



RWS BEDRIJFSINFORMATIE

Versterkingsopgave Marken

Bepaling dijkversterkingsopgave van de Omringkade van Marken

Datum	2 juni 2016
Status	Definitief

Colofon

Uitgegeven door	Rijkswaterstaat West Nederland Noord
Informatie	André Sluiter (Projectleider)
Telefoon	06-52066988
email	andre.sluiter@rws.nl
Uitgevoerd door	Aike van der Nat, Berthe Brouwer, Jasper van der Woude, Vera Konings
Opmaak	Aike van der Nat
Datum	2 juni 2016
Status	definitief
Versienummer	1.0

Inhoud

1 Inleiding 5

- 1.1 Aanleiding voor de dijkversterking 5
- 1.2 Planvorming dijkversterking dijkkring 13 Marken: een korte geschiedenis 5
- 1.3 Doel van de dijkversterking 6

2 Beschrijving van de dijkkring 6

- 2.1 Versterkingsgeschiedenis vanaf de jaren '80 6
- 2.2 Normering en hydraulische randvoorwaarden 6
- 2.3 Versterkingen Zuidkade 7
- 2.4 Versterkingen Westkade 8
- 2.5 Versterkingen Noordkade 8
- 2.6 Beheer en onderhoud 9
- 2.7 Ondergrond 11
- 2.8 Bodemdaling, zetting en deformatie 12

3 Technische veiligheidsanalyse 12

- 3.1 Stap 1: Opgave o.b.v. formele rapportage toetsing 13
- 3.2 Stap 2: Opgave o.b.v. aanvullende onderzoeken 13
- 3.3 Stap 3: Opgave o.b.v. nieuwe WTI en nieuwe normering 14
 - 3.3.1 Hoogte 15
 - 3.3.2 Stabiliteit steenbekleding en erosie dijklichaam 18
 - 3.3.3 Macro stabiliteit 19
 - 3.3.4 Opbarsten en Piping 21
 - 3.3.5 Haven 21
 - 3.3.6 Gemaal 22
- 3.4 Beheerdersoordeel 22

4 Omgevingsanalyse 23

- 4.1 Een onderhoudbare dijk 23
- 4.2 Beperken overlast bij werkzaamheden 23
- 4.3 Goed uitziende dijk t.b.v. gevoel van veiligheid 24
- 4.4 Geen 'kamelendijk' 24
- 4.5 Dijk passend bij Marken 25
- 4.6 Rekening houden met zetting van de dijk 26
- 4.7 Meekoppelen recreatie 26
- 4.8 Meekoppelen optimalisatie waterbeheer 26
- 4.9 Borging kortcyclisch versterken 26
- 4.10 Normering omringkade 27
- 4.11 Overdracht van de kering 27
- 4.12 Natuurwaarden 27
 - 4.12.1 Ecologische Hoofdstructuur 27
 - 4.12.2 Flora- en faunawet 28
 - 4.12.3 Natura 2000 28

5 Versterkingsopgave 29

Referenties 31

Bijlage A: analyse van de toetsresultaten 33

1 Inleiding

Dit document is de onderbouwing van de scope van de dijkversterking van de Omringkade Marken. Het bevat een beschrijving van de waterkering, en ook de ervaringen vanuit vorige dijkversterkingen worden behandeld (Hoofdstuk 2). De beschikbare technische gegevens, zoals de resultaten van de wettelijke toetsing en daaropvolgende aanvullende onderzoeken, worden gestructureerd en geanalyseerd. Daarnaast zijn er in het kader van de scope onderzoeken en analyses uitgevoerd waarin o.b.v. de nieuwe wettelijke normen en toets instrumentarium voor waterkeringen uitspraken worden gedaan over de veiligheid van de waterkering rond Marken (Hoofdstuk 3).

Naast deze puur technische aspecten worden ook de wensen vanuit de omgeving (bewoners, gemeente, provincie), de beheerder (RWS-WNN) en beoogd toekomstig beheerder beschouwd (Hoofdstuk 4). Alles tezamen leidt tot de formulering van de versterkingsopgave in Hoofdstuk 5.

1.1 Aanleiding voor de dijkversterking

Uit de bij de Wet op de waterkering voorgeschreven toetsing is gebleken dat de Omringkade van Marken (waterkering type dijk) niet voldoet aan de wettelijk gestelde eisen. In de tweede toetsronde (2006) is vastgesteld dat er over circa 400 meter sprake is van onvoldoende kruinhoogte en dat over circa 900 meter de binnenwaartse macrostabiliteit onvoldoende is¹. Ook de taludbekleding is niet voldoende bevonden: uit de toetsing in 2006 is gebleken dat over in totaal ca. 3,7 km de steenbekleding van het buitentalud de maatgevende belasting niet kan weerstaan en versterkt moet worden.

In de derde toetsronde (2011) zijn aanvullende trajecten van de Omringkade afgekeurd op binnenwaartse macrostabiliteit, te weten: circa 2300 meter van de Noordkade en 500 meter van de Westkade². Daarnaast is ook de waterkering in de haven over een lengte van circa 500meter afgekeurd op binnenwaartse macrostabiliteit.

Tot slot is gebleken dat ontwikkelingen omtrent de normering en het wettelijk toets- en ontwerpinstrumentarium aanleiding kunnen zijn voor dijkversterking. Uit de landelijke studie VNK2 blijkt dat, uitgaande van de voor Marken voorgestelde overstromingskansnorm van 1/300 per jaar, verwacht moet worden dat het eiland een versterkingsopgave heeft.

1.2 Planvorming dijkversterking dijkkring 13 Marken: een korte geschiedenis

Naar aanleiding van de toetsresultaten is in de periode 2008 tot 2012 gewerkt aan een dijkversterkingsplan, wat uiteindelijk bleek te leiden tot een forse kering, waarvoor onvoldoende draagvlak en financiële middelen waren. De regionale bestuurders en het Rijk hebben daarom in 2013 besloten om een onderzoek uit te voeren naar de mogelijkheden die de meerlaagse veiligheidsbenadering biedt om een passende oplossing te ontwikkelen voor Marken, het zogenaamde MIRT Onderzoek Pilot Meerlaagsveiligheid Marken. In dit onderzoek is ook voorgesorteerd op de nieuwe normerings-systematiek, welke naar verwachting begin 2017 van kracht wordt.

¹ Uit controle van de technische toetsrapporten blijkt dat t.a.v. de Westkade tussen hmp 1 en 9 ten onrechte is gerapporteerd dat deze aan de macrostabiliteitseisen voldoet. De werkelijke opgave op dit toetsspoor is dus waarschijnlijk hoger (circa 1800m i.p.v. 900 m).

² Het technische oordeel is nooit geland in de LRT. Daarnaast is de werkelijke opgave op dit deel van de Westkade waarschijnlijk 300 meter groter dan hier aangegeven (zie ref. 2) en bijlage A voor een toelichting)

Dit heeft erin geresulteerd dat Rijk en regio in november 2014 tot een advies zijn gekomen aan de Minister waarin wordt geconcludeerd dat op de korte tot middellange termijn alleen met behulp van maatregelen in de eerste laag (de kering zelf) zal moeten worden voldaan aan de nieuwe waterveiligheidsnorm van Marken. Daarom is besloten een aantal onderzochte oplossingsrichtingen uit de MIRT Onderzoeksfase verder te optimaliseren en uit te werken in een MIRT verkenning:

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

Daarnaast is geadviseerd om voor de langere termijn onderzoek te doen naar de mogelijkheden die waterrobuuste ontwikkeling (meerlaagseveiligheid) kan bieden en tevens om op korte termijn maatregelen rondom de crisisbeheersing en achterstallig onderhoud te implementeren om de tussentijdse veiligheid te borgen.

1.3 Doel van de dijkversterking

Het doel van de dijkversterking is om de kering zo te versterken, dat deze voldoet aan de nieuwe waterveiligheidsnorm gedurende de ontwerphorizon van de kering (zodat de kering niet te vroeg afgekeurd gaat worden). Naast veiligheid is ook de ruimtelijke kwaliteit van belang. De eisen hiervoor worden vastgelegd in het Ruimtelijk Kwaliteitskader volgens het credo "Safety First, Quality Too". Bij de dijkversterking dient daarom ook rekening gehouden te worden, natuurwetgeving, ruimtelijke kwaliteit, de wensen van de bewoners van Marken en meekoppelkansen te benutten waar nodig. Tot slot moet de waterkering goed te onderhouden en te beheren zijn.

2 Beschrijving van de dijkkring

2.1 Versterkingsgeschiedenis vanaf de jaren '80

Hieronder worden de verbeteringswerken aan de Omringkade Marken beschreven. In de loop der jaren is helaas veel informatie over de ontwerpen en de uitgangspunten van dijkversterkingen op Marken verloren gegaan. Daarom kan pas vanaf begin jaren 80 een betrouwbaar beeld van de versterkingen worden verschaft. Het is evenwel bekend dat in de daar voorafgaande decennia de kade doorlopend is verbeterd en versterkt. De verbeteringswerken zijn apart beschreven voor de Zuid-, West-, en Noordkade.

2.2 Normering en hydraulische randvoorwaarden

Ten tijde van de hieronder beschreven versterkingen is voor Marken uitgegaan van een veiligheidsnorm (overschrijdingsfrequentie) van 1/1000 per jaar. Bij de vertaling hiervan naar de benodigde kruinhoogte is niet uitgegaan van het toen standaard overslagcriterium (i.e. dat <2% van de invallende golven de kruin mogen bereiken of overschrijden), maar werd als criterium gehanteerd dat de inundatiewaterstand op het eiland niet sneller mag stijgen dan 0,05 m per uur. Vertaald naar het golfoverslagcriterium kwam dit toen neer op 10 tot 17,5 l/s/m.

Met de inwerkingtreding van de Wet op de Waterkering werd voor Marken een overschrijdingskansnorm van 1/1250 per jaar van kracht. Deze norm is ook het

uitgangspunt geweest voor het uiteindelijk niet uitgevoerde dijkversterkingsplan uit de periode 2008 – 2012.

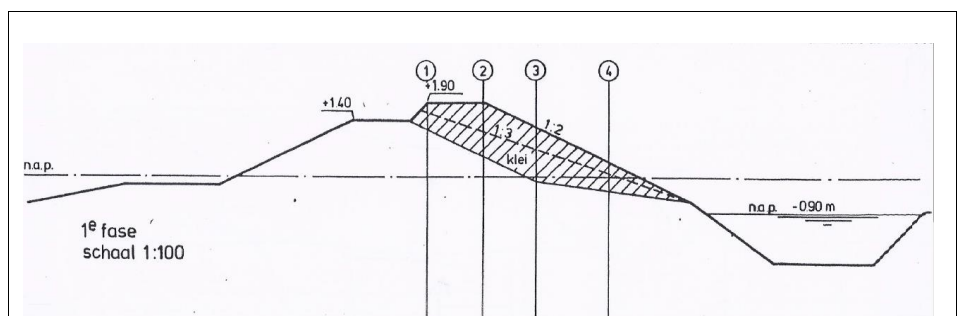
Inmiddels wordt in Nederland de risicobenadering in het waterveiligheidsbeleid geïmplementeerd (zie o.a. ref. 8. voor een uitgebreide toelichting). Hierdoor zullen de normen worden aangepast van overschrijdingskansnormen naar overstromingskansnormen.

De norm in de wet wordt ook wel de signaleringsnorm genoemd, waarmee een expliciet moment ingebouwd is waarop wordt gesignaleerd dat een kering op termijn versterkt moet worden. Bij overschrijding van de signaleringsnorm start een onomkeerbaar proces voor versterking. De signaleringsnorm is zo gekozen dat er voor uitvoering van de verbeteractie voldoende tijd is en de verbeteractie afgerond wordt voordat de kering het gewenste beschermingsniveau niet meer biedt. Voor Marken is een signaleringsnorm van 1/300 per jaar bepaald.

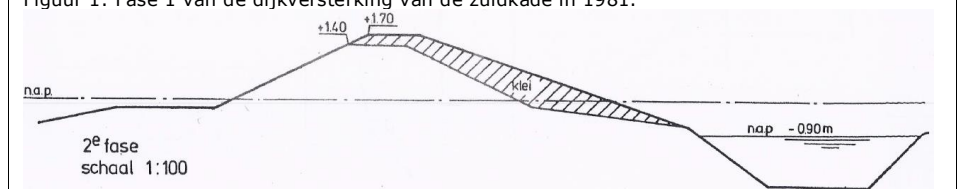
Om vast te kunnen stellen of het gewenste beschermingsniveau wordt geboden is een ondergrens nodig. Deze ondergrens geeft de maximale overstromingskans of faalkans voor een kering weer, die hoort bij het gewenste beschermingsniveau. De ondergrens is het startpunt voor het ontwerpen van een kering en voor het bepalen van de hoogte van de subsidie ten behoeve van een sober en doelmatig ontwerp. De ondergrens is een factor 3 groter dan de signaleringswaarde. Voor Marken geldt dus een ondergrens van 1/100 per jaar.

2.3 Versterkingen Zuidkade

- 1981: in de jaren voorafgaand aan deze versterking is geconstateerd dat de kade onvoldoende hoog was om tijdens maatgevende omstandigheden het water te kunnen keren. De kering is daarop in 2 fasen aan de binnenzijde versterkt. In 1981 heeft men een voorbelasting van circa 6 à 7 kN/m² op het binnentalud van de bestaande kering aangebracht. Na een aanpassingsperiode van 4 weken is begonnen met het afwerken en ophogen van de bestaande kade tot 1,90m+NAP (zie Figuur 1). Na een jaar zou begonnen worden met fase 2, waarin het talud en de kruin zouden worden afgewerkt tot een hoogte van 1,70m+NAP (Figuur 2). In de tussentijd hebben zich echter ernstige deformaties en zelfs enkele afschuivingen voorgedaan. Dit heeft er toe geleid dat pas na 2 jaar met deze fase gestart kon worden.



Figuur 1: Fase 1 van de dijkversterking van de zuidkade in 1981.



Figuur 2: Fase 2 van de dijkversterking van de zuidkade in 1981.

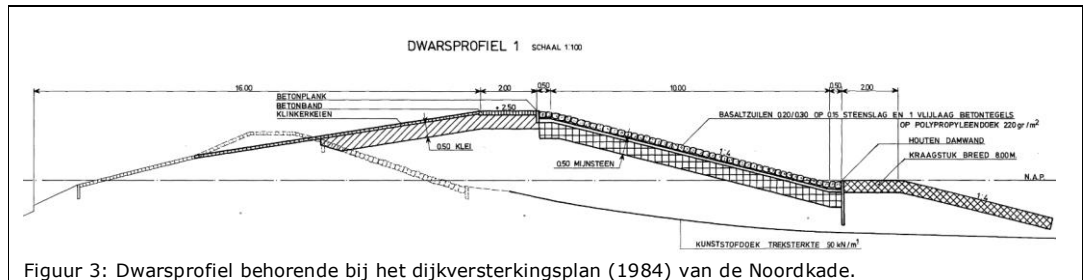
- 1983: Uitvoering fase 2 op traject Rozenwerf – Vuurtoren waarbij klei in lagen is aangebracht en verdicht. Taludbekleding is herzet en pad op de kruin is herstraat in klei.
- 1984: Uitvoering fase 2 op traject Kruis – Rozenwerf waarbij klei in lagen is aangebracht en verdicht. Taludbekleding is herzet en pad op de kruin is herstraat in klei.
- 1986: herprofilering van het talud op traject Kruis – Rozenwerf met klei. Kruinbreedte naar 1,50 meter, hoogte naar 1,80+NAP. Taludbekleding is herzet en pad op de kruin is herstraat.
- 1987: Herstraten van het pad op de kruin. Waar nodig aanvullen en verdichten van de berm met klei.
- 1997: vervanging gemaal en herprofilering en ophoging traject gemaal – Rozenwerf tot 1,70+NAP.
- 1997 – 2015: in deze periode zijn voor zover bekend geen grote versterkingen of verbeteringen uitgevoerd. In het kader van de Pilot MLV Marken zijn ten behoeve van de tussentijdse veiligheid wel onderhoudswerkzaamheden aan de steenbekleding en teenbestorting uitgevoerd (2014 – 2015).

2.4 Versterkingen Westkade

- 1981: de Westkade is op dezelfde wijze als de zuidkade versterkt. Het is echter onbekend of zich hier na de uitvoering van fase 1 dezelfde problemen met de stabiliteit hebben voorgedaan. Aangenomen wordt dat fase 2 volgens plan in 1982 is uitgevoerd.
- 1982 – 2015: in deze periode zijn voor zover bekend geen grote versterkingen of verbeteringen uitgevoerd. In het kader van de Pilot MLV Marken zijn ten behoeve van de tussentijdse veiligheid wel onderhoudswerkzaamheden aan de gras- en steenbekleding uitgevoerd (2014 – 2015).

2.5 Versterkingen Noordkade

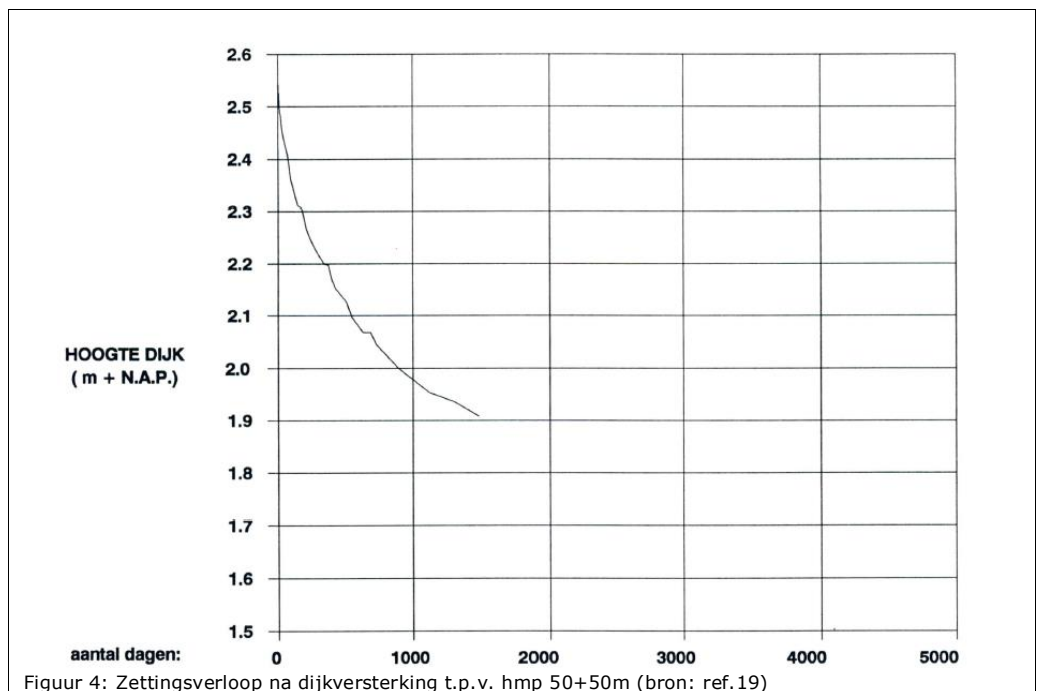
- 1984 – 1985: n.a.v. de op de Zuid- en Westkade opgedane ervaring met de daar toegepaste binnenwaartse versterkingsmethode heeft men op de Noordkade voor een andere aanpak gekozen. Men heeft gekozen voor een buitenwaartse versterking in twee fasen. In de eerste fase zijn op een vóór de kade gespreid geotextiel drie lagen zand opgebracht. Dit geotextiel is toegepast om stabiliteitsverlies tegen te gaan en een gelijkmatige zetting te bereiken. Met het opgespoten zand is voor de bestaande kering een tijdelijke waterkering gebouwd, welke de opengebroken waterkering in de winter bescherming heeft geboden. In 1985 is het zand op het buitentalud van de bestaande kade opgebracht en is de nieuwe kade gevormd en afgewerkt. Volgens de bestektekeningen is het binnentalud over de volledige lengte voorzien van een klinkerbekleding (figuur Figuur 3), vermoedelijke om de erosiebestendigheid te vergroten. Of deze klinkerbekleding inderdaad overal is aangebracht is onbekend, er zijn locaties bekend waar nu geen klinkers meer liggen. De aanleghoogte van de kade was 2,50m+NAP.



Figuur 3: Dwarsprofiel behorende bij het dijkversterkingsplan (1984) van de Noordkade.

De versterking is over twee bestekken verdeeld, waarbij in 1984 is begonnen met de versterking van het deel tussen de vuurtoren en de hmp 55.

- 1986 – 1987: uitvoering tweede bestek zoals hierboven beschreven (tussen hmp 55 en de Bukdijk). Hoewel deze kade op dezelfde hoogte is aangebracht als het eerste bestek is dit deel in de huidige situatie significant hoger. Mogelijk heeft hier minder zetting en klink plaatsgevonden. Op het eiland gaat het verhaal dat de kering in het eerste bestek simpelweg lager is aangelegd. Monitoringsgegevens van RWS in de eerste jaren ná aanleg van beide bestekken wijzen er echter op dat de aanleghoogten wel degelijk 2,5m+NAP waren (ref.19). De exacte oorzaak van het huidige kruinhoogteverschil blijft dus onduidelijk.
- Ondanks het aangebrachte geotextiel en de periode van voorbelasting hebben zich in de eerste jaren na aanleg van de versterking forse zettingen voorgedaan, welke afweken van de vooraf berekende zetting (ref.19). Over de eerste vier jaar bedroeg de zetting ruim 60cm (Figuur 4.)



Figuur 4: Zettingsverloop na dijkversterking t.p.v. hmp 50+50m (bron: ref.19)

2.6 Beheer en onderhoud

Qua beheer en onderhoud is er een duidelijk verschil tussen de Zuid- en Westkade, en de Noordkade. De huidige kering ter plaatse van de Zuid- en Westkade wordt gekenmerkt door steile, tot zeer steile (1:1) taluds, een smalle kruin en een geringe belastbaarheid door voertuigen. Deze combinatie van factoren maakt dat basale

onderhoudswerkzaamheden, zoals bijvoorbeeld maaien, een arbeidsintensieve, riskante en kostbare aangelegenheid worden (Figuur 5). Deze situatie heeft er in het verleden toe geleid dat bijvoorbeeld maaiwerkzaamheden niet goed werden uitgevoerd, wat tot een verslechtering van de grasmat heeft geleid. De onderhoudbaarheid heeft daarmee ook een directe invloed op de standzekerheid van de kering.

Vanwege de geringe belastbaarheid is op de Zuid- en de Westkade een gewichtsbepanking voor voertuigen van 1ton van kracht. Hiermee moet worden voorkomen dat zich verzakkingen van het dijklichaam vormen en schade ontstaat in woningen a.g.v. trillingen, wat zich bij belasting van de dijk met onderhoudsvoertuigen in het verleden heeft voorgedaan. Daarnaast wordt ook de kans op afschuivingen van het steile binnentalud (op sommige plaatsen 1:1) verkleind.

De gewichtsbepanking bemoeilijkt allerlei beheer-aspecten, zoals inspecties en monitoring. De grootste gevolgen zitten echter in de hoek van de crisisbeheersing. Doordat de dijk nauwelijks met voertuigen belast mag worden moet bijvoorbeeld tijdens maatgevende belasting (storm) de dijkbewaking te voet worden uitgevoerd. Daarnaast is ook het achterland nauwelijks belastbaar, waardoor de aanvoer van noodconstructies (e.g. zandzakken, bigbags etc.) zo goed als onmogelijk is.

Ook het buitentalud is niet goed te beheren. Doordat de steenbekleding niet, of niet goed is ingewassen is ook hier sprake van ruige vegetatie vorming. Hierdoor is de bekleding niet goed zichtbaar, wat inspecteren zo goed als onmogelijk maakt. Ook het fietspad op de kruin van de Zuid en de Westkade is moeilijk te onderhouden. De wijze waarop de klinkers van het fietspad zijn gestraat (beperkt zandcunet) in combinatie met (ongelijkmatige) zetting, leidt ertoe dat het fietspad sterk naar binnen helt en dat er na herstel snel (binnen een jaar) opnieuw kieren ontstaan tussen de klinkers. De scheve ligging in combinatie met de onkruidgroei tussen de klinkers leidt tot een onveilige verkeerssituatie op het fietspad.

Hierboven geschetste problemen zijn niet van toepassing op de Noordkade: hier kan beheer en onderhoud in het algemeen op gangbare wijze gevoerd worden. De gewichtsbepanking is hier 3 ton.

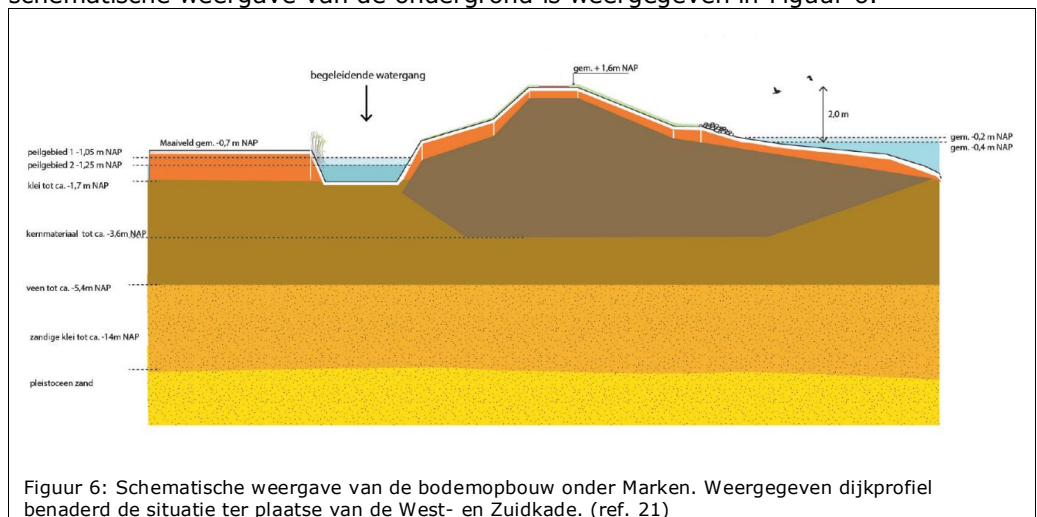


Figuur 5: Handmatig maaien op het binnentalud van de zuidkade, mei 2014.

2.7 Ondergrond

Ten tijden van de derde toetsronde heeft Arcadis een geotechnisch lengteprofiel opgesteld (zie bijlage 2 in ref. 4) waarin alle tot dan toe beschikbare bodem onderzoeken zijn betrokken. De hieronder volgende beschrijving van de ondergrond is van deze data en de daarop gebaseerde analyse in het Definitief ontwerp van DHV uit 2008 afgeleid (ref. 22).

De ondergrond van Marken bestaat uit een kleilaag op een veenlaag. De pleistocene zandlaag bevindt zich op ongeveer 14 meter onder NAP. Het kernmateriaal in de Zuid- en Westkade is klei, dat in de Noordkade is grotendeels zand (m.u.v. traject tussen hmp 71-75, daar bevindt zich klei in de kern). Een schematische weergave van de ondergrond is weergegeven in Figuur 6.



Uit de verzamelde gegevens af is te leiden dat de bodemopbouw in het projectgebied over het algemeen vrij uniform is. Per dwarsprofiel is echter een duidelijk onderscheid te maken in de diepteligging van de onderscheiden grondlagen tussen het voorland, achterland en onder de dijk. De volgende analyse is overgenomen uit het DO van DHV uit 2012 (ref. 22).

Ter plaatse van het achterland bestaat de ondergrond globaal uit een pakket klei (Klei van Duinkerken) van maaiveld tot circa -2,70 m NAP op een veenlaag (Hollandveen) tot circa NAP -5,50 m. Het veenpakket wordt gevolgd door een kleipakket (Klei van Calais) tot circa -7,70 m NAP. Hieronder is een Holocene tussenzandlaag aangetroffen (Zand van Calais) tot circa -13,7 m NAP, gevolgd door een afsluitende laag (Basisveen) van minimaal 0,3 m dikte. Hieronder is het 1e watervoerend pakket aangetroffen (Pleistoceen zand). Het scheidende karakter van de basisveenlaag wordt bevestigd door het verschil in stijghoogte tussen het bovengelegen Zand van Calais en het ondergelegen Pleistocene zand.

Onder de dijk is de laagopbouw hetzelfde als in het achterland, alleen bevindt de bovenzijde van voornamelijk de Klei van Duinkerken en het Hollandveen op een lager niveau en zijn de diktes wat geringer. Beide verschillen met de bodemopbouw van het achterland (bovenzijde en dikte) zijn eveneens aangetroffen bij de Klei van Calais, zij het in beperkte mate.

De laagopbouw en diktes in het voorland zijn vergelijkbaar met die in het achterland. Het enige verschil is dat de toplaag van klei (Klei van Duinkerken) hier

niet overal aangetroffen is, óf dat er in ieder geval grote onzekerheid bestaat of ze in voldoende dikte aanwezig is om een significant verschil te maken op het ontwerp. Alhoewel uit de oude sonderingen zelf moeilijk is af te leiden of er al dan niet een kleilaag aanwezig is (geen kleefmeting, mechanische sondering), zijn er bij een aantal sonderingen tevens korte handboringen uitgevoerd. Hieruit blijkt dat op meerdere plaatsen de kleilaag niet aanwezig is. Ook bij de boringen langs de zuidwestkade, is geen toplaag van klei aangetroffen.

2.8 Bodemdaling, zetting en deformatie

Zoals beschreven in § 2.1 zijn na eerdere dijkversterkingen op Marken forse kruindalingen en deformaties van de dijklichamen opgetreden. De direct na versterking waargenomen deformaties en kruindalingen zijn voornamelijk het resultaat van zetting en klink. Deze processen lijken nu grotendeels uitgewerkt te zijn. De huidige kruindalingen worden veroorzaakt door autonome bodemdaling, welke het gevolg zijn van ontwatering van de waterrijke bodem in de polder en tektonische kanteling. Deze autonome bodemdaling wordt ingeschat op 2 tot 7 mm per jaar.

Uit deformatie-onderzoek (ref. 23) is gebleken dat de kruindaling direct na de laatste dijkversterking gemiddeld zo'n 17mm/jaar bedroegen. In het Definitief Ontwerp van de DHV uit 2012 is over de planperiode van 50 jaar uitgegaan van een gemiddelde kruindaling van 10mm/jaar (bijlage B3-1 in ref. 22).

3 Technische veiligheidsanalyse

Op de dijkversterking van Marken wordt al lange tijd gestudeerd. Aanleiding voor de eerste plannen waren de resultaten van de tweede toetsing, waarvoor het onderzoek reeds in 2003 gestart is. Deze resultaten zijn aangevuld met die uit de derde toetsronde (2009 – 2011). In de periode tussen deze toetsing en het heden zijn diverse aanvullende onderzoeken uitgevoerd met als doel de toetsresultaten te verbeteren en een beter beeld te krijgen van de veiligheidssituatie. Daarnaast zijn er verkennende onderzoeken uitgevoerd op basis van de nieuwe normering (overstromingskans benadering) en met de laatste rekenmethodes uit het nieuwe Ontwerp- en Toetsinstrumentarium.

De meeste onderzoeken vullen elkaar aan, maar in sommige gevallen spreken de resultaten elkaar tegen. Daarnaast blijken er verschillen te zijn tussen de bevindingen in de technische rapporten, en de aan de toezichthouders (Rijk en Provincie) gerapporteerde resultaten. Het is daarom lastig gebleken een overzicht te krijgen van de laatste, meest betrouwbare inzichten in de veiligheidssituatie van de waterkeringen rondom Marken.

Om dit overzicht toch te verkrijgen zijn alle beschikbare gegevens opnieuw geanalyseerd en zijn een aantal nieuwe onderzoeken uitgevoerd. In onderstaande paragrafen zijn de resultaten van deze analyse weergegeven. De analyse is in 3 stappen uitgevoerd, telkens resulterend in een inschatting van de opgave:

- Stap 1: hierin wordt ingegaan op de formele resultaten van de laatste wettelijke toetsing.
- Stap 2: hierin is gekeken hoe de aanvullende onderzoeken deze resultaten beïnvloeden
- Stap 3: hierin is ingeschat hoe de nieuwe normen en het nieuwe toets- en ontwerpinstrumentarium de opgave beïnvloeden.

3.1 Stap 1: Opgave o.b.v. formele rapportage toetsing

In de derde toetsronde (2011) is de waterkering om Marken op delen afgekeurd op de sporen Overslag / Overloop (HT), binnenwaartse macrostabiliteit (STBI) en de stabiliteit van de steenbekleding. Op basis van een aantal technische onderzoeken heeft Rijkswaterstaat haar bevindingen aan de Provincie Noord-Holland (de toenmalige toezichthouder) gerapporteerd, welke op haar beurt aan het Rijk rapporteert. Het Rijk, in persoon van de Minister, rapporteert vervolgens aan de Tweede Kamer door middel van de Landelijke Rapportage Toetsing (LRT, ref. 3). Dit zogeheten Rijksoordeel vormt de basis voor de budgetbepaling door het HWBP en is op kaart weergegeven in Figuur 7.

3.2 Stap 2: Opgave o.b.v. aanvullende onderzoeken

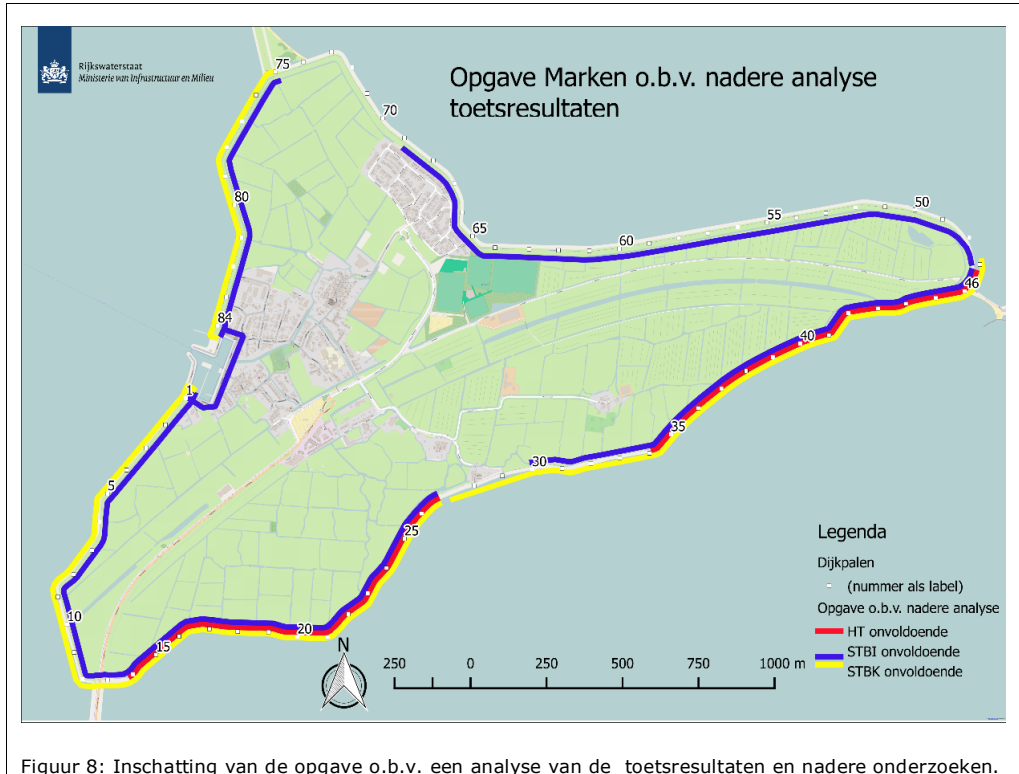
Naar aanleiding van de start van de Verkenning zijn de technische rapporten die ten grondslag liggen aan het Rijksoordeel opnieuw geanalyseerd. Doel van de analyse was vast te stellen in welke mate deze onderzoeken nog representatief zijn voor bepaling van de huidige versterkingsopgave. Deze vraag is vooral relevant voor delen van de West- en Zuidkade waar de resultaten van de derde toetsronde



direct zijn overgenomen uit de tweede toetsronde, en dus sterk verouderd zijn. Uit de analyse blijken een aantal zaken die van belang zijn:

- De resultaten uit de technische toets zijn niet overal op de juiste wijze aan Provincie en Rijk gerapporteerd. Dit heeft tot onterechte goedkeuring van bepaalde trajecten geleid.
- In de tweede toetsronde zijn verkeerde gegevens gebruikt, welke zijn overgenomen in de derde toetsronde. Toen dit werd opgemerkt is (deels) opnieuw getoetst, maar de resultaten zijn niet in de LRT verwerkt.
- Op basis van nieuw onderzoek, uitgevoerd conform VTV2006, kan worden geconcludeerd dat een aantal toets-oordelen in negatieve zin zouden moeten worden bijgesteld.

De resultaten van deze analyse zijn opgenomen in bijlage A. De resultaten zijn op kaart weergegeven in Figuur 8.



3.3 Stap 3: Opgave o.b.v. nieuwe WTI en nieuwe normering

Op dit moment doen zich op gebied van waterveiligheid verschillende ontwikkelingen voor die invloed hebben op de omvang van de opgave. Het gaat hier om de nieuwe, op overstromingskansen gebaseerde waterveiligheidsnormen voor de waterkeringen. Deze leiden tot een aangepast Ontwerp Instrumentarium (OI) en een aangepast Wettelijk Toets Instrumentarium (WTI). In het nieuwe WTI zijn ook een aantal vernieuwing doorgevoerd die los staan van de invoering van de overstromingskans-benadering. De belangrijkste zijn de onzekerheidstoelagen voor de hydraulische randvoorwaarden en het berekenen van de macrostabiliteit met ongedraineerde in plaats van gedraineerde sterkte parameters waar dijken zich op een ondergrond (klei en veen) bevinden.

Hoewel de normen nog niet van kracht zijn, en het OI en WTI nog volop in ontwikkeling zijn, is het nu reeds duidelijk dat beide tot nieuwe uitgangspunten voor de toetsing en het ontwerp van de waterkeringen van Marken leiden. Het is daarom van belang om een inschatting van de opgave o.b.v. deze nieuwe uitgangspunten te maken. Gebruikmakend van bestaand gegevens en recent (speciaal voor dit doel) uitgevoerd grondonderzoek, zijn een aanzienlijk aantal nieuwe berekeningen gemaakt. De resultaten hiervan zijn beschreven in de hierop volgende paragrafen. Er is voor gekozen de relevante faalmechanismen afzonderlijk van elkaar te beschouwen.

De beschouwing van de faalmechanismen is nadrukkelijk geen volledige toetsing, er zijn bijvoorbeeld vrij grote dijkvakken genomen. We beschouwen de uitgevoerde berekeningen als een goede benadering van de toestand van de kering op basis van het nieuwe WTI.

3.3.1 Hoogte

In het VNK2 onderzoek zijn faalkansen op doorsnedeniveau bepaald (ref. 8). De in VNK gebruikte belastingen én sterkteformuleringen wijken echter af van die in het nieuwe WTI. Ook heeft er sinds het VNK onderzoek doorlopend zetting plaatsgevonden. De VNK resultaten kunnen daarom niet worden vergeleken met de faalkansen op doorsnedeniveau die volgt uit de nieuwe signaleringswaarde van 1/300 per jaar.

Om een inschatting te kunnen maken van de hoogte-opgave o.b.v. het toekomstige WTI zijn nieuwe berekeningen gemaakt (Ref. 36). In de berekeningen zijn gemaakt voor 12 vakken. De haven is hierin niet beschouwd. Er is rekening gehouden met een vakspecifieke bodemdaling. Om inzicht te krijgen in de gevoeligheid is met het overslagdebiet en de onzekerheidstoeslag gevarieerd. Er is voor gekozen om te toetsen aan de berekende hoogtes behorende bij een overslagdebiet van 5l/m/s en een onzekerheidstoeslag van 20cm. Deze keuzes worden hieronder toegelicht.

Voor het **overslagdebiet** geldt dat met 10l/s/m gerekend mag worden wanneer geldt dat de significante golfhoogte kleiner is dan 2,0m én dat overal wordt voldaan aan één van de volgende voorwaarden (zie tabel 5 in Ref. 31): Gesloten graszoden op binnentalud of open zoden op een kleilaag van minimaal 0,4m. De Noordkade heeft een gesloten zoden en de Zuid en Westkade hebben een kleikern. Omdat ook de significante golfhoogte overal kleiner is dan 2,0m mag dus met 10l/m/s worden gerekend. Echter, 10 l/s/m wordt niet verstandig en realistisch geacht omdat het waterbezwaar op het eiland bij overslag vrij groot zal zijn en bovendien, gezien de lage norm, relatief vaak voor zal komen. Daarnaast wordt gewezen op de vrij steile taluds (plaatselijk tot 1:1) van met name de Zuid- en Westkade, welke volgens experts extra gevoelig zijn voor schade als gevolg van overslag. Daarom is voor een kritiek overslagdebiet van 5l/s/m gekozen.

Het OI2014v3 schrijft voor het hele Markermeer een **onzekerheidstoeslag** van 40cm voor, welke is bepaald o.b.v. een waterstand met een overschrijdingskans van 1/10.000 per jaar (doorsnedeniveau). Omdat de onzekerheid afhangt van de overschrijdingskans, en de norm van Marken relatief laag is (1/833 op doorsnedeniveau) is door het Kennis Platform Risicobenadering (KPR) aangegeven dat de werkelijke onzekerheid voor Marken lager is. Vandaar dat er een gevoeligheidsanalyse met 20 en 40 cm onzekerheidstoeslag is uitgevoerd.

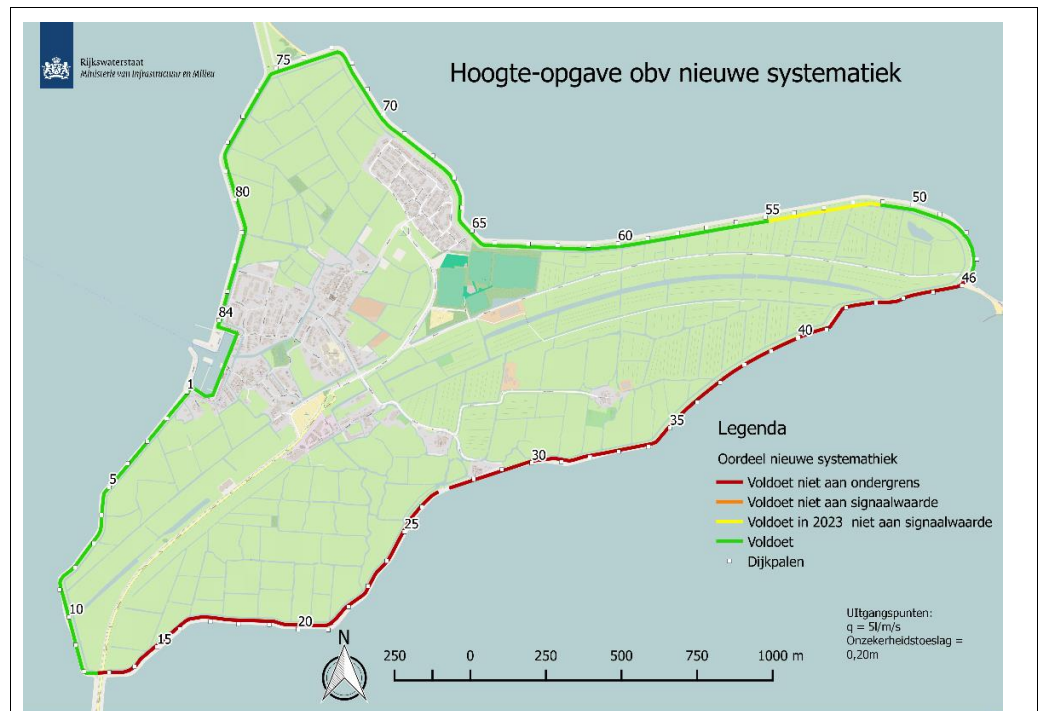
Na nadere analyse van de situatie op Marken heeft het KPR geadviseerd (Ref. 37) voor het hele eiland een onzekerheidstoeslag van 30 cm te hanteren. In het advies wordt evenwel aangegeven dat de werkelijke onzekerheid per kade verschilt omdat deze afhangt van het lokaal dominante belastingtype (wind of meerpeil). Voor de Noord- en Westkade (meerpeil gedomineerd) betekent dit dat de onzekerheidstoeslag 20cm bedraagt. Voor Zuidkade is een onzekerheidstoeslag van 30cm bepaald. Met 20cm is bij de Zuidkade dus met een iets te gunstige toeslag gerekend. Dit is echter acceptabel aangezien tegelijkertijd met een conservatief overslagdebiet is gerekend. Bovendien is gebleken dat de Zuidkade ondanks de gunstigere onzekerheidstoeslag nog steeds afgekeurd wordt. Daarom is voor een onzekerheidstoeslag van 20cm voor het hele eiland gekozen.

Overige uitgangspunten van de berekeningen wijken niet af van de standaard en zijn beschreven in Ref. 36. Ter toetsing is de huidige hoogte vergeleken met de benodigde hoogte voor de ondergrens en de signaalwaarde. Bovendien is een doorkijk gegeven naar de eerst volgende toetsing ná de versterking, waarbij is

rekening gehouden met de doorlopende bodemdaling. In deze doorkijk is getoetst aan de benodigde hoogte voor de signaalwaarde in 2023, met als doel in te schatten wanneer nu goedgekeurde strekkingen wél afgekeurd gaan worden. Een prognose van afkeuring in 2023 zou een argument kunnen zijn om dergelijke strekkingen nu al mee te nemen in de opgave. De resultaten zijn weergegeven in 2 figuren: een overzicht van de hoogte opgave o.b.v. de drie hierboven genoemde toetsscenario's (Figuur 9) en een overzicht van het hoogtetekort c.q. overschot t.o.v. de ondergrens (Figuur 10). In deze laatste figuur is ook een tabel opgenomen waarin de overhoogte is vertaald naar een inschatting van de restlevensduur van de kade totdat deze de ondergrens onderschrijdt.

Uit de berekeningen blijkt dat de hele zuidkade een fors hoogte tekort heeft. De west- en de noordkade hebben een overhoogte variërend van 20 tot 55cm. De restlevensduur tot bereiken van de ondergrens is minimaal 25 jaar (vak 7a). Naar verwachting zal dit vak in 2023 het niveau behorende bij de signaalwaarde nèt onderschrijden. Voor de haven zijn geen berekeningen uitgevoerd. Toch is de haven in Figuur 9 groen ingetekend, omdat op basis van de berekeningen aan de Westkade mag worden aangenomen dat de kade hier op hoogte voldoet (zie ook §3.3.5).

Hoewel niet zichtbaar in de kaart, verdient de hoogteopgave van de Rozewerf een nadere beschouwing gezien de bijzondere cultuurhistorische waarden van deze plaats. Over het hele dijkvak 4 - van het gemaal tot de Heuvel - is een hoogteopgave geconstateerd. Deze is echter beperkter dan die van de dijkvakken 3 en 5. Precies ter hoogte van de woningen van de Rozewerf zelf is geconstateerd dat geen hoogteopgave aanwezig is. De dijk is hier iets hoger, en de benodigde dijkhoogte is geringer als gevolg van de relatief luwe ligging van de Rozewerf. Naar verwachting is er vanaf ca. 2035 wel een hoogtetekort ter plaats van de woningen van de Rozewerf.



Figuur 9: hoogte-opgave o.b.v. nieuwe systematiek uitgaande van een overslagdebet van 5l/m/s en een onzekerheidstoelag van 20cm.



Figuur 10: Overhoogte (m) per vak t.o.v. van benodigde hoogte conform ondergrens. In de tabel zijn ook de vakspecifieke zettingen én de restlevensduur tot bereiken ondergrensniveau gegeven.

3.3.2 Stabiliteit steenbekleding en erosie dijklichaam

In het nieuwe WTI zal worden gerekend met een nieuwe versie van het software programma 'SteenToets'. Volgens een voor de Afsluitdijk uitgevoerde consequentie-analyse (Ref. 38) heeft dit geen gevolgen voor de uitkomsten van de toetsing. In de notitie wordt het volgende geconcludeerd:

"De minimaal benodigde hoogte van de betonzuilen is bepaald met SteenToets2014 versie 14.1.1.1. Er is niet gekozen voor het alternatief SteenToets2008. Om de verschillen tussen deze twee programma's te bepalen zijn een aantal sommen uitgevoerd met beide programma's.

Een verschil tussen beide programma's is de omgang met de hoek van golfival. In SteenToets2014 wordt voor de invloed van scheve golfival een minimum sectorbreedte aangehouden van 30°. Door het toepassen van de sectorbreedte is de hoek van golfival in SteenToets2014 altijd 15 graden kleiner dan in SteenToets2008. Dit leidt er toe dat in SteenToets2014 de benodigde zuilhoogte iets groter is (orde grootte 0,03 m) dan in SteenToets2008.

Wanneer de hoek van golfival in de hydraulische randvoorwaarden handmatig wordt aangepast in SteenToets2014 zodat deze in de berekening van beide versies gelijk is, volgt hieruit dezelfde zuilhoogte. Hieruit kan geconcludeerd worden dat, behalve de wijze van berekenen van de hoek van golfival, de methodiek niet is aangepast."

Omdat op de Noordkade de steenbekleding tot aan de kruin is doorgezet is controle op benodigde hoogte van de overgang steenbekleding naar grasbekleding niet nodig. Daarom zou alleen een verandering in de significante golfhoogte (a.g.v. nieuwe norm en nieuwe HR) nog tot een ander oordeel kunnen leiden. Controle van de steentoets invoer uit de 3^e toetsronde (Zie bijlage 8 in ref. 4) leert dat deze rondom de 0,60m ligt. De significante golfhoogte zoals berekend conform nieuwe norm, ligt tussen de 0,56m en 0,67m. De golfhoogte zal dus ook niet tot een ander oordeel leiden.

De toetsresultaten uit de tweede en derde toetsronde worden daarom geacht representatief te zijn voor de toetsing onder het toekomstige WTI. De resultaten zijn weergegeven in Figuur 11. Anders dan in Figuur 7 en Figuur 8 is hierbij onderscheid gemaakt tussen de delen die rekenkundig zijn afgekeurd, en de delen die zijn afgekeurd vanuit aan beheer en onderhoud gerelateerde overwegingen. Zie § 2.6 en § 3.4 voor een toelichting op de beheer en onderhoudsopgave).



3.3.3 Macrostabieleit

In het nieuwe WTI wordt naast de overgang naar de overstromingskansen, ook een wijziging in de rekenmethode voor macrostabieleit voorzien. Voor de grondsoorten veen en klei zal worden overgegaan van berekeningen met gedraineerd sterkteparameters, naar berekeningen met ongedraineerd sterkteparameters. Dit zogenoemde 'ongedraineerd rekenen' wordt gezien als een meer realistische benadering van het gedrag van veen en klei gronden. Over het algemeen is de verwachting dat de sterkte van veen tot op heden werd onderschat, en dat van klei werd overschat.

Voor Marken is het tekort aan binnenwaartse macrostabieleit een belangrijke reden voor versterking. Daarom is ten behoeve van de scopebepaling én ontwerputgangspunten een onderzoek gestart naar de consequenties van het ongedraineerde rekenen bij Marken.

In het kader van dit onderzoek naar de sterkte van het veen onder de dijk van Marken worden op drie locaties (op de zuid- west- en noordkade) op basis van sonderingen, grond en labonderzoek (met DSS proeven) gedraineerde en ongedraineerde berekeningen uitgevoerd naar de stabiliteit van de dijk. Dit onderzoek (ref. 39) is uitgevoerd door Deltares en Fugro gedurende de zomer van 2015. Door middel van grondonderzoek, vergelijkingen met het onderzoek Dijk op Veen (Markermeerdijken) en het WTI zijn de volgende inzichten ontwikkeld:

- Een betrouwbare inschatting van ongedraineerde schuifsterkte parameters
- Verschilanalyse van de gedraineerde versus ongedraineerde sterkte
- Hertoets macrostabieleit

In de verschilanalyse zijn de verschillen tussen gedraineerde en ongedraineerde sterkte van het veen en het effect op de stabiliteit geanalyseerd. Op de west-, zuid- en noordkade is steeds één profiel nader onderzocht. Op deze locaties zijn tevens sonderingen gedaan en bodemonmonster van het klei en veen genomen. In het lab

zijn de veenmonsters met Direct Simple Shear (DSS) proeven de ongedraineerde sterktes bepaald. Deze resultaten zijn 'ge-fit' in de resultaten van het onderzoek naar veensterkte dat uitgevoerd is in het kader van het project 'Dijken op Veen' (DoV) bij de Markermeer dijken. Er bleek een goede fit te zijn, dat wil zeggen, de bij Marken gevonden eigenschappen van het veen komen overeen met die van het veen onder de Markermeer dijken. Tijdens de expertsessie van 24 september 2015 in Delft is daarom geconcludeerd dat de ongedraineerde veenparameters voor Marken overgenomen kunnen worden van die van 'Dijken op Veen' (ref. 40). Daarmee kan voor Marken gebruik worden gemaakt van op basis van zeer uitgebreid onderzoek (en daarmee betrouwbaar) gebaseerde ongedraineerde schuifsterkte parameters.

Het is de bedoeling op gelijke wijze te onderzoeken of dit ook geldt voor de kleiparameters. Echter is het onderzoek naar klei bij DoV op moment van schrijven nog gaande, en kan er nu dus nog geen fit worden gemaakt. Voor de ongedraineerde kleiparameters is daarom uitgegaan van de 'experts best guess'.

Met de nieuwe set parameters zijn een aantal stabiliteitssommen gemaakt. Ook zijn er nieuwe sommen gemaakt met de oude (gedraineerde) parameters. Uit vergelijking van de resultaten blijken er minimale verschillen te zitten tussen gedraineerd en ongedraineerd rekenen. Daarom wordt in het expertteam besloten om voorlopig voor het ontwerp uit te gaan van de set gedraineerde parameters, en zodra de ongedraineerde klei parameters bekend zijn de ontwerpen hiermee te verifiëren (ref. 41). Voor de toetsing betekend dit dat gebruik is gemaakt van sommen met gedraineerde sterkteparameters (ref. 42), aangevuld met enkele indicatieve ongedraineerde sommen (ref. 39). Anticiperend op de nieuwe regels uit het WTI is de situatie onder MHW zónder verkeersbelasting, als maatgevend gesteld. De resultaten zijn hieronder per kade uiteengezet, en weergegeven in **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden..**

Noordkade

- In de 3^e toetsronde net afgekeurd op stabiliteit met gedraineerde sommen en met toepassing verkeersbelasting.
- De aangepaste gedraineerde berekening met verkeersbelasting (13 kPa) leidt net tot een stabiliteitsopgave.
- De indicatieve ongedraineerde berekeningen zonder verkeersbelasting hebben als resultaat dat de noordkade ruim voldoet.

Uit bovenstaande blijkt dat bij toepassing van de nieuwste inzichten – ongedraineerde berekeningen, nieuwe schematisatie, geen verkeersbelasting – de Noordkade voldoet aan de stabiliteitseisen. Volgens de vigerende systematiek voldeed deze kade nog net niet. Geconcludeerd wordt dat de Noordkade op dit moment geen stabiliteitsopgave heeft.

Zuidkade

- In de 2^e toetsronde één strekking (600meter) ruim afgekeurd op stabiliteit.
- De aangepaste gedraineerde berekening met verkeersbelasting (ref. 39) leidt tot een ruime opgave over vrijwel de hele lengte van de kade (berekende stabiliteit 20 tot 30% onder de norm).
- De indicatieve ongedraineerde berekening zonder verkeersbelasting leidt ertoe dat de zuidkade ruim wordt afgekeurd op stabiliteit (ref. 42).

Alle berekeningen wijzen op een stabiliteitsopgave op de zuidkade. Geconcludeerd wordt dat de zuidkade over de gehele lengte een stabiliteitsopgave heeft, met uitzondering van de dijken bij de Rozenwerf, waar werven achterliggen.

Westkade

- In de 2^e en 3^e toetsronde zijn twee strekkingen (circa 1000 meter) afgekeurd op macrostabiliteit.
- De aangepaste gedraineerde berekening met verkeersbelasting (ref. 39) leidt tot een stabiliteitsopgave (ca. 15% onder de norm).
- De indicatieve ongedraineerde berekening zonder verkeersbelasting heeft als resultaat dat er net geen stabiliteitsopgave is (ref. 42).

De recent uitgevoerde gedraineerde berekeningen ten noorden en ten zuiden van de haven, zonder verkeersbelasting, met HR2011 en recente profielen blijkt dat de westkade net niet voldoet aan de stabiliteitseis (ca. 2,5% onder de norm). Wanneer de parameters nog eens scherp naar worden geanalyseerd en keuzes worden herzien, zal deze opgave mogelijk wegvallen. Voor nu moet echter geconcludeerd worden dat er een geringe technische stabiliteitsopgave op de Westkade bestaat.

Uit de toetsing in ref. 42 blijkt verder dat, in lijn met de verwachting, alle kaden ruim voldoen aan de eisen ten aanzien buitenwaartse stabiliteit. Een overzicht van de uitgevoerde binnenwaartse stabiliteitsberekeningen, die voor de bepaling van de opgave relevant zijn, is gegeven in Tabel 1.

Tabel 1: Overzicht uitgevoerde stabiliteitsberekeningen

Kade	Profiel	Para-meters	Model	Verk. belasting	Stab factor	Eis	Ref
west	79,6	Gedr.	Bishop	13 kPa	0,91	1,06	39
west	79,6	Gedr.	LiftVan	13 kPa	0,86	1,06	39
west	79,6	Ongedr.	Bishop	13 kPa	0,84	1,06	39
west	79,6	Ongedr.	LiftVan	13 kPa	0,84	1,06	39
west	79,6	Ongedr.	LiftVan	0 kPa	1,10	1,06	39
west	6	Gedr.	Spencer	0 kPa	1,08	1,09	42
west	80	Gedr.	Spencer	0 kPa	1,05	1,09	42
west	83	Gedr.	Spencer	0 kPa	1,06	1,09	42
Noord	48	Gedr.	Bishop	13 kPa	1,14	1,06	39
Noord	48	Gedr.	LiftVan	13 kPa	1,11	1,06	39
Noord	48	Ongedr.	Bishop	13 kPa	1,16	1,06	39
Noord	48	Ongedr.	LiftVan	13 kPa	1,16	1,06	39
Noord	48	Ongedr.	Liftvan	0 kPa	1,25	1,06	39
Zuid	36	Gedr.	LiftVan	13 kPa	0,77	1,06	39
Zuid	36	Ongedr.	Liftvan	13 kPa	0,73	1,06	39
Zuid	36	Ongedr.	LiftVan	0 kPa	0,95	1,06	39

3.3.4 Opbarsten en Piping

In de wettelijke toetsingen is nooit een probleem met piping geconstateerd. Vanwege de opbouw van de ondergrond (zie § 2.7) is piping ook niet te verwachten. In VNK2 is piping niet beschouwd omdat de bijdrage aan de totale faalkans verwaarloosbaar klein werd geacht te zijn (ref. 8). Ten aanzien van de versterking ligt het voor de hand dat maatregelen voor het opheffen van macroinstabiliteit ruim voldoende zullen zijn om piping te voorkomen. Piping wordt daarom hier verder niet beschouwd. In een later stadium zullen wel enkele berekeningen worden gemaakt om bovenstaande aannames te verifiëren.

3.3.5 Haven

De versterkingsopgave van de haven en het gemaal worden in deze paragraaf apart beschouwd, omdat de aard van de objecten en omstandigheden op deze locaties afwijken van de overige delen van de Omringkade.

Er is nader onderzoek uitgevoerd naar de stabiliteitsopgave op basis van de uitgangspunten nieuwe Ontwerpinstrumentarium en ook de uitgangspunten van het WTI/WBI zijn zoveel mogelijk meegenomen (ref. 43).

Uit de berekeningen blijkt dat de binnenwaartse stabiliteit net voldoet op ca. 2/3 deel van de haven. Dit is in lijn met de resultaten van de stabiliteitsberekeningen van de gehele westkade. Vanuit de onzekerheden die er nog zijn omtrent de parameters, zijn deze delen opgenomen in de versterkingsopgave. In de planuitwerkingsfase zal blijken of er daadwerkelijk maatregelen nodig zijn, zoals het plaatsen van stevige beschoeiing in de binnenteen van de dijksloot. Er wordt dan ook onderzocht of de reststerkte van de damwand voldoende is om een overstroming te voorkomen. Volgens de nieuwe veiligheidsfilosofie mag de reststerkte van de damwand namelijk meegerekend worden. In geval van een binnenwaartse afschuiving zou, mits de damwand stand houdt en hoog genoeg is, dan nog geen sprake zijn van falen van de kering (Pers. Comm. Kenrick Heijn (HWBP), 4-11-2015).

Daarnaast is gebleken dat de constructieve sterkte op ca. 1/3 deel van de damwand niet voldoet.

Aangezien er vanuit kan worden gegaan dat de versterking van de haven geen ruimtelijke implicaties heeft, is het niet bezwaarlijk dat deze nu niet uitgebreid zijn meegenomen in het participatieve ontwerp proces.

De haven is niet meegenomen in de hoogtetoetsing door de Grontmij, omdat hiervoor andere berekeningen nodig zijn dan de standaard hoogte berekeningen die op de overige delen zijn uitgevoerd. Dit in verband met de aanwezigheid van havendammen. Toch kan er o.b.v. de hieronder staande constatering een uitspraak worden gedaan over de hoogte-opgave van de haven:

- De Westkade heeft geen hoogteopgave vanuit de 2^e en 3^e toetsing (ref. 4),
- De aangrenzende kaden hebben geen hoogte opgave
- De Haven ligt circa 20cm hoger dan de aangrenzende kaden
- Het golfremmende effect van de havendammen mag, ondanks dat deze formeel geen onderdeel uitmaken van de waterkering, in het WTI2017 worden meegerekend (Pers. Comm. Kenrick Heijn (HWBP), 4-11-2015).

Gezien bovenstaande is het aannemelijk dat de haven geen hoogteopgave heeft.

3.3.6 *Gemaal*

In de zuidkade bevindt zich het gemaal van Marken. Dit kunstwerk relatief jong is en in de 3^e toetsronde is goedgekeurd. Voor deze scope is het gemaal niet nader onderzocht. Nu duidelijk is geworden dat de aangrenzende vakken een stabiliteits- en hoogtetekort hebben moet ik dit waterkerende kunstwerk opnieuw worden onderzocht.

Uit het onderzoek (ref. 44) blijkt dat het gemaal voldoende sterk is op alle onderdelen. Een goede aansluiting met het aangrenzende dijklichaam is bij de realisatie van de dijkversterking belangrijk.

3.4 *Beheerdersoordeel*

In de toetsrapportages van de eerste en de tweede toetsronde wordt geen uitgebreid beheerders oordeel gegeven. Uit onderliggende notities, alsmede uit het projectplan voor de niet uitgevoerde dijkversterking uit 2012 (ref. 34) blijkt dat de beheerder bij de toetsingen in twee gevallen een beheerdersoordeel heeft afgegeven dat afwijkt van het technisch oordeel:

- Het gemaal: technische toets niet doorlopen, waardoor het technisch oordeel 'geen oordeel' was. Op basis van de ervaringen van de beheerder is toch het oordeel 'voldoende' afgegeven. Later is alsnog een gedeeltelijke technische toets doorlopen (op de sporen 'Hoogte' en 'Betrouwbaarheid sluiting'), waarvan het oordeel 'goed' was (ref. 34).
- De steenbekleding op de zuidkade: deze is slechts ten dele technisch afgekeurd, maar wel over het gehele tracé gedeformeerd. Op de niet in technische zin afgekeurde delen heeft de beheerder daarom een afwijkend beheerdersoordeel gegeven: 'onvoldoende'.

4 Omgevingsanalyse

In de omgevingsanalyse wordt gekeken naar de wensen die verschillende partijen hebben met betrekking tot de waterveiligheidsoplossing voor Marken. Het gaat hierbij zowel om betrokken overheidspartijen en andere belanghebbende organisaties, als ook om de inwoners van Marken en de verschillende gremia waarin zij zijn vertegenwoordigd. De omgevingsanalyse is ingedeeld op basis van een aantal thema's met relatie tot de te realiseren oplossing(en).

4.1 Een onderhoudbare dijk

Zoals eerder in paragraaf 2.2 is beschreven, kan beheer en onderhoud in de huidige situatie op met name de zuid- en westkade niet worden uitgevoerd zoals partijen dat graag willen. Het gevolg van de moeizame uitvoering van de onderhoudsmaatregelen gecombineerd met het huidige maaibeeld van 3x per jaar maaien en afvoeren dat wordt uitgevoerd ten behoeve van de waterveiligheid wordt door de bewoners als te beperkt ervaren: voor hen is een rondje wandelen rond het eiland soms alsof je 'een hordeloop over brandnetels' moet afleggen.

Het is dan ook van alle betrokken partijen (bewoners, eilandraad, gemeente) een wens om een goed onderhoudbare oplossing te realiseren. Voor de huidige en toekomstige beheerder betekent dit dat de toekomstige dijk voldoende draagkracht biedt zodat er met normaal materieel onderhoud uitgevoerd kan worden (ref. 24), dat er een goede grasmat ligt en dat de steenbekleding in orde is en goed onderhouden kan worden.

Voor het beheren van de grasmat zouden schapen een optie kunnen zijn, mits de taluds niet te steil zijn (ter voorkoming van vorming 'schapenpaadjes') en de schapen niet in de berm-sloot vallen. Onder andere de gemeente is hier voorstander van (ref. 25), maar ook bewoners zien dit als mogelijkheid (ref. 26; 27).

Qua aanleg en onderhoud is er vanuit de bewoners de wens om dit uit te voeren vanaf het water om schade op het eiland te voorkomen (ref. 24; 28). Anderzijds spreekt de Eilandraad ook dat een onderhoudspad aan de teen van de dijk cruciaal is voor het goed en op tijd uit kunnen voeren van (onderhouds-) werkzaamheden (ref. 26); ook met normaal materieel. De eis van een goed onderhoudbare dijk wordt meegenomen in het ontwerpproces.

4.2 Beperken overlast bij werkzaamheden

Verkeer dat voor maai- en onderhoudswerkzaamheden in voorgaande decennia gebruik heeft gemaakt van de omringkade, heeft geleid tot overlast in de vorm van geluidsoverlast, bereikbaarheidsproblematiek en trillingen. Dit heeft effect op de leefbaarheid en bewoners en Eilandraad wensen dan ook dat de overlast bij werkzaamheden tot een minimum wordt beperkt (ref. 26; 28; 29).

Het vooraf in beeld brengen van mogelijke effecten en schade van onderhouds- en versterkingswerkzaamheden is volgens de Eilandraad van belang. Zijn deze in beeld, dan kunnen eisen worden gesteld aan de aannemer met betrekking tot de uitvoering van werkzaamheden en de daarbij te nemen maatregelen om schade en overlast tot een minimum te beperken (ref. 26). Hierbij wordt onder andere gedacht aan het in beeld brengen van de nul-situatie en monitoring van trillingen bij de uitvoering.

In het bijzonder bij de optie 'kortcyclisch versterken' moet hier volgens de Eilandraad extra aandacht aan worden besteed, omdat bij deze optie vaker groot onderhoud en versterkingswerkzaamheden plaats zullen vinden.

4.3 *Goed uitziende dijk t.b.v. gevoel van veiligheid*

Het huidige dijkprofiel laat grote onregelmatigheden zien *tussen* de verschillende kaden, maar ook *binnen* een en dezelfde kade komen grote verschillen voor. Verschil in steilheid van taluds, slechte conditie van de grasmat, deformatie van het dijklichaam en weinig samenhangende steenzetting, het vooralsnog niet stoppen van bodemdaling en zetting en de zeer slechte conditie van de bestrating van het fietspad leiden zowel bij experts/beheerders als bij bewoners tot een gevoel van onveiligheid (ref. 36; zie ook bijlage A in dit document). Bewoners gaven in de enquête die in april 2014 is gehouden ten behoeve van de toekomstvisie Marken meermaals aan dat overwoekerde paden en bankjes, en het scheve en verzakte fietspad op de Omringkade tot gevaarlijke situaties leiden. Dat de dijk er niet bij ligt als een 'echte dijk' geeft het gevoel van wateronveiligheid en leidt tot een fietsonveilige situatie.

De wens om dit op te lossen betreft het realiseren van een dusdanige dijk dat geen deformaties optreden, het fietspad recht ligt en waarin geen verzakkingen optreden, de taluds niet zo steil zijn, en waarbij de steenbekleding er zichtbaar en netjes bij ligt. Bovendien kan een normaal dijkprofiel worden begraasd door schapen, waarmee het onderhoud aan de dijk makkelijker wordt (zie ook 4.1).

Eilandbewoners geven aan dat wat hen betreft de dijk een minimale ontwerphoogte van 1,8 m. boven NAP zou moeten krijgen. Zij baseren zich hierbij onder andere op de legger. Voor zowel de Eilandraad als de bewoners van Marken is het uitgangspunt voor de oplossing een degelijke, adequate en toekomstbestendige dijk. (ref. 28; 29). Rijkswaterstaat geeft aan dat deze hoogte niet perse gehaald hoeft te worden, en dat ook in de huidige situatie de ontwerphoogte van verschillende delen van kering uiteenloopt (ref. 30 ;). Deze wens wordt niet meegenomen in het ontwerpproces.

Voor het verbeteren van de fietsveiligheid vormt een breder, goed onderhouden en recht liggend fietspad op de kruin in combinatie met het juiste maaibeheer ten minste in een strook langs beide zijden van het fietspad de oplossing. Dit bevordert de veiligheid, leefbaarheid en is goed met het oog op toerisme op het eiland. Dit acht ook de gemeente Waterland van belang.

4.4 *Geen 'kamelendijk'*

De huidige dijk is op verschillende plaatsen op basis van één of meerdere toetsporen afgekeurd. Een aantal dijkvakken zijn formeel goed gekeurd. Wanneer op elke afgekeurde locatie een locatie specifieke oplossing wordt gerealiseerd, bestaat de kans dat de uiteindelijke dijk er uit ziet als een 'kamelendijk': de hoogte en vorm van de dijk verschilt sterk per locatie, als de bulten van een kameel. Dit is een onwenselijke situatie voor zowel beheer en onderhoud als voor het

landschappelijke karakter van de dijk. Dit was een van de redenen om in het dijkversterkingsplan 2012 te kiezen voor een *integrale* versterking (over de gehele lengte van de zuid- en westkade).

In juli 2014 is in het Bestuurlijk Overleg besloten dat de oplossing voor de dijken ruimtelijk gedifferentieerd kan worden. Dit houdt in dat per deel van de kering of van het eiland de (combinatie van) oplossingen worden voorgesteld die het beste passen bij de waterveiligheidsopgave. Echter, als randvoorwaarde stellen alle partijen dat de ruimtelijke samenhang behouden moet blijven. Het behoud van een markante kade met continue kruin, voorzien van een fiets-wandelpad, die bijdraagt aan het eilandgevoel en de nauwe relatie tussen land en water, staat voorop. (ref. 24; 31). Ook voor de Eilandraad is een in ruimte gedifferentieerde oplossing bespreekbaar (ref. 29). De dijk moet passen bij het karakter en de schaal van het eiland (zie 4.5).

4.5 *Dijk passend bij Marken*

Vanuit de bewoners van het eiland is de wens geuit dat de oplossing moet passen binnen het landschap van Marken en tevens robuust moet zijn naar de toekomst toe, waarbij het goed omgaan met de zettingsproblematiek voorop staat. Het voorkeursalternatief zoals gepresenteerd in 2012 zou met een grote ruimtevraag en grote preventieve overhoogte negatieve effecten hebben op het landschappelijke en cultuurhistorische karakter van het eiland. Het vernieuwde dijklichaam zou moeten bijdragen aan de verbetering van de landschappelijke waarden van Marken en kan daarmee bijdragen aan een versterking van de kwaliteitsrecreatie op het eiland. Daarom wordt ook de wens uitgesproken in het ontwerp rekening te houden met aanwezige markante plaatsen, zoals de Rozewerf en de ijsbrekers, die een hoge cultuurhistorische waarde kennen en bovendien beeldbepalende plaatsen zijn op Marken (ref. 24; 28). Door bewoners die deelnemen aan de werkgroep dijkversterking wordt de relatie tussen de dijk en het water als belangrijk ervaren (ref. 27). Naast de Rozewerf, vuurtoren en ijsbrekers is de binnensloot een belangrijk kenmerk van Marken. Deze moet dan ook behouden worden. In het Ruimtelijk Kwaliteitskader zijn de ruimtelijke criteria vastgelegd, deze worden als voorlopige eis meegenomen in het ontwerpproces.

Door de Eilandraad wordt aangegeven dat vanuit ruimtelijk perspectief (en vanuit technische en onderhoudsbezwaren) de optie van vooroevers langs de omringkade wordt afgewezen; deze zouden eventueel wel aan de Markermeerzijde van de Bukdijk gerealiseerd kunnen worden (ref. 28).

Binnenwaartse dijkversterking waarvoor grondverwerving nodig is, ligt zeer gevoelig bij de bewoners van Marken: een oplossing voor het waterveiligheidsprobleem mag niet ten koste gaan van de oppervlakte van het eiland. De wens om buitenwaarts te versterken wordt niet op voorhand meegenomen in de Verkenning; dit is een afweging die wordt gemaakt op basis van meerdere criteria, waarbij verstoring en/of afname van het N2000 areaal belangrijk is.

Waar in de huidige situatie de noordkade qua profiel en karakter sterk afwijkt van de west- en zuidkade, wordt het door de BO partijen wenselijk geacht de noordkade een markanter karakter te geven, beter passend bij de zuid- en westkade. Door de kruin van de noordkade aan te passen sluit deze beter aan op de smalle kruinen van de rest van de omringdijk, en draagt daarmee bij aan de verbetering van de landschappelijke waarde van de dijk (ref. 24). Voor de Eilandraad heeft dit laatste echter geen prioriteit (ref. 26).

4.6 *Rekening houden met zetting van de dijk*

Zetting van het dijklichaam heeft er in combinatie met de werkwijze van de versterkingen in de historie, onder andere toe geleid dat deformatie van het dijklichaam heeft opgetreden en onderhoud wordt bemoeilijkt. De Eilandraad benadrukt keer op keer dat bij de te realiseren oplossing hiermee rekening gehouden moet worden. Het alternatief van de nieuwe dijk (van de Eilandraad) is uit deze zorg m.b.t zetting voortgekomen. De eis van het zorgvuldig omgaan met zetting in de ontwerpen is overgenomen; het alternatief van de nieuwe dijk wordt nader uitgewerkt en beoordeeld, zodat deze goed kan worden vergeleken met andere alternatieven.

4.7 *Meekoppelen recreatie*

Bij het ontwerp is zowel vanuit de bewoners als vanuit de gemeente de wens geuit om rekening te houden met de inpassing (terugbrengen bestaande faciliteiten) en het meekoppelen (nieuwe faciliteiten of verbeteren van de huidige voorzieningen) van kleinschalige recreatie op en langs de dijk. Dit vergroot de leefbaarheid en de mogelijkheden voor kwaliteitstoerisme op het eiland (ref. 24; 27; 32; 37). Concreet gaat het hierbij bijvoorbeeld om bankjes en ruimere fietsparkeergelegenheid langs het 'Rondje Marken' en de mogelijkheden voor strandjes langs de dijk. Ook aanlegvoorzieningen voor kleine bootjes bij de Rozewerf en Minneweg en het verbeteren van voorzieningen bij de dijkopgang bij de vuurtoren worden door de Eilandraad genoemd (ref. 26). Meekoppelkansen voor deze kleinschalige recreatie op de omringdijk moeten volgens de Eilandraad serieus worden afgewogen en waar mogelijk ingepast (ref. 28). In het BO van november 2014 is besloten om de meekoppelkansen voor recreatie mee te nemen in de Verkenning.

4.8 *Meekoppelen optimalisatie waterbeheer*

In het kader van waterveiligheid pleit de Eilandraad voor het verbeteren van het functioneren van het watersysteem in de polder. Het water kan nu niet voldoende snel bij het gemaal komen. Het gaat hierbij onder andere om verbreding van een aantal watergangen en duikers, de aanleg van duikers onder de provinciale weg om de afvoeroute te verkorten, verbeterde elektravoeding voor het huidige gemaal en het creëren van een locatie waar noodpompen kunnen worden ingezet (ref. 26). De opstelplaats voor deze noodpompen zou bovendien als meekoppelkans gezien kunnen worden voor het realiseren van parkeerplaatsen voor toeristen. Dit sluit aan op het voornemen om de omringdijk beter geschikt te maken voor kleinschalige recreatie (zie voorgaande punt, 4.7). Het hoogheemraadschap geeft aan dat uit de toetsing van het watersysteem blijkt dat dit voldoet aan de norm (voor wateroverlast) en er derhalve geen opgave is. Tegelijkertijd worden door het hoogheemraadschap regelmatig extra pompen ingezet bij veel neerslag om o.a. grondwateroverlast te voorkomen. In het BO van november 2014 is besloten om de meekoppelkans optimalisatie waterbeheer uit te werken in de Verkenning.

4.9 *Borging kortcyclisch versterken*

Bij kortcyclisch versterken wordt de dijk regelmatig versterkt (bijvoorbeeld iedere 12, 15 of 25 jaar), waardoor deze in de planperiode van 50 jaar blijvend aan de overstromingskansnorm voldoet. Gezien de onderhoudshistorie van de huidige kade hechten inwoners er groot belang aan dat het repeterend versterken van de dijk in geval van kortcyclisch versterken goed wordt geborgd: op dit moment is de financiering en uitvoering van volgende versterkingscycli nog niet geborgd.

Ook moet volgens de Eilandraad bij deze terugkerende versterkingswerkzaamheden de overlast tot een minimum worden beperkt, door zoveel mogelijk vanaf het water te werken. Naast overlast voor aanwonenden en inwoners door vaker grootschalig onderhoud, zal ook vaker sprake zijn van aantasting van natuurwaarden. In het BO van november 2014 is besloten dat de borging van kortcyclisch versterken uitgewerkt dient te worden in de verkenning.

4.10 Normering omringkade

Voor bewoners en gemeente is een overstromingskansnorm op de kering lager dan 1/300 onacceptabel (ref. 26; 31). Basisveiligheid dient te worden behaald door preventie. Achteruitgang van de veiligheid is onwenselijk voor bewoners en gemeente en kan volgens de gemeente niet op draagvlak rekenen op Marken (ref 31). Deze eis werd gesteld in de periode dat er werd gewerkt aan het meerlaagsveiligheidsonderzoek.

Daarbij geeft de Eilandraad aan dat er in verband met de urgentie en de huidige slechte situatie van de dijk niet langer gewacht kan worden op het vaststellen van de nieuwe normen in 2017 (ref. 26).

In de Verkenning wordt gewerkt met de nieuwe veiligheidsnormering (maximale ondergrens 1/100), er wordt een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd met een maximale ondergrens van 1/300.

4.11 Overdracht van de kering

In december 2012 hebben Rijkswaterstaat en de Unie van Waterschappen met de Intentieovereenkomst Areaaloverdracht afspraken gemaakt over de overdracht van beheer van primaire keringen omgeven door buitenwater (ref. 35). Hierbij is de intentie uitgesproken dat de omringkade van Marken onder het beheer van Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier gaat vallen. Rijkswaterstaat WNN en het Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier hebben hierover overleg gevoerd en hebben de intentie om onder voorwaarden deze overdracht te laten plaatsvinden. Eén van deze voorwaarden betreft een in goede staat verkerende kering: een kering die goed is onderhouden en die aan de normen voldoet.

4.12 Natuurwaarden

Marken en omgeving hebben bijzondere ecologische kwaliteiten: buitendijks ligt het Natura2000- gebied Markermeer, het binnendijkse gebied is weidevogelgebied en deels aangewezen als Ecologische Hoofdstructuur (EHS/NNN) 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.

4.12.1 Ecologische Hoofdstructuur

Een deel van het eiland maakt onderdeel uit van de Ecologische Hoofdstructuur (EHS). Alle graslanden zijn aangewezen als weidevogelleefgebied. 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 faunarijk 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 uitvoeren, 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.

4.12.2 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 zuid- en noordkade. De stortsteen onder aan 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 Laatvlieger, 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.

Tot slot is bekend dat de beschermde Rietorchis diverse groeiplaatsen heeft op het binnentalud van de Zuidkade en het buitentalud van de Noordkade.

4.12.3 Natura 2000

Marken ligt tussen het Markermeer en de Gouwe. Beide gebieden maken onderdeel uit van het Natura 2000-gebied Markermeer & IJmeer. . De bescherming van Natura 2000-gebieden is in Nederland geregeld in de Natuurbeschermingswet. De wateren rondom Marken zijn vogelrichtlijngebied. De Gouwe is tevens habitatrictlijngebied vanwege het habitatype kranswierwateren. 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.

De aanwijzing van het Markermeer-IJmeer als Habitatrictlijngebied is gebaseerd op de aanwezigheid van het habitatype kranswierwateren (H3140), haar functie als foerageergebied voor de meervleermuis en leefgebied van de rivierdonderpad. Formeel is het leefgebied van deze soorten buiten het Habitatrictlijngebied niet beschermd onder de Natuurbeschermingswet, maar alleen onder de Flora- en faunawet. Kranswierwateren zijn formeel alleen beschermd binnen het Habitatrictlijngebied.

De aanwijzing van het Markermeer-IJmeer als Vogelrichtlijngebied is gebaseerd op de aanwezigheid van de broedvogels visdief en aalscholver en 18 soorten niet-broedvogels. Het gebied heeft een functie als broedgebied, foerageergebied en

rustgebied. Hiervoor zijn onder meer velden met waterplanten, mosselen en viswateren van belang.

Het actuele areaal kranswierwateren in het Markermeer (Gouwee 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 Gouwee. Voor uitbreiding in het habitatrictlijngebied 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).

5 Versterkingsopgave

Op basis van de in de voorgaande hoofdstukken gepresenteerde informatie kan nu een versterkingsopgave worden geformuleerd.

Voor de Noordkade geldt dat deze geen versterkingsopgave heeft. Technisch gezien kan gesteld worden dat de kering voldoet aan de eisen en ook vanuit de omgevingsanalyse is geen aanleiding om de kering aan te pakken.

De Westkade heeft een duidelijke opgave ten aanzien van de sterkte van delen van de steenbekleding en een geringe opgave ten aanzien van de binnenwaartse macrostabiliteit. Daarnaast ligt er een beheer en onderhoudsopgave op de overige delen van de steenbekleding, het binnentalud en het fietspad. Al met al kan worden gesteld dat de Westkade in zijn geheel aanmerking komt voor een integrale versterking.

De grootste versterkingsopgave ligt op de Zuidkade. De kade heeft een hoogte tekort van meer dan 50cm, over de hele lengte een aanzienlijk stabiliteitstekort en een opgave op de steenbekleding. Daarnaast spelen ook hier de bij de Westkade beheer en onderhoudsopgaven. Dat deze kade in aanmerking komt voor een integrale versterking staat daarom buiten kijf. Of het gemaal in zijn geheel moet worden versterkt, of dat alleen het versterken van de aansluitingen en de hoogte voldoende is moet nog worden onderzocht.

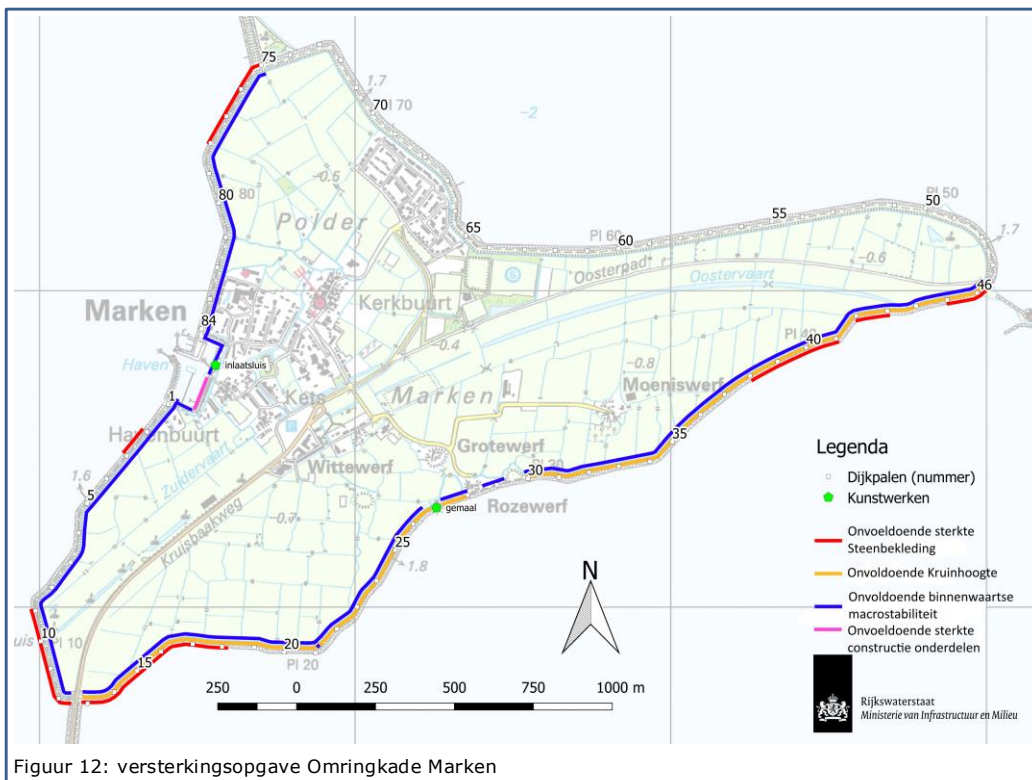
De dijken ter hoogte van de Rozenwerf zijn circa 7cm te laag. De wensen van de bewoners (ongehinderde toegang tot het water) en de cultuurhistorische waarde van de woning en de voor de dijk gelegen ijsbrekers, vragen om een maatwerkoplossing.

Tot slot geldt dat de versterkingsopgave in de Haven nog nader moet worden onderzocht en hangt af van de stabiliteit van de damwanden in de kademuur.

Desalniettemin kan gesteld worden dat de opgave hier, zeker in ruimtelijke zin, beperkt zal zijn.

Samenvattend bestaat de versterkingsopgave dus uit het integraal versterken van circa 5,2 km dijk, 0,2 km maatwerk oplossing voor een hoogte tekort (Rozenwerf) en de aanpassing van een kunstwerk. Mogelijk wordt de versterking van de kademuren in de haven hier nog aan toe gevoegd.

De versterkingsopgave is weergegeven in Figuur 12. Ten opzicht van de scope zoals die zou volgen uit de LRT3 (Figuur 7) zal de opgave op de Noordkade komen te vervallen, terwijl die op de Westkade juist moet worden uitgebreid.



Figuur 12: versterkingsopgave Omringkade Marken

Referenties

1. Inspectie Verkeer en Waterstaat **2006**; *Primaire Waterkeringen getoetst, Landelijke Rapportage Toetsing 2006, Achtergrondrapport deel 1: Dijkkringgebieden*
2. Geodelft **2003**; *Toetsing Omringkade Marken, Versie 3, Projectnummer CO-404440.23*
3. Inspectie Verkeer en Waterstaat **2011**; *Derde toets primaire waterkeringen, landelijke toets 2006-2011*
4. Rijkswaterstaat Noord-Holland **2010**; *Dijkkring 13b Waterkering Marken, Toetsing veiligheid derde toetsronde (VTV 2006)*
5. Geodelft **2004**; *Omringkade Marken, Aanvullend onderzoek, Versie 2, Projectnummer CO-404440.0033*
6. Rijkswaterstaat Zee en Delta, projectbureau Zeeweringen **2014**; *Advies steenbekleding van de West- en Zuidkade Marken*
7. Rijkswaterstaat Noord-Holland **2005**; *"De Omringkade van Marken", De toets van dijkkringgebied 13b naar bepaald bij de Wet op de waterkering; Hoofd- en Bijrapport*
8. Rijkswaterstaat Water Verkeer en Leefomgeving **2014**; *Veiligheid Nederland in Kaart 2 Overstromingsrisico dijkkringgebied 13B, Marken, Document HB 2622486*
9. Arcadis **2014**; *Veiligheidsoordeel Zuidkade fase 1, Projectnummer C03041.001989.0100*
10. Arcadis **2015**; *Veiligheidsoordeel Zuidkade fase 2, Projectnummer C03041.001989.0100*
11. Arcadis **2004**; *Omringdijk eiland Marken rapportage kruinhoogtetoets, document met nummer 110403/HN4/G32/100073.001/lsc*
12. Arcadis **2011**; *Derde Toetsing Omringkade Marken, nadere toetsing stabiliteit Noordkade traject dp 46 – dp 69, versie 075641102:B – Definitief, projectnummer C03011.000186.0100*
13. BAM **2013**; *Monitoringsonderzoek (grond)waterkwantiteit Marken, Noordkade en Havendijk Marken, document met nummer MBO/BB130793.3350099*
14. Arcadis **2014**; *Toetsing Noordkade Marken, projectnummer C03041.001990.0100*
15. Arcadis **2011**; *Hertoetsing Omringkade Marken traject Westkade Westkade II dp 78 t/m 83, versie 075763837:A – Concept, projectnummer C03011.000186.0100*
16. Inspectie Verkeer en Waterstaat **2011**; *Toetsrap export 3^e toetsronde, geraadpleegd op 16-07-2015 via http://www.helpdeskwater.nl/publish/pages/28070/toetsrap_exports_lrt3_en_lrt_3plus_tbv_hwbp.zip*
17. Arcadis **2010**; *Gevoeligheidsanalyse STBI Marken, Projectnummer C02021.000090*
18. Arcadis **2011**; *Verslag expertmeeting Marken*
19. Grondmechanica Delft **1991**; *Hoe nu verder met de Noordkade, Projectnummer CO-249616/12*
20. Rijkswaterstaat Dienst Weg- en waterbouwkunde **1995**; *Grondmechanisch onderzoek van de Zuidkade van Marken, Nota: W-DWW-94-277*
21. Antea group et al. **2014**; *Gebiedsatlas Marken*
22. DHV **2012**; *Definitief ontwerp Dijkverbetering West- en Zuidkade Marken versie 4.0 LW-AF20121306/RK*
23. Hansje Brinker **2010**; *Deformatiemetingen bij project Versterken Omringkade Marken" m.b.v. satelliet radarinterferometrie, HB070-2010*
24. Ministerie van Infrastructuur en Milieu **2014**; *Bestuurlijke notitie Pilot Meerlaagsveiligheid Marken 12-2014*

25. RWS-WNN **2014a**; *Verslag bestuurlijk gesprek Pilot Marken – Gemeente Waterland 24-08-2014*
26. Eilandraad Marken **2015**; *brief Eilandraad 16-08-2015 CONCEPT t.b.v. SGD d.d. 20/8/15 en overleg RWS/ER d.d. 26/8/15*
27. Werkgroep Dijkversterking **2015**; *verslag werkgroep dijkversterking 11-05-2015*
28. Eilandraad Marken **2014a**; *brief Eilandraad 09-11-2014*
29. Eilandraad Marken **2014b**; *brief Eilandraad 18-06-2014*
30. RWS-WNN **2014a**; *Brief aan Eilandraad 30-07-2014*
31. RWS-WVL **2015**; *Handreiking ontwerpen met overstromingskansen, versie OI2014v3*
32. Grontmij **2015**; *Ontwerpkader Marken, Notitie uitgangspunten Ontwerpkader, concept 5.0*
33. Antea group **2014**; *MIRT Onderzoek Pilot Meerlaagsveiligheid Marken, Notitie fase 2: Op weg naar kansrijke oplossingen*
34. DHV **2012**; *Ontwerp-Projectplan dijkversterkingsmaatregelen voor de west- en zuidkade Marken, definitieve versie (6.0)*
35. Arcadis **2010**; *Memo: Nadere informatie 3^e toetsing Marken, projectnummer C02021.000090*
36. Grontmij **2015**; *Notitie: Hydraulische randvoorwaarden hoogtetoets, referentienummer GM-0171886*
37. Kennis Platform Risicobenadering **2015**; *Review t.b.v. doorwerking hydraulische randvoorwaarden mbt minimaal benodigde kruinhoogte waterkering Marken, KPR64-01*
38. Witteveen + Bos **2014**; *Technische uitwerking gevoeligheidsanalyse overstromingskansbenadering Afsluitdijk, projectcode RW1929-5*
39. Deltares **2015**; *Gevoeligheidsanalyse ongedraineerd rekenen Omringkade Marken, analyse gedraineerde en ongedraineerde sterkte, kenmerk: 1220360-000-GEO-0008-jvm*
40. Rijkswaterstaat **2015**; *Verslag Tussentijdse expertsessie Nadere Veiligheidsanalyse Marken*
41. Rijkswaterstaat **2015**; *Verslag 3e Expertsessie Nadere Veiligheidsanalyse Marken*
42. Grontmij **2015**; *Hertoetsing Stabiliteit Westkade Marken, referentie nr. 343652*
43. Grontmij **2016**; *Hertoets kadeconstructies Marken Haven. Referentienummer SWNL-0184049.*
44. Grontmij **2016**; *Gemaal Marken. Hertoets conform OI2014, referentienummer GM-0179394.*

Bijlage A: analyse van de toetsresultaten

Toelichting op de structuur

De hoofdstukken in deze scope zijn ingedeeld op basis van de dijkvak indeling zoals die in de 2^e toetsronde is gebruikt. Voor ieder dijkvak worden de resultaten van de 2^e en de 3^e toetsronde besproken, gevolgd door een samenvatting van de eventuele aanvullende onderzoeken die voor het dijkvak zijn uitgevoerd. Op basis van die informatie wordt voor ieder dijkvak aangegeven wat de veiligheidsopgave zou moeten zijn, waarbij wordt aangegeven of deze aansluit op het formele Veiligheidsoordeel uit de toetsing.

1. Dijkvak 1: hmp 1- hmp 12

1.1. 2^e toetsronde

Piping:	Goed
Hoogte:	Goed
Macrostabieliteit buitenwaarts:	goed
Macrostabieliteit binnenwaarts:	Conform LRT (ref. 1 Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.): onvoldoende van hmp 9 – 12, de rest 'goed' Conform toetsrapport (ref. 5): onvoldoende voor hele dijkvak
Microstabieliteit:	goed
Bekleding:	steenbekleding wordt omschreven als "een ratjetoe", maar niet globaal te toetsen, daarom aanvankelijk 'geen oordeel'. In de LRT wordt bekleding niet genoemd, maar in de rapportage van de 3 ^e toetsronde (ref. 4) staat evenwel vermeld dat delen van dit dijkvak op STBK zijn afgekeurd.
Kunstwerken:	n.v.t.

1.2. 3^e toetsronde

Niet getoetst want dijkvak zat in HWBP

1.3. Overige onderzoeken

Uit een nadere inspectie van de steenbekleding (ref. 6) waarbij ook de onderliggende constructie is bekeken en beoordeeld blijkt dat deze bestaat uit afwisselend basalt en basaltton. De kwaliteit van het zetwerk is matig en er zijn sterke verzakkingen. Tussen hmp 1 en 2 is de zetsteen herzet.

1.4. Uitgangspunt voor de scope

In de rapportage van de macrostabieliteitstoets naar de Provincie (ref. 7) heeft RWS er voor gekozen de vakindeling voor de toetsing van de bekleding te gebruiken (zie bijlage 4 in ref. 2). Hierin is dijkvak 1 onder verdeeld in 2 deelvakken (1a en 1b), afhankelijk van de oriëntatie en daarmee samenhangende golfbelasting.

Golfbelasting is echter voor macrostabieliteit niet relevant. Het gebruik van de vakindeling voor bekleding heeft in dit geval waarschijnlijk tot het onterecht goedkeuren van dijkvak 1a geleid, hmp 1 t/m 9 (in de documentatie kon in ieder geval geen onderbouwing voor deze keuze worden gevonden).

Voor de scope van de dijkversterking wordt de technische toets (ref. 5) gevolgd en wordt aangenomen dat dwp11 representatief is voor heel dijkvak 1. De consequentie is dat dijkvak 1 dus in zijn geheel op binnenwaartse macrostabieliteit moet worden afgekeurd. Dit betekent hoogstwaarschijnlijk een volledige reconstructie van de dijk, waarbij ook het andere faalmechanisme waarover onzekerheid bestaat, de sterkte van de steenbekleding, kan worden meegenomen.

2. Dijkvak 2: hmp 12 hmp 20

2.1. 2^e toetsronde

Piping:	Goed
Hoogte:	Goed
Macrostabieliteit buitenwaarts:	Goed
Macrostabieliteit binnenwaarts:	Conform LRT (ref. 1): Goed Conform toetsrapport (ref. 5): onvoldoende voor hele dijkvak, zonder verkeerbelasting wel voldoende

Microstabiliteit:	goed
Bekleding:	steenbekleding wordt omschreven als "een ratjetoe", maar niet globaal te toetsen, daarom aanvankelijk 'geen oordeel'. In de LRT wordt bekleding niet genoemd, maar in de rapportage van de 3 ^e toetsronde (ref. 4) staat evenwel vermeld dat delen van dit dijkvak op STBK zijn afgekeurd, dan wel dat er sprake is van deformatie.
Kunstwerken:	n.v.t.

2.2. 3^e toetsronde

Niet getoetst want dijkvak zat in HWBP

2.3. Overige onderzoeken

Uit een nadere inspectie van de steenbekleding (ref. 6), waarbij ook de onderliggende constructie is bekeken en beoordeeld blijkt, dat deze bestaat uit voornamelijk basaltton. De kwaliteit van het zetwerk is matig en er zijn sterke verzakkingen. Op een aantal locaties stond zijn in 2015 n.a.v. deze inspectie herstelwerkzaamheden uitgevoerd.

2.4. Uitgangspunt voor de scope

In de toetsing is er vanuit gegaan dat dwp18 ten aanzien van stabiliteit representatief is voor het hele dijkvak. In de rapportage naar de provincie (ref. 7) heeft RWS er voor gekozen om het hele dijkvak het oordeel 'goed' te geven, onder voorwaarde dat verkeerbelasting kan worden uitgesloten. Hoewel de gehele west en zuidkade voor verkeer zijn afgesloten blijkt in de praktijk dat dit dijkvak regelmatig door voertuigen wordt belast (voornamelijk t.b.v. onderhoud). Voor de scope van de dijkversterking wordt daarom uitgegaan van de berekeningen mét verkeersbelasting (ref. 5), waardoor dit dijkvak niet voldoet aan de eisen t.a.v. binnenwaartse macrostabiliteit. Dit betekent hoogstwaarschijnlijk een volledige reconstructie van de dijk, waarbij ook het andere faalmechanisme waarover onzekerheid bestaat, de sterkte van de steenbekleding, kan worden meegenomen.

3. Dijkvak 3: hmp 20 hmp 27

3.1. 2^e toetsronde

Piping:	Goed
Hoogte:	Goed
Macrostabiliteit buitenwaarts:	Goed
Macrostabiliteit binnenwaarts:	Onvoldoende
Microstabiliteit:	goed
Bekleding:	steenbekleding wordt omschreven als "een ratjetoe", maar niet globaal te toetsen, daarom aanvankelijk 'geen oordeel'. In de LRT wordt bekleding niet genoemd. In de rapportage van de 3 ^e toetsronde (ref. 4) staat evenwel vermeld dat er op delen van dit dijkvak sprake is van deformatie van de steenbekleding.
Kunstwerken:	Gemaal: geen oordeel

3.2. 3^e toetsronde

Niet getoetst want dijkvak zat in HWBP, met uitzondering van het gemaal (ref. 4 en ref. 20), welke conform de methodische toets het oordeel 'goed' krijgt.

3.3. Overige onderzoeken

Uit een nadere inspectie van de steenbekleding (ref. 6), waarbij ook de onderliggende constructie is bekeken en beoordeeld, blijkt dat deze bestaat uit afwisselend basalt en basaltton. De kwaliteit van het zetwerk is matig en er zijn sterke verzakkingen. Tussen hmp 23 en 24 en rond hmp 27 zijn in 2015 n.a.v. deze inspectie herstelwerkzaamheden uitgevoerd.

Uit het onderzoek in kader van het project VNK2 (ref. 8) blijkt dat de hoogte van dit traject tekort schiet. De faalkans a.g.v. overslag wordt in VNK op dit dijkvak als maatgevend berekend en ligt tussen 1/100 en 1/1000 per jaar.

3.4. Uitgangspunt voor de scope

Uit de technische toets (ref. 5) blijkt dat de binnenwaartse stabiliteit van de kering onvoldoende is. Dit oordeel is ook overgenomen door het Rijk in de LRT (ref. 1). Voor de scope van de dijkversterking wordt dit oordeel gevolgd. Dit betekent hoogstwaarschijnlijk een volledige reconstructie van de dijk, waarbij ook de andere faalmechanismen waarover onzekerheid bestaat, de sterkte van de steenbekleding en de hoogte, kunnen worden meegenomen.

4. Dijkvak 4: hmp 27 hmp 46

4.1. 2^e toetsronde

Piping:	Goed
Hoogte:	Tussen hmp 34 en 38 onvoldoende, overige delen goed
Macrostabieliteit buitenwaarts:	Goed
Macrostabieliteit binnenwaarts:	Goed
Microstabieliteit:	Goed
Bekleding:	steenbekleding wordt omschreven als "een ratjetoe", maar niet globaal te toetsen, daarom aanvankelijk 'geen oordeel'. In de LRT wordt bekleding niet genoemd, maar in de rapportage van de 3 ^e toetsronde (ref. 4) staat evenwel vermeld dat delen van dit dijkvak op STBK zijn afgekeurd, dan wel dat er sprake is van deformatie.
Kunstwerken:	n.v.t.

4.2. 3^e toetsronde

Niet getoetst want dijkvak zat in HWBP

4.3. Overige onderzoeken

Uit een nadere inspectie van de steenbekleding (ref. 6), waarbij ook de onderliggende constructie is bekeken en beoordeeld, blijkt dat deze bestaat uit afwisselend basalt en basaltton. De kwaliteit van het zetwerk is matig en er zijn sterke verzakkingen. Tussen hmp 31 en 33, tussen hmp 38 en 40 en op enkele andere locaties zijn in 2015 n.a.v. deze inspectie herstelwerkzaamheden uitgevoerd. Uit het onderzoek in kader van het project VNK2 (ref. 8) blijkt dat de hoogte van dit traject tussen hmp 34 en 38 en tussen hmp 42 en 46 tekort schiet. De faalkans a.g.v. overslag wordt in VNK op dit dijkvak als maatgevend berekend en ligt tussen 1/100 en 1/1000 per jaar.

De binnenwaartse stabiliteit is in 2014 en 105 nader onderzocht (ref. 9; ref. 10). Dit omdat tussen hmp 30 en 34 en tussen 38 en 41 over de jaren zeer sterke verzakkingen zijn opgetreden. Doel van het onderzoek was de stabiliteit op deze locaties berekenen om te bepalen of er sprake was van een acuut gevaar op instorting. Voor dit onderzoek zijn 12 nieuwe sonderingen en 3 boringen uitgevoerd

en zijn 6 nieuwe profielen ingemeten. De stabiliteitsberekeningen zijn uitgevoerd bij streefpeil voor de dwarsprofielen 33, 36 en 39+70 waarbij de sterkte-eigenschappen zijn overgenomen uit de derde toetsronde. Uit de resultaten bleek dat de afschuifveiligheid 20% tot 30% lager is dan de in de toetsing gestelde norm. In het onderzoek is tevens gevarieerd met de cohesiewaarden van het veen, waarbij deze stapsgewijs is opgevoerd. De cohesiewaarde waarbij de profielen goed gekeurd zouden worden werden echter niet als realistisch bestempeld.

4.4. Uitgangspunt voor de scope

Op basis van de tweede toetsronde (ref. 11) is dit dijkvak slechts over 400m afgekeurd op het toetsspoor hoogte. Uit de nadere analyse van de stabiliteit (ref. 9; ref. 10) blijkt echter dat in de huidige situatie het hele dijkvak bij streefpeil al ruim onder de wettelijke norm wordt beoordeeld op het toetsspoor binnenwaartse macrostabiliteit.

Voor de scope van de dijkversterking wordt het stabiliteitsonderzoek uit 2014/2015 gevolgd en wordt aangenomen dat het hele dijkvak onvoldoende stabiel is. Dit betekend hoogstwaarschijnlijk een volledige reconstructie van de dijk, waarbij ook het hoogte tekort en de steenbekleding kan worden aangepakt.

5. Dijkvak 5: hmp 46 hmp 55

5.1. 2^e toetsronde

Piping:	Goed
Hoogte:	Goed
Macrostabiliteit buitenwaarts:	Goed
Macrostabiliteit binnenwaarts:	Goed
Microstabiliteit:	Goed
Bekleding:	Voldoende
Kunstwerken:	n.v.t.

5.2. 3^e toetsronde

Piping:	Goed
Hoogte:	Goed
Macrostabiliteit buitenwaarts:	Goed
Macrostabiliteit binnenwaarts:	Onvoldoende
Microstabiliteit:	Goed
Bekleding:	Goed
Kunstwerken:	n.v.t.

5.3. Overige onderzoeken

De Noordkade is na de toetsing (ref. 4) verschillende keren opnieuw doorgerekend. Aanleiding hiervoor was een gevoeligheidsanalyse van een aantal parameters op de stabiliteit (ref. 17) en de constatering door experts dat het toetsoordeel 'onvoldoende' t.a.v. macrostabiliteit binnenwaarts niet overeenkomt met de verwachtingen. De afgekeurde delen van dit dijkvak zouden daarom in aanmerking komen voor doorrekening met nieuwe gegevens (ref. 18). In 2011 is de geometrie en de grondopbouw van dit dijkvak nader geanalyseerd, zijn de bestaande toetsprofielen geactualiseerd en zijn een drietal nieuwe profielen opgesteld. De twee doorgerekende profielen (o.b.v. Bishop) in dijkvak 5 scoorde in dit onderzoek echter nog steeds 5% tot 15% lager dan de vereiste norm (ref. 12). Naar aanleiding van het onderzoek in 2011 is besloten de stijghoogte van het grondwater in de dijk nader te analyseren (ref. 13) in de hoop met aanscherpte parameters toch tot een voldoende oordeel te kunnen komen. Het hierop volgende onderzoek is in 2014 afgerond (ref. 14). De twee doorgerekende profielen (o.b.v.

Bishop én UpLiftVan) in dijkvak 5 scoorde in dit onderzoek iets beter, maar nog steeds 5% tot 10% lager dan de vereiste norm.

5.4. Uitgangspunt voor de scope

Vak voldoet niet aan de macrostabiliteitseisen

6. Dijkvak 6: hmp 55 hmp 69

6.1. 2^e toetsronde

Piping:	Goed
Hoogte:	Goed
Macrostabiliteit buitenwaarts:	Goed
Macrostabiliteit binnenwaarts:	Goed
Microstabiliteit:	Goed
Bekleding:	Voldoende
Kunstwerken:	n.v.t.

6.2. 3^e toetsronde

Piping:	Goed
Hoogte:	Goed
Macrostabiliteit buitenwaarts:	Goed
Macrostabiliteit binnenwaarts:	Tussen hmp 55 en 69 onvoldoende, overige delen goed
Microstabiliteit:	Goed
Bekleding:	Goed
Kunstwerken:	n.v.t.

6.3. Overige onderzoeken

De Noordkade is na de toetsing (ref. 4) verschillende keren opnieuw doorgerekend. Aanleiding hiervoor was de constatering dat het toetsoordeel 'onvoldoende' t.a.v. macrostabiliteit binnenwaarts niet overeenkomt met de verwachtingen van de experts en dat de afgekeurde delen daarom in aanmerking komen voor doorrekening met nieuwe gegevens (expert meeting 28 mei 2011). In 2011 is de geometrie en de grondopbouw van dit dijkvak daarom nader geanalyseerd, zijn de bestaande toetsprofielen geactualiseerd en zijn een drietal nieuwe profielen opgesteld. Van de drie doorgerekende profielen (o.b.v. Bishop) in dijkvak 6 scoorden er in dit onderzoek twee voldoende. Eén profiel scoorde nét onvoldoende (3% lager dan de vereiste norm) (ref. 12).

Naar aanleiding van het onderzoek in 2011 is besloten de stijghoogte van het grondwater in de dijk nader te analyseren (ref. 13) in de hoop met aanscherpte parameters toch tot een voldoende oordeel te kunnen komen. Het hierop volgende onderzoek is in 2014 afgerond (ref. 14). De drie doorgerekende profielen (o.b.v. Bishop én UpLiftVan) in dijkvak 6 scoorde in dit onderzoek iets slechter dan in de voorgaande berekening, 5% tot 15% lager dan de vereiste norm.

6.4. Uitgangspunt voor de scope

Vak voldoet deels niet aan de macrostabiliteitseisen

7. Dijkvak 7: hmp 69 hmp 75

7.1. 2^e toetsronde

Piping:	Goed
Hoogte:	Goed
Macrostabilliteit buitenwaarts:	Goed
Macrostabilliteit binnenwaarts:	Goed
Microstabilliteit:	Goed
Bekleding:	Voldoende
Kunstwerken:	n.v.t.

7.2. 3^e toetsronde

Piping:	Goed
Hoogte:	Goed
Macrostabilliteit buitenwaarts:	Goed
Macrostabilliteit binnenwaarts:	Goed
Microstabilliteit:	Goed
Bekleding:	Goed
Kunstwerken:	n.v.t.

7.3. Overige onderzoeken

n.v.t.

7.4. Uitgangspunt voor de scope

Dit dijkvak valt niet binnen de scope van de versterking.

8. Dijkvak 8: hmp 75 hmp 83*8.1. 2^e toetsronde*

Piping:	Goed
Hoogte:	Goed
Macrostabilliteit buitenwaarts:	Goed
Macrostabilliteit binnenwaarts:	Goed
Microstabilliteit:	Goed
Bekleding:	steenbekleding wordt omschreven als "een ratjetoe", maar niet globaal te toetsen, daarom aanvankelijk 'geen oordeel'. In de LRT wordt bekleding niet genoemd. In de rapportage van de 3 ^e toetsronde (ref. 4) staat evenwel vermeld dat er op delen van dit dijkvak sprake is van deformatie van de steenbekleding.
Kunstwerken:	n.v.t.

8.2. 3^e toetsronde

Alleen getoetst tussen hmp 78 en 83. Sectie van hmp 75 tot 78 zat toen al in het HWBP.

Piping:	Goed
Hoogte:	Goed
Macrostabilliteit buitenwaarts:	Goed
Macrostabilliteit binnenwaarts:	Goed
Microstabilliteit:	Goed
Bekleding:	Goed
Kunstwerken:	n.v.t.

8.3. Overige onderzoeken

Uit een nadere inspectie van de steenbekleding (ref. 6), waarbij ook de onderliggende constructie is bekeken en beoordeeld, blijkt dat deze bestaat uit afwisselend basalt en basaltton. De kwaliteit van het zetwerk is matig en er zijn sterke verzakkingen. Tussen hmp 31 en 33, tussen hmp 38 en 40 en op enkele andere locaties zijn in 2015 n.a.v. deze inspectie herstelwerkzaamheden uitgevoerd. Na de derde toetsronde is de binnenwaartse macrostabiliteit van de zuidelijke sectie van dijkvak 8 opnieuw bekeken (ref. 15). Aanleiding hiervoor was dat men het vreemd vond dat dit deel werd goedgekeurd terwijl de Noordkade onvoldoende werd bevonden, ondanks dat de waargenomen geometrie in het veld op de Westkade ongunstiger leek. Bij controle bleken de uit de tweede toetsronde overgenomen profielen niet de juiste. Herberekening met de juiste profielen resulteerde in de afkeuring van de sectie 78 – 83. Uit controle van de 3^e LRT (ref. 3) en de toetsrap-export (ref. 16) blijkt dat dit resultaat hierin nooit is geland. Tevens blijkt uit visuele controle van het voor noordelijke sectie van dijkvak 8 gebruikte rekenprofiel (Bijlage 1 in ref. 5) dat ook hier niet het juiste dwarsprofiel is gebruikt. Het ligt dus voor de hand dat ook dit deel van dijkvak 8 (hmp 75 – 78) op binnenwaartse macrostabiliteit moet worden afgekeurd.

8.4. Uitgangspunt voor de scope

Uit de technische toets blijkt dat de binnenwaartse stabiliteit van de kering tussen hmp 78 – 83 onvoldoende is (ref. 15). Dit oordeel is echter niet overgenomen door het Rijk in de LRT (ref. 3). Aan de het voldoende oordeel van de binnenwaartse macrostabiliteit van de overige 300 meter moet worden getwijfeld. Voor de scope van de dijkversterking wordt aangenomen dat het hele dijkvak onvoldoende scoort op binnenwaartse macrostabiliteit. Dit betekent hoogstwaarschijnlijk een volledige reconstructie van de dijk, waarbij ook het andere faalmechanisme waarover onzekerheid bestaat, de sterkte van de steenbekleding, kan worden meegenomen.

9. Dijkvak 9: haven Marken

9.1. 2^e toetsronde

Niet getoetst.

9.2. 3^e toetsronde

Piping:	Goed
Hoogte:	Goed
Macrostabiliteit buitenwaarts:	Goed
Macrostabiliteit binnenwaarts:	Onvoldoende
Microstabiliteit:	Goed
Bekleding:	Goed
Kunstwerken:	Voldoende

9.3. Overige onderzoeken

Uit een in 2010 uitgevoerde gevoeligheidsanalyse (ref. 17) blijkt dat aanscherping van de in de toetsing gehanteerde stijghoogte en grondparameters weliswaar leidt tot een significante toename van de berekende stabiliteitsfactor, maar dat zelfs dan de stabiliteit nog onvoldoende is. Als mogelijke versterkingsmaatregel wordt het aanbrengen van een stabiliteitsscherm van voldoende lengte als zeer effectief gezien. Wel is extra grondonderzoek nodig om uit te sluiten dat de glijcirkel zich na aanleg van dit scherm naar ondiepere grondlagen verplaatst.

9.4. Uitgangspunt voor de scope

Voor de scope van de dijkversterking wordt de technische toets (ref. 4) gevolgd. Dit betekent waarschijnlijk een aanpassing aan de beschoeiing in de teensloot. Extra grondonderzoek is noodzakelijk om de exacte maatregel te kunnen bepalen.

6 Referenties bij bijlage A

1. Inspectie Verkeer en Waterstaat **2006**; *Primaire Waterkeringen getoetst, Landelijke Rapportage Toetsing 2006, Achtergrondrapport deel 1: Dijkkringgebieden*
2. Geodelft **2003**; *Toetsing Omringkade Marken, Versie 3, Projectnummer CO-404440.23*
3. Inspectie Verkeer en Waterstaat **2011**; *Derde toets primaire waterkeringen, landelijke toets 2006-2011*
4. Rijkswaterstaat Noord-Holland **2010**; *Dijkkring 13b Waterkering Marken, Toetsing veiligheid derde toetsronde (VTV 2006)*
5. Geodelft **2004**; *Omringkade Marken, Aanvullend onderzoek, Versie 2, Projectnummer CO-404440.0033*
6. Rijkswaterstaat Zee en Delta, projectbureau Zeeweringen **2014**; *Advies steenbekleding van de West- en Zuidkade Marken*
7. Rijkswaterstaat Noord-Holland **2005**; *"De Omringkade van Marken", De toets van dijkkringgebied 13b naar bepaald bij de Wet op de waterkering; Hoofd- en Bijrapport*
8. Rijkswaterstaat Water Verkeer en Leefomgeving **2014**; *Veiligheid Nederland in Kaart 2 Overstromingsrisico dijkkringgebied 13B, Marken, Document HB 2622486*
9. Arcadis **2014**; *Veiligheidsoordeel Zuidkade fase 1, Projectnummer C03041.001989.0100*
10. Arcadis **2015**; *Veiligheidsoordeel Zuidkade fase 2, Projectnummer C03041.001989.0100*
11. Arcadis **2004**; *Omringdijk eiland Marken rapportage kruinhoogtetoets, document met nummer 110403/HN4/G32/100073.001/lsc*
12. Arcadis **2011**; *Derde Toetsing Omringkade Marken, nadere toetsing stabiliteit Noordkade traject dp 46 – dp 69, versie 075641102:B – Definitief, projectnummer C03011.000186.0100*
13. BAM **2013**; *Monitoringsonderzoek (grond)waterkwantiteit Marken, Noordkade en Havendijk Marken, document met nummer MBO/BB130793.3350099*
14. Arcadis **2014**; *Toetsing Noordkade Marken, projectnummer C03041.001990.0100*
15. Arcadis **2011**; *Hertoetsing Omringkade Marken traject Westkade Westkade II dp 78 t/m 83, versie 075763837:A – Concept, projectnummer C03011.000186.0100*
16. Inspectie Verkeer en Waterstaat **2011**; *Toetsrap export 3^e toetsronde*
17. Arcadis **2010**; *Gevoeligheidsanalyse STBI Marken, Projectnummer C02021.000090*
18. Arcadis **2011**; *Verslag expertmeeting Marken*
19. DHV **2012**; *Definitief ontwerp Dijkverbetering West- en Zuidkade Marken versie 4.0 LW-AF20121306/RK*
20. Arcadis **2010**; *Nadere Informatie 3^e Toetsing Marken, Projectnummer C02021.000090*