeren als crisiscentrum en opvangplek.

Een deel van de **Havenbuurt** blijft droog; met name de straten Havenbuurt en Buurt II en Buurt III liggen hoog, maar waar Buurt II overloopt Buurt I varieert het maaiveld van enkele decimeters beneden en boven NAP. Hier staat bij toetspeil enkele decimeters tot ongeveer 80 cm water op de straat. Een deel van Buurt IV (direct grenzend aan Buurt III) ligt hoog, maar het deel parallel aan de Havenbuurt niet (hier staat bij toetspeil tot ruim 1 meter water). De Buurterstraat en de Westerstraat liggen enkele decimeters tot ruim een halve meter beneden NAP en zullen overstromen.

De **Kets** ligt direct ten oosten van de Havenbuurt. Het maaiveld van de straten Kets en het Rietland variëren van enkele decimeters tot ruim een halve meter beneden NAP. In deze straten staat bij toetspeil ruim een halve meter tot ruim 1 meter water. Echter, de huizen van de Kets die direct ten westen van de centrale parkeerplaats liggen, liggen hoog en overstromen naar verwachting niet.

De buurt direct **ten noorden van de haven** met onder andere de Noorderwerfstraat, Akkerstraat, Thamiswaerstraat, en de Hoogkampaan varieert het maaiveld van enkele decimeters tot ruim een halve meter beneden NAP. Bij toetspeil staat hier ruim een halve meter tot ruim 1 meter water in de straat.

In de buurt **Wittewerf** liggen de straten Boxenring en Wittewerf over het algemeen enkele decimeters beneden NAP. Bij toetspeil zal hier een halve meter tot 1 meter water komen te staan. In het midden van de straat Wittewerf ligt het maaiveld hoger; dit deel blijft droog.

De straten in de **Minnebuurt** liggen enkele decimeters tot ongeveer 80 cm beneden maaiveld. Bij toetspeil bedragen de waterdieptes in de straten ruim een halve meter tot 1,3 meter.

De centrale delen van de werven **Grotewerf**, **Rozewerf** en **Moeniswerf** waar de huizen staan ligt voldoende hoog, maar gebouwen die direct aan de randen staan kunnen bij toetspeil te maken krijgen met waterdieptes tot enkele decimeters. De weggetjes naar Grotewerf, Rozewerf en Moeniswerf liggen beneden NAP; deze weggetjes staan bij toetspeil ongeveer 80 cm tot 1,10 meter onder water; Hierover kan niet gereden worden met voertuigen.

De **Kruisbaakweg** (de weg vanaf de verbindingdijk tot aan de centrale parkeerplaats) ligt rond NAP tot ruim een decimeter boven NAP. Hierdoor staat bij toetspeil op de Kruisbaakweg 40 tot 50 cm water. Legertrucks kunnen rijden door waterdieptes tot ongeveer 50 cm. Dit zal dus net wel of net niet gaan. In het extremere scenario zijn de waterdieptes ongeveer 20 cm groter en zullen legertrucks meer moeite hebben om de centrale parkeerplaats te bereiken. De **centrale parkeerplaats** ligt enkele decimeters beneden NAP en overstromt bij toetspeil tot waterdieptes van ongeveer 80 cm.

Voor verticale evacuatie is de meest voor de hand liggende schuilplaats de eerste (en/of

tweede) etage van de eigen woning. Naar verwachting blijft de eerste etage van alle woningen droog. Wanneer rekening wordt gehouden met bodemdaling nemen de waterdieptes toe. Deze toename is afhankelijk van de omvang van de bodemdaling. Wanneer we uitgaan van het meest pessimistische scenario (7 mm per jaar) over een periode van 50 jaar, dan nemen de waterdieptes met ongeveer 35 cm toe. Ook in dat geval blijft naar verwachting de eerste etage van alle woningen droog.



Figuur 52 Drogte plekken op Marken gegeven een overstrooming bij toetspeil.

Wanneer op een locatie de kade doorbreekt stroomt het water snel naar binnen. De snelheid waarmee dit gebeurt hangt af van de buitenwaterstand, de breedte en diepte van de bres, en de locatie van de bres. Uit overstroomingssimulaties blijkt dat Marken binnen 12 uur na een dijkdoorbraak overstromd kan zijn. Dit is met name aan de orde wanneer het water vrij naar binnen kan stromen en niet vlak achter de bres 'gehinderd' wordt door hogere gronden die de instroom beperken (bijvoorbeeld, bij de haven). In dat geval duurt het langer voordat Marken volledig is ondergelopen. Maar een overstrooming kan zich ook in minder dan 12 uur voltrekken, bijvoorbeeld wanneer de kade op meerdere plekken (tegelijk doorbreekt).

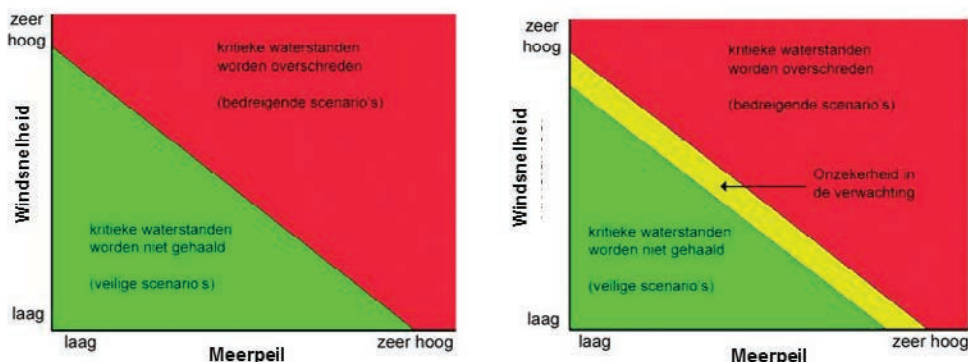
B.2 - Opstellen van een protocol voor evacuatiebesluitvorming

De kades rondom Marken zijn ontworpen op bepaalde waterstanden, waarvoor geldt dat deze veilig gekeerd moeten kunnen worden. Bij overschrijding van deze kritieke waterstanden is er sprake van een bedreigende situatie, waarbij (mogelijk) geëvacueerd zal moeten worden. Er is echter ook vaak onzekerheid of een kritieke waterstand daadwerkelijk zal optreden, terwijl het besluit over evacuatie dan al wel aan de orde kan zijn. Immers, een evacuatie kost tijd. Bestuurders staan dan voor een dilemma: evacueren of niet, terwijl het op dat moment niet duidelijk is of de evacuatie ook echt nodig is. Een evacuatie zonder overstroming kan verschillende nadelige effecten hebben:

- De bereidheid om de volgende keer opnieuw gehoor te geven aan een evacuatie kan afnemen;
- Een evacuatie heeft impact op sociaal psychologisch welbevinden van mensen;
- Een evacuatie kan leiden tot doden in het verkeer of onder mensen die reeds een zwakke gezondheid hebben.

Een evacuatiebeslissing dient daarom gebaseerd te zijn op een afweging waarbij een goede dreigingsanalyse van groot belang is. Hieronder beschrijven we kort een methode om deze dreigingsanalyse te maken. Deze methode is eerder toegepast in de Noordwaard.

Voor Marken geldt dat bepaalde combinaties van meerpeil en wind kunnen leiden tot kritieke waterstanden. Figuur 53: Principeschets van veilige en onveilige situaties bij verschillende combinaties van meerpeil en wind. laat fictief zien bepaalde combinaties van meerpeil en wind kunnen leiden tot overschrijding van deze kritieke waterstanden.



Figuur 53: Principeschets van veilige en onveilige situaties bij verschillende combinaties van meerpeil en wind.

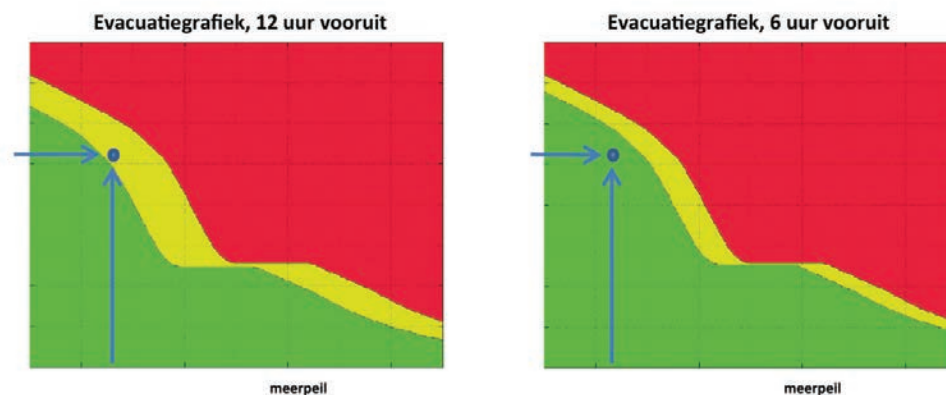
In de linkerfiguur is echter nog geen rekening gehouden met de onzekerheden in bijvoorbeeld de verwachte stormgebeurtenis, en daarmee in de effecten van windopzet en golven. In de linkerfiguur wordt in feite verondersteld dat alles al bekend is. Deze kennis is echter, op het moment dat de evacuatieproblematiek aan de orde is, nog niet beschikbaar. Op dit moment kan er nog een flinke onzekerheid zijn of een kritieke situatie zal optreden. Deze onzekerheid kan inzichtelijk worden gemaakt in de vorm van een onzekerheidsband, op de manier zoals geschetst in de rechterfiguur. Deze onzekerheidsband is afhankelijk van de voorspelhorizon.

Hoe verder vooruit voorspeld wordt, hoe groter de onzekerheid en de effecten van de wind. De onzekerheidsband reflecteert scenario's waarin niet kan worden uitgesloten dat kritieke waterstanden optreden.

De effecten van de wind op de waterstand en de golfhoogte hangen ook af van de windrichting. Bovendien kunnen deze effecten verschillen per dijkvak, omdat niet ieder dijkvak op dezelfde manier belast wordt bij een gegeven windrichting en windsnelheid. De isolijnen kunnen dus per dijkvak en windrichting verschillen. In theorie kan dit resulteren in tientallen of honderden isolijnen. Om het gebruik ervan hanteerbaar te houden, kan er bijvoorbeeld voor gekozen worden om gegeven een bepaalde windrichting alleen de isolijn te hanteren van de locatie waarop de kritieke waterstand als eerste wordt overschreden. Het aantal windrichtingen kan op soortgelijke wijze worden beperkt.

In de laatste stap worden de isolijnen omgezet in evacuatie-beslisdiagrammen. Wanneer wordt ingezet op preventieve evacuatie, dan dient de evacuatie bij voorkeur voltooid te zijn voordat de kritieke waterstand optreedt. Met behulp van de 'benodigde tijd' kan dan worden teruggekeken op welk moment bewoners uiterlijk aangespoord moeten worden zich voor te bereiden op een evacuatie, en op welk moment zij uiterlijk moeten vertrekken. Er zijn dus isolijnen nodig waarmee de situatie over een 'X' aantal uren inzichtelijk gemaakt kan worden.

Stel dat voor Marken in het evacuatieplan is afgesproken dat bewoners uiterlijk 12 uur voor het overschrijden van de kritieke waterstand worden opgeroepen zich voor te bereiden op een evacuatie, en dat de evacuatie zelf uiterlijk 6 uur voor het overschrijden van de kritieke waterstand in gang wordt gezet. Er dient dan in ieder geval steeds 12 en 6 uur vooruit voorspeld te worden. Stel dat de voorspelling 12 uur vooruit in het gele gebied valt (zie Figuur 36, links) en de voorspelling 6 uur vooruit in het groene gebied (zie Figuur 54, rechts). In dat geval hoeft niet meteen geëvacueerd te worden, maar een overschrijding van de kritieke waterstand over 12 uur ook niet worden uitgesloten. In dat geval kan worden besloten om bewoners voor te bereiden op een mogelijke evacuatie. Wanneer op een later moment ook de voor



Figuur 54: Fictief evacuatiediagram

spelling 6 uur vooruit in het gele gebied terecht komt, ontstaat er een dilemma. Er kan besloten worden tot evacuatie terwijl achteraf kan blijken dat deze niet nodig was, maar er kan ook een overschrijding van de kritieke waterstanden plaatsvinden. Wanneer de voorspelling 12 en/of 6 uur vooruit in het rode gebied zou liggen, dan is overschrijding van de kritieke waterstand zeer waarschijnlijk.

Kort samengevat komt het evacuatieprotocol dus neer op de volgende stappen:

1. Stel vast welke combinaties van meerpeil en wind (windsnelheid en richting) kunnen leiden tot kritieke waterstanden rondom Marken.
2. Bepaal hoeveel tijd er nodig is voor evacuatie, en bepaald op basis daarvan hoeveel uur er vooruit voorspeld moet kunnen worden.
3. Stel op basis van stap 1 en 2 de evacuatiediagrammen op.

Gebruik de evacuatiediagrammen als volgt:

1. In geval van hoge waterstanden wordt steeds X uur (bv., 6, 12 en 24 uur) vooruit voorspeld
2. Bepaald op basis van de voorspellingen of de dreiging in het groene (geen dreiging), gele (onzekere dreiging) of rode gebied (duidelijke dreiging) valt:
 - a. Wanneer alle voorspellingen in het groene gebied vallen is er geen aanleiding voor evacuatie
 - b. Wanneer alle voorspellingen in het rode gebied vallen is evacuatie aan de orde, en kan de evacuatie worden voorbereid. Het tempo daarin wordt bepaald door de tijd die nog beschikbaar is. Ook de crisiscommunicatie dient daarop afgestemd te worden.
 - c. Wanneer voorspellingen in het gele gebied vallen is het onzeker of evacuatie nodig zal zijn. Er kan dan gekozen worden om de situatie nog wat langer te monitoren (mits daar tijd voor is), mensen vast voor te bereiden op een mogelijke evacuatie. Uiteindelijk dient een keuze gemaakt te worden om mensen uit voorzorg (preventief) te evacueren, of om op Marken de dreiging af te wachten en in geval van een overstroming verticaal te evacueren (schuilen op het eiland).

Een aantal conclusies en aanbevelingen:

- Met behulp van de evacuatiediagrammen kan de evacuatiebeslissing dus duidelijk onderbouwd worden. Deze methode is eerder uitgewerkt voor de Noordwaard en beschreven in Kuijper, Kolen et al., 2011⁷.
- Er wordt aanbevolen om met het gebruik van evacuatiediagrammen te oefenen, alvorens deze in de praktijk toe te passen.
- Ten behoeve van een snelle informatievoorziening in een crisissituatie, kan verstandig zijn evacuatiediagrammen te genereren met een software tool, zodat flexibel gekozen kan worden voor verschillende windrichtingen en voorspelhorizonts.

B.3 - Opnemen overstromingsrisico Marken in evacuatieplan veiligheidsregio

VRZW heeft momenteel geen plan voor hoogwater bij Marken. De waarschuwingen verzorgd door de Waarschuwingdienst IJsselmeergebied (WDIJ) van het WMCN. WDIJ alar-

meert Rijkswaterstaat West Noord Nederland (RWS WNN) (beheerder) en Veiligheidsregio Zaanstreek-Waterland (VRZW). De keringsbeheerder zorgt voor dijkbewaking, en neemt (nood)maatregelen voor de standzekerheid van waterkeringen. De keringsbeheerder communiceert over de toestand van de waterkeringen en maakt een inschatting van het overstrombaar gebied en stemt hierbij af met de veiligheidsregio. Veiligheidsregio is verantwoordelijk voor de communicatie met de samenleving en de besluitvorming over en aansturing van een mogelijke evacuatie. Via de veiligheidsregio verloopt ook de afstemming met andere crisispartners. Als op Marken een bedreiging wordt veroorzaakt door het meerpeil, speelt wind een minder dominante rol. In dat geval zijn de omstandigheden, waaronder geëvacueerd kan worden, gunstiger. Als die bedreiging door een storm wordt veroorzaakt, dan zijn de evacuatieomstandigheden minder gunstig.

In het regionale risicoprofiel Marken dient aandacht te zijn voor:

Snelheid van een overstroming, omstandigheden, implicaties voor verticale evacuatie, criteria ter ondersteuning van evacuatiebesluitvorming.

Voor Marken kan extreem meerpeil sneller tot een acute overstromingsdreiging zorgen dan voor andere delen van het Markermeer en IJsselmeergebied, waar dit gepaard moet gaan met extremere windsnelheden. Desondanks is er momenteel geen aparte waarschuwingsprocedure voor Marken (persoonlijke communicatie met WDIJ). Dit kan bijvoorbeeld met een aparte waarschuwingsprocedure voor Marken ondervangen worden. Wel zijn de alarmpeil geupdate. Checken of een vooralarm kan worden afgegeven. Aparte waarschuwingsprocedures wil men niet aan beginnen.

B.4 - Oefeningen hulpdiensten

Door de beschikbare tijd af te zetten tegen de benodigde tijd, wordt een beeld verkregen van de haalbaarheid van een preventieve evacuatie. Om de benodigde tijd te verkleinen is het van belang dat hulpdiensten oefenen op Marken. Hierbij gaat het om; ervaring met evacuatiebesluitvorming in geval van dreigende overstromingen; opstellen en evalueren van plan voor evacuatie Marken in geval van overstromingen; oefenen in het vertrekproces en reisproces.

B.5 – Communicatiecampagne vanuit de gemeente of de veiligheidsregio

Bewoners en gebruikers uit het gebied hebben aangegeven dat er behoefte is aan goede en juiste informatie bij een dreigende hoogwatersituatie. De regionale overheidspartners (gemeente Waterland, veiligheidsregio Zaanstreek-Waterland, Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier en Rijkswaterstaat West Noord Nederland) zullen de handen ineen slaan om samen te komen tot een gezamenlijke communicatiestrategie- en campagne waarin onderling wordt vastgelegd wie wanneer welke rol heeft en op welke wijze bewoners en gebruikers nu en in de toekomst geïnformeerd worden bij dreigende hoogwatersituaties op het eiland Marken. Hoofdverantwoordelijke hiervoor is de veiligheidsregio. Voorwaarde daarbij is dat te voeren strategie én de campagne concreet is, correct is en direct toepasbaar in geval zich een hoogwater crisissituatie voordoet.

⁷ B. Kuijper, B. Kolen, C. Geerse, E. de Ridder, E.-J. Houwing en W. ten Brinke (2011). Adviseren bij evacueren: een wetenschappelijke methoder voor een bestuurlijk besluit. Water Governance, 3, 19-27.

Het initiatief voor het opstellen van een communicatiestrategie ligt bij de veiligheidsregio Zaanstreek-Waterland. Dit is de eerste stap om uiteindelijk te komen tot het ontwikkelen en implementeren van een communicatiecampagne. Deze campagne zal in samenwerking met de regionale overheidspartners en bewoners plaatsvinden.

In de strategie zal scherp worden gemaakt wie van de overheidspartners op welk moment, welke rol heeft bij een dreigende hoogwatersituatie. [Hier informatie opnemen uit de memo Evacuatie van HKV over rollen en taakverdeling] Op basis van de communicatiestrategie ontstaat helderheid in taken en verantwoordelijkheden kan gestart worden met de ontwikkeling en implementatie van een communicatiecampagne. Deze campagne is erop gericht dat bewoners en gebruikers van en op het eiland Marken bewust te maken van de risico's bij een eventuele dreigende overstroming van het eiland.

De te ontwikkelen en implementeren communicatiecampagne bestaat uit:

- **Het ontwikkelen van een waarschuwingsapp hoogwaterveiligheid voor mobiele toepassing.** In de te ontwikkelen app wordt uitgegaan van drie waarschuwniveaus: waakzaamheid (bv. code geel), dreigende overstroming (bv. code oranje), acuut overstromingsgevaar (bv. code rood). Per waarschuwniveau zal een advies komen over wat bewoners en gebruikers het beste kunnen doen. Gedacht kan worden aan het geven van inzicht in waterdieptes en handelingsperspectief op postcode-niveau. Dit geeft inzicht in 'droge' verdieping. Onderzocht wordt of er mogelijkheden zijn om binnen de app -per risicogebied- een aantal aandachtspunten te formuleren die bewoners en gebruiker Er wordt bij de ontwikkeling van de app een koppeling gemaakt met het Landelijk Draaiboek Hoogwater en Overstromingen (LDHO) waarin is vastgelegd dat in geval van hoogwater en een dreigende overstroming het Water Management Centrum Nederland (WMCN) de informatie verzorgt over waterstanden. De trend rondom gebruik van app's op mobiele telefoons en tablets zal hierbij worden omarmd.
- **Ontwikkeling bewustwording hoogwaterveiligheid: structurele informatievoorziening op het eiland door onder meer toepassing van symbolen en verstrekken informatie.** De kans op een overstroming is door de dijkversterking verkleind, maar blijft aanwezig. Dit betekent dat bewoners en gebruikers richting de toekomst moeten leren leven met een kans op een overstroming. Bewoners en gebruikers worden structureel bewust gemaakt van het feit dat men in een gebied leeft waar altijd een kans op een overstroming is. Er zal daarbij op centrale punten op het eiland (Paard van Marken, bij binnenkomst op het eiland, etc), teruggerepen worden op overstromingen uit het verleden. Er kan daarbij gedacht worden aan informatieborden, een eventuele wandeling over het eiland met als rode draad hoogwater of -naar het voorbeeld van Dordrecht- markeerpunten op het eiland waar het in het verleden heeft geleid tot crisissituaties (met schade en doden tot gevolg. Deze informatievoorziening zal een structureel karakter hebben. Ook kan om deze bewustwording nog steviger te verankeren in de samenleving een monument/museum opgericht worden ter nagedachtenis aan slachtoffers van de overstroming van 1916. Of er zou een apart deel in het huidige museum ingericht kunnen worden hoe Marken heeft geleefd met het water door de eeuwen heen.

- **De Markense Waterdag en nieuwsbrief.** De Markense Waterdag behelst een vaste dag per jaar waarin stil wordt gestaan bij het feit dat Marken een eiland is met bepaald risico op overstroming. Zo zal er onder meer een jaarlijkse nieuwsbrief (via de website) worden verspreid waarin de stand van zaken rondom hoogwaterveiligheid worden beschreven. Ook zal er jaarlijks op deze dag op basisscholen aandacht worden gegeven aan dit onderwerp (zie ook B.2).
- **Het ontsluiten van informatie via een website om de bewustwording te vergroten.** Naast de informatie die op het eiland beschikbaar is in de vorm van informatieborden, markeerpunten, etc zal een website (de website van de Eilandraad?) worden ingericht waarin alle relevante informatie beschikbaar is ten aanzien van waterveiligheid. Het gaat hierbij om een centrale plaats voor het bewaren en beschikbaar stellen van rapporten dijkversterking (publieksvriendelijk), landschappelijke beelden, profielen van dijken, etc. Doel hiervan is om te allen tijde informatie te kunnen ontsluiten, en op basis daarvan keuzes die nu worden gemaakt in de toekomst te kunnen verklaren maar ook zeker mensen een centrale plaats te geven om informatie te kunnen plaatsen. Deze website zal tevens worden uitgerust met een vraagbaakfunctie: vragen die er in de samenleving zijn rondom hoogwaterveiligheid kunnen hier worden gesteld en door de bewoners en gebruikers zelf worden beantwoord.

Naast bovengenoemde concrete uitwerkingen wordt aanbevolen voorbeelden te gebruiken of inspiratie op te doen bij andere MLV initiatieven. Een bruikbaar voorbeeld is eerder opgesteld door de Veiligheidsregio IJsselland voor risicocommunicatie bij overstromingen Kampereilanden.

B.6 – Educatie en kennis gericht op kinderen

Bewustwording met betrekking tot overstromingen kan op twee schaalniveaus ingestoken worden. Eén: je houdt en maakt de gehele samenleving continue bewust van het feit dat men op een eiland woont waar er te allen tijde een kans op een overstroming is. De wijze waarop dit plaatsvindt is in het bovenstaande beschreven (B.1). Ten tweede is het belangrijk om deze bewustwording vroeg in gang te zetten. Daarom zal er op basisscholen op het eiland Marken (vanaf groep 3 tot aan 8) aandacht gegeven worden aan hoogwaterveiligheid. De ervaring leert dat het opnemen van lessen rondom dit onderwerp lastig is: er is te weinig tijd om dit structureel te borgen.

Om de bewustwording van deze kinderen toch te borgen zal worden aangesloten bij het de Markense Waterdag. Jaarlijks zal er op de Markense Waterdag een gezamenlijke schilderij samengesteld worden. Per klas of per school. Het beste schilderij wordt jaarlijks geschonken aan het Dorpshuis 't Trefpunt.

B.7 – Symbolen en informatie gericht op de historie en de toekomst

Zie B5.

Communicatie en bevorderen zelfredzaamheid



Communicatiecampagne



Educatie en kennis gericht op kinderen



Symbolen en informatie gericht op historie

Organisatie, besluitvorming en uitvoering rampenbeheersing (evacuatie)



Handelingsperspectief voor preventieve en verticale evacuatie



Opstellen van een protocol voor evacuatiebesluitvorming



Opnemen overstromingsrisico Marken in het regionaal risicoprofiel



Oefeningen hulpdiensten

Figuur 55: Bouwstenen laag 3 basispakket



BIJLAGE 6: UITGEBREID PAKKET LAAG 3

U.1. - Gedetailleerde planvorming t.b.v. preventieve / verticale evacuatie

Wanneer op Marken op lange termijn wordt toegewerkt naar een waterrobuuste inrichting, dient in het ontwerp rekening gehouden te worden met de benodigde middelen voor verticale evacuatie. Uitgangspunt hierbij is dat iedere woning boven het overstromingspeil ligt, zodat er geen schade ontstaat. Woningen kunnen ook tot op zekere hoogte zelfvoorzienend gemaakt worden, bijvoorbeeld door middel van zonnecollectoren. In de planvorming dient aandacht te zijn voor tijdige waarschuwing, zodat bewoners zich kunnen voorbereiden op verticale evacuatie. Verminderd zelfredzamen, zoals mensen die afhankelijk zijn van intensieve (medische) zorg en ouderen, dienen mogelijk preventief geëvacueerd te worden. Het dorps huis kan dienen als communicatiecentrum, en communiceert zowel met de Markers als met de hulpdiensten buiten Marken.

U.2. - Verbeteren van de waarschuwingsprocedure (van RWS naar Marken, en daarna verspreiding boodschap op Marken) en evacuatiebesluitvorming (preventief vs. verticaal) gericht op 1/100 situaties

Alarmpeilen dienen te worden afgestemd op 1/100 situaties. Hierbij is het van belang dat de tijd die mensen nodig hebben om zich voor te kunnen bereiden op een preventieve en verticale evacuatie wordt meegenomen in de procedure. Afhankelijk van verwachtingen voor meerpeil en wind en de onzekerheden daarin, kan op verschillende momenten een waarschuwingsboodschap worden afgegeven. Bijvoorbeeld, een waarschuwing om mensen attent te maken op een mogelijk naderende dreiging, een waarschuwing voor de voorbereiding op preventieve evacuatie en het uiterlijke moment dat men dient te vertrekken, en waarschuwing voor momenten dat waterkeringen niet langer standzeker zijn en mensen zich dienen te begeven naar een veilige plek (zie B2 bijlage 5).

U.3 - Werkgroep zelfredzaamheid (bv. onder de Eilandraad)

De Eilandraad kan een actieve rol vervullen ter ondersteuning van de veiligheidsregio. Bijvoorbeeld, de Veiligheidsregio waarschuwt en plant, de eilandraad geeft waarschuwingen door aan de bevolking en zorgt dat er contact is met verminderd zelfredzamen (naar model van de dorpsraden in Borgharen en Itteren, Limburg). De precieze invulling van deze rol dient dan in overleg tussen de bewoners van Marken, de Eilandraad en de Veiligheidsregio gestalte te krijgen. Mogelijk kunnen de KNRM en de brandweer op Marken hierin eveneens een rol spelen.

U.4 - Plan voor verminderd zelfredzamen

We spreken bij verminderd zelfredzamen over kinderen tot 14 jaar, ouderen en mensen met een lichamelijke of verstandelijke beperking. Op Marken is één basisschool met ca. 180 leerlingen. Ook is er een kinderopvang (<http://www.kinderopvangwaterland.nl/bsolocaties/marken>). Het overzicht t.a.v. gastoudergezinnen op het eiland ontbreekt. De ouderen op Marken wonen allen nog zelfstandig; er zijn geen verpleeg- of verzorghuizen op Marken.

Aan de hand hiervan wordt aangenomen dat ca. 25 tot 30% van de bevolking op Marken op basis van leeftijd als mogelijk minder zelfredzaam kan worden betiteld. Vanwege de smalle straatjes, trappetjes etc, zal er in de planvorming rondom evacuatie specifiek aandacht moeten zijn voor de groep ouderen op Marken. Het is van belang om in de voorbereiding op overstromingen na te denken hoe met deze kwetsbare groep wordt omgegaan. Deze taak kan (deels) vervuld worden door de Markers zelf, bijvoorbeeld in overleg met de eilandraad of de Stichting Ouderen Welzijn Marken. Met de gemeente en/of veiligheidsregio kunnen afspraken worden gemaakt over het vervoer en de medische ondersteuning. Het gaat hierbij om het nemen van maatregelen, maar ook om deze maatregelen te kunnen activeren door middel van waarschuwingen en berichten.

In geval van een overstroming dient ervan uitgegaan te worden dat nutsvoorzieningen uitvallen of afgeschakeld worden. Voor verminderd zelfredzamen en mensen met een medische indicatie rijst de vraag of deze mensen thuis kunnen blijven of dat zij het beste opgevangen kunnen worden op een andere locatie op het eiland. Dit ligt natuurlijk wel heel gevoelig, maar is het mogelijk om hiervoor een voorstel (op hoofdlijnen) te doen en te bespreken in WA? De vraag is eveneens of er dan medische ondersteuning op het eiland aanwezig dient te zijn.

U.5 - Zelfredzame buurten / werven

Bewoners stellen samen met de veiligheidsregio een plan op over de wijze waarop men elkaar helpt ('community plan'). Hierbij worden keuzes gemaakt i.o.m. veiligheidsregio ten aanzien van preventief/ verticaal evacueren en hierin wordt uitgeschreven hoe de buurten zichzelf kunnen redden. Dit wordt tevens periodiek (bv., iedere 5 jaar) geoefend.

U.6 - Dorpshuis inrichten als schuilplaats en communicatiecentrum

Het dorpshuis wordt ingericht als communicatiecentrum. Vanuit dit communicatiecentrum dient met iedere buurt gecommuniceerd te kunnen worden, alsmede met de hulpdiensten op het vaste land.

U.7.- Markeringen in het landschap zoals bordjes met evacuatie routes en veilige plekken

Het aanbrengen van markeringen in het landschap; zoals markeringen op de Kruisbaakweg zodat in geval van een overstroming kan worden gezien waar de weg zich bevindt.

U.8 - Aandacht voor nutsvoorziening (stand-alone generatoren, zonnepanelen), drinkwater en voedselvoorziening

In geval van een overstroming dient ervan uitgegaan te worden dat nutsvoorzieningen afgeschakeld worden. Wanneer dat niet gebeurt, zullen deze voorzieningen als gevolg van contact met het water alsnog uitvallen. Indringing van water in gasleidingen kan zorgen voor explosiegevaar. Wanneer de woningen op Marken op termijn opgehoogd zouden worden, kan rekening gehouden worden met zelfvoorziening. Bijvoorbeeld, door middel van zonnecellen worden woningen minder afhankelijk van het elektriciteitsnetwerk.

U.9 - Noodmaatregelen (zandzakken en vloedschotten) om woningen tijdelijk te beschermen die blootgesteld worden aan een beperkte waterdiepte (tot orde grootte 30-50 cm)

Woningen die met beperkte waterdiepten te maken krijgen kunnen gebruik maken van zandzakken of schotten, zodat het water buiten de deur blijft. Dit is een maatregel die tijdelijk kan worden genomen. Wanneer de omgeving van de betreffende woningen voor langere tijd onder water staat is dit naar verwachting geen effectieve maatregel, en zal gezocht moeten worden naar meer structurele oplossingen zoals het opvijzelen van woningen.

U.10 - Verzekeraarbaarheid/overstromingsfonds

Wanneer alle woningen op Marken op lange termijn boven het overstromingspeil zouden worden aangelegd, kan er nog steeds schade ontstaan aan de omgeving. Het is daarom van belang te onderzoeken hoe met deze schade kan worden omgegaan. In geval er een schade-regeling wordt ontworpen, dient deze zodanig te zijn dat een schade van orde €30 miljoen vergoed kan worden (prijspeil 2015). Hierbij is ervan uitgegaan dat geen schade aan woningen optreedt, omdat deze waterrobuust zijn gemaakt.

Communicatie en bevorderen zelfredzaamheid

-  Communicatiecampagne
-  Educatie en kennis gericht op kinderen
-  Symbolen en informatie gericht op historie

Organisatie en uitvoering rampenbeheersing (evacuatie)

-  Gedetailleerde planvorming t.b.v. preventieve/verticale evacuatie
-  Verbeteren waarschuwingsprocedure en evacuatiebesluitvorming
-  Opnemen overstromingsrisico Marken in regionaal risicoprofiel
-  Oefeningen hulpdiensten
-  Werkgroep zelfredzaamheid (bv. onder de Eilandraad)
-  Plan voor verminderd zelfredzamen

Fysieke maatregelen om ramp te kunnen overleven

-  Zelfredzame buurten / werven
-  Dorpshuis als schuilplaats/communicatiecentrum
-  Markeringen in het landschap zoals bordjes met evacuatieroutes en veilige plekken
-  Aandacht voor nutsvoorziening, drinkwater, voedselvoorziening
-  Noodmaatregelen (zandzakken en vloedschotten) om woningen te beschermen die bloot gesteld worden aan een beperkte waterdiepte

Omgaan met schade

-  Verzekerbaarheid/overstromingsfonds

Figuur 56: Bouwstenen laag 3 pakketten-uitgebreid pakket



BIJLAGE 7: DIJKEN OP VEEN

7.1 Inleiding

De primaire waterkering die Marken beschermt (west-, zuid- en noordkade) voldoet niet aan de vigerende norm (overschrijdingskans 1/1250 per jaar). Bij de uitwerking van de versterking in het kader van het Hoogwaterbeschermingsprogramma (HWBP2) is gebleken dat het toenmalige ontwerp niet kon rekenen op een breed draagvlak in de regio. Dit vanwege het ruimtebeslag van de dijk in de directe omgeving en effect op het landschap (onder meer uitzicht). Ook waren de kosten van de voorgestelde oplossing hoog en overstegen het daarvoor beschikbare HWBP2 budget.

Er is voor gekozen om samen met regionale partners én bewoners en gebruikers van het eiland Marken te zoeken naar de meest kansrijke oplossingen. Oplossingen voldoen aan een aantal voorwaarden: onder meer vanuit de verantwoordelijke voor de dijkversterking (Rijks-waterstaat) maar ook zeker rekening houdend met wensen en eisen vanuit de omgeving (bewoners, gebruiker én regionale partners).

Voorliggende notitie beschrijft de situatie op het eiland Marken als het gaat om de situatie ten aanzien van de bodemopbouw. Hoe is de opbouw op het eiland Marken? Hoe is het nu en hoe ging men in het verleden om met zaken als bodemdaling en zetting? Wat betekent deze bodemopbouw voor de voorkeursoplossing? Deze zaken zullen onder meer aan de orde komen in voorliggende notitie.

De notitie is bedoeld als achtergrondinformatie bij onderbouwing van de voorkeursrichting.

7.2 Bodemopbouw

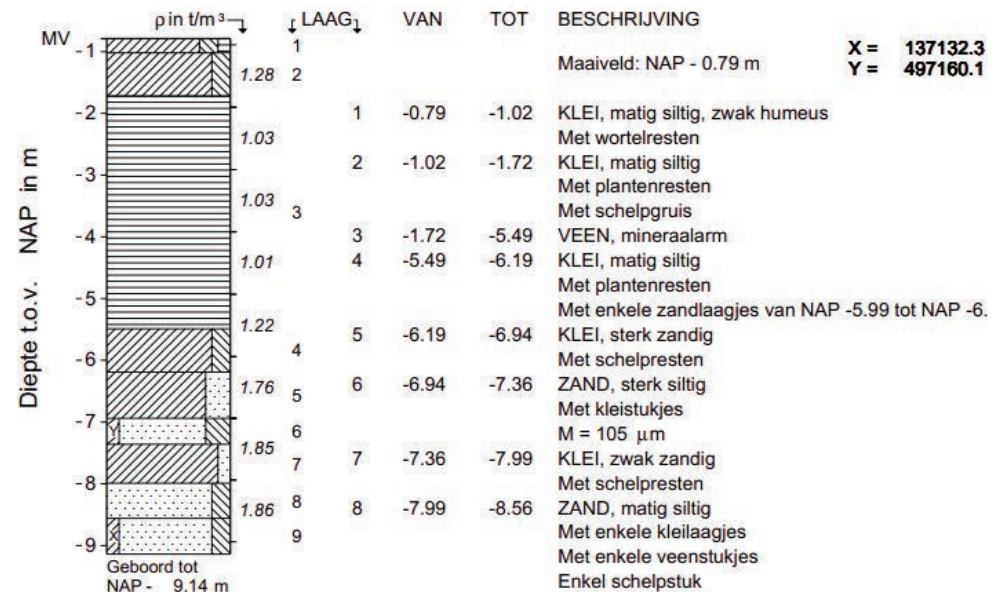
De bodemopbouw van Marken wordt gekenmerkt door de aanwezigheid van een veenpakket van circa 4 m dik. Ter plaatse van de waterkering is de dikte van het veenpakket als gevolg van de langdurige belasting van de aanwezige kade minder dik: deze bedraagt circa 2 meter.

Op basis van beschikbare gegevens is vastgesteld dat de bodem als volgt opgebouwd:

- Direct onder het maaiveld bevindt zich een kleilaag met een dikte van circa 0,5-1,0 m.
- Onder het veen is een kleilaag aanwezig met een variërende dikte.
- Onder deze kleilaag bevindt zich tot een diepte van circa -14 m+NAP een holocene laag die bestaat uit zandige klei en/of kleig zand.

- Op een diepte van circa NAP -14 m begint de pleistocene zandlaag.

Ter illustratie is een boring die kenmerkend is voor het gebied weergegeven in Figuur 57.

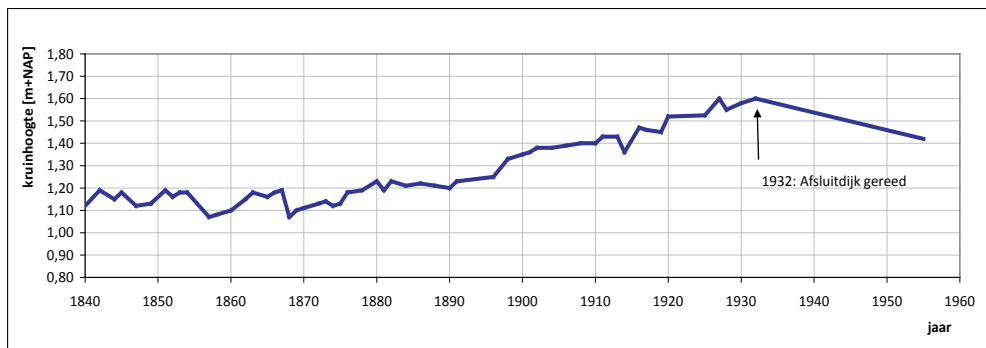


Figuur 57: Bodemopbouw ter plaatse van de binnenteen bij dp57

7.3 Bodemdaling en zetting

7.3.1. Historisch perspectief

Vanuit de Figuur 58 is op te maken wat de gemiddelde kruinhoogte van de omringkade was in de periode 1840-1955 [8]. Hieruit blijkt dat de gemiddelde hoogte van de kade tot circa 1890 rond de 1,2 m+NAP was. In de decennia hierna is de kade door diverse dijkversterkingen verhoogd tot een gemiddeld niveau van 1,60 m+NAP rond 1930. Na het gereedkomen van de Afsluitdijk in 1932 daalde de gemiddelde kruinhoogte weer.



Figuur 58: Gemiddelde kruinhoogte omringkade 1840-1855 [8]

Sinds de afsluiting van de Zuiderzee is de kade tot 1955 circa 0,20 m gezakt. Dit komt neer op een daling van gemiddeld circa 8 mm per jaar. Om de vereiste veiligheid te krijgen is in het begin van de jaren '60 de noordkade verhoogd tot 1,75 m+NAP en zijn op de zuidkade kruinplanken aangebracht. [9]

In de jaren '80 zijn twee dijkverbeteringen uitgevoerd:

- In 1980-1981 zijn de zuid- westkade verbeterd en verhoogd tot 1,70 m+NAP (aanlegniveau).
- In de tweede helft van de jaren '80 is de noordkade verbeterd, waarbij deze is opgehoogd tot circa 2,2 m+NAP. Er traden na aanleg grote zettingen op. De snelheid van de zetting hangt af van het tijdstip na de dijkverbetering. De meeste zetting treedt op in de periode direct na aanleg. Na circa 30 jaar is het effect van de dijkversterking uitgewerkt.

De heer Verbokkum deelt mede dat in 1976 een rapport is samengesteld waaruit bleek dat de bestaande kaden niet voldoende waren om de veiligheid van Marken voor overstromingen te waarborgen. Uitgaande van de kans van een zware storm van 1 keer per 1000 jaar zou de dijkhoogte op 2.20 meter boven NAP moeten liggen. De technisch beste oplossing zou zijn het aanleggen van een nieuw kade ongeveer 60 meter vanaf de bestaande kade doch omwille planologische en cultuurhistorische aspecten en bezwaren van de buurtbewoners werd hiervan afgezien en gekozen voor het verhogen van de bestaande dijk.

De verzwaring van de eerste 900 meter naar de Vuurtoren lukte goed, waarna werd besloten om het andere gedeelte van de Noordkade ook zo te doen.

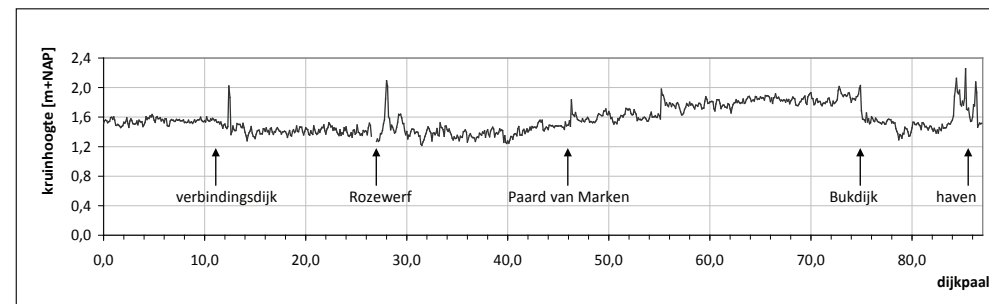
Geconstateerd moet nu worden dat de dijk thans binnen 3,5 jaar met gemiddeld 30 à 50 cm is gezakt, waardoor het peil nu op 1.90 / 2.00 meter boven NAP ligt. In het begin waren de zettingen fors te noemen thans bedragen deze gemiddeld 3 à 4 cm. per jaar.

Omtrent de veiligheid van Marken zegt de heer Verbokkum dat op basis van een nieuw model de kritieke hoogte is bepaald op 1.70 meter en dat de dijk thans op 1.90 meter ligt, zodat er op dit moment geen gevaar bestaat.

Figuur 59: Het verslag van de openbare vergadering commissie Algemene zaken 17 januari 1989.

7.3.2. Huidige kruinhoogte

De huidige kruinhoogte van de Omringdijk bedraagt gemiddeld 1,5 m+NAP. De noordkade ligt gemiddeld 0,3-0,4 m hoger dan de zuid- en westkade. De hoogte van de kruin is weergegeven in Figuur 60.



Figuur 60 Kruinhoogte o.b.v. AHN2 (2011)

7.3.3. Bodemdaling en zetting

Als gevolg van de aanwezigheid van een dikke veenlaag in de ondergrond daalt op Marken zowel het maaiveld als de kruin van dijk. Kruindaling is het gevolg van vier oorzaken:

- Zetting: consolidatie van de ondergrond als gevolg van het aanbrengen van extra gewicht tijdens de laatste dijkversterking.
- Klink: inklinking van de tijdens de laatste dijkversterking opgebrachte grond.
- Autonome bodemdaling: daling van de slappe bodem als gevolg van bemaling van de polder.
- Tektonische kanteling: daling van de bodem door geologische verschijnselen.

Uit metingen is gebleken dat momenteel het effect de doorgaande dijkversterking grotendeels is uitgewerkt (1 en 2). Bij het HWBP2 ontwerp is de berekende optredende zetting en klink (1 en 2) als gevolg van de ophoging circa 1,0-1,5 m. Bij de berekening van zetting en klink is geen onderscheid gemaakt tussen beide componenten. [12]

In de huidige situatie is er nog een doorgaande kruindaling als gevolg van de oorzaken 3 en 4. Deze bedraagt afhankelijk van de situatie 2 tot 7 mm per jaar. [11]

7.3.4. Ontwerp en aanleghoogte

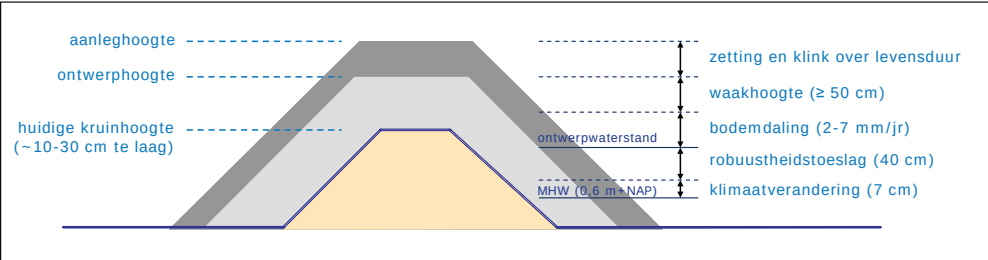
Er is verschil tussen de ontwerphoogte en de aanleghoogte van een dijk. In het ontwerpproces wordt doorgaans pas in een laat stadium de aanleghoogte bepaald (tijdens DO-fase of door aannemer). Hieronder volgt een korte uiteenzetting wat met ontwerp- en aanleghoogte wordt bedoeld.

De ontwerphoogte van de dijk wordt bepaald door de ontwerpwaterstand. De ontwerpwaterstand is het maatgevend hoogwater (MHW) met daarop toeslagen voor klimaatverandering en robuustheid. De ontwerphoogte wordt bepaald op basis van de ontwerpwaterstand met daarop toeslagen voor bodemdaling en golfoploop (waakhoogte). Dit is schematisch

weergegeven in Figuur 6 I. Hierin is te zien dat de ontwerphoogte van de waterkering groten- deels bepaald wordt door de robuustheidstoeslag en de waakhogte. Aan het einde van de planperiode dient de hoogte van de waterkering minimaal gelijk te zijn aan de ontwerphoogte.

Aanleghoogte:

De dijkversterking wordt voor een bepaalde planperiode uitgevoerd. Gedurende deze plan- periode dient de dijk voldoende hoog te zijn. Er dient bij aanleg daarom rekening gehouden te worden met de zetting die optreedt als gevolg van het verhogen van de dijk, zodat de hoogte van de dijk aan het einde van de planperiode gelijk is aan de ontwerphoogte. Om dit te bereiken wordt de dijk hoger aangelegd dan de ontwerphoogte zodat er wordt gecom- penseerd voor de te verwachte zetting. Een deel van de zetting wordt al tijdens de uitvoering gerealiseerd. Hoe groot de zetting is die tijdens de uitvoering wordt gerealiseerd, hangt af van de uitvoeringsmethode en uitvoeringstijd. Het proces van zetting kan worden versneld door bijvoorbeeld het toepassen van een voorbelasting.



Figuur 6 I: Ontwerp- en aanleghoogte van de dijk op basis van ontwikkelingen en robuustheid (schematische weergave, niet op schaal)

7.4 Conclusie

In de onderstaande tabel is een overzicht gegeven van de te verwachten kruinhoogtedaling. In de huidige fase van het project wordt rekening gehouden met autonome bodemdaling en tektonische kanteling. Deze zijn verwerkt in de ontwerphoogte.

fenomeen	ordegrootte	verwerkt in	
		ontwerphoogte	aanleghoogte
zetting t.p.v. kruin	0,2 -0,3 m* in 50 jr	nee	ja
klink		nee	ja
autonome bodemdaling	2-7 mm/jaar	ja	ja
tektonische kanteling	1 mm/jaar	ja	ja

*Berekend bij HWBP2-ontwerp [12]. De maximale zetting treedt op in het talud of berm (maximaal 1,5 m)



BIJLAGE 8: PROFIEL VOORKEURSALETERNATIEF HWBP2, VIERKANT VERSTERKEN

