

Bijlagenboek 9.11

Rapportage Bewezen Sterkte

Projectomschrijving	Versterking Markermeerdijken		
Documentnummer	AMMD-003653 (17.116619)		
Bedrijfsonderdeel	Markt- en Productontwikkeling		
Werkpakket	WP-00123 - Bewezen sterkte-methodiek		
Status	Definitief		
Revisie	1.0	Revisiedatum	10-7-2018

Pagina 2 van 27 **Revisiedatum** 10-7-2018 **Documentnummer** AMMD-003653 (17.116619)

Autorisatiekader

Opsteller	Controleur	Vrijgever
Ben Castricum ^{DS} <i>BC</i>	Ben Castricum ^{DS} <i>BC</i>	Erica Nijpels ^{DS} <i>EN</i>

Documenthistorie

Versienummer	Versiedatum	Omschrijving
0.1	20-10-2017	Eerste versie, opzet structuur
0.2	20-11-2017	Tweede versie, tekst compleet, herstructureren opzet
0.3	29-11-2017	Versie t.b.v. klankbordgroep Bewezen Sterkte 19-01-2018
0.4	08-05-2018	Geactualiseerde <i>concept</i> versie t.b.v. klankbordgroep Bewezen Sterkte 16-05-2018
1.0	10-7-2018	Definitieve versie incl. aanvulling laatste KBG overleg 16 mei 2018

Inhoudsopgave

1	Inleiding	5
2	Bewezen Sterkte	6
3	Landelijk onderzoek naar Bewezen Sterkte	8
3.1	Ontwikkeling methode door RWS	8
3.1.1	Opstellen Plan van aanpak	8
3.1.2	Uitwerken Case studies	9
3.1.3	Opstellen concept methode	10
3.1.4	Groene versie Handreikingen juli 2017	10
3.1.5	Verdere ontwikkeling	10
3.2	Kwaliteitsborging methodiek ontwikkeling door het Expertise Netwerk Waterveiligheid (ENW)	11
3.2.1	ENW advies Pompenstudie en Bewezen Sterkte, 8 december 2015	11
3.2.2	ENW advies Bewezen Sterkte, 20 oktober 2016	12
3.2.3	Second Opinion voor gemeente Amsterdam, januari 2017	13
3.2.4	Aanvullend ENW advies over Bewezen Sterkte, 10 maart 2017	13
3.2.5	ENW advies over het nieuwe WBI, mei 2017	13
3.3	Ontwikkeling van de kansrijkheid van Bewezen Sterkte	14
3.4	Bewezen Sterkte binnen het project KIIJK	14
4	Toepassing van Bewezen Sterkte binnen project MMD	16
4.1	Klankbordgroep Bewezen Sterkte	16
4.2	Case studies Deltares	16
4.3	Strategie met Toepassingslocaties	16
4.3.1	Toepassingslocaties op basis van toetsing 2006	18
4.3.2	Toepassingslocaties op basis van veiligheidsbeoordeling 2016	18
4.3.3	Toepassingslocaties op basis van hoogwatersituatie van 8 januari 2018	18
4.4	Proefberekeningen	19
4.4.1	Uitvoeren proefberekeningen door Alliantie Markermeerdijken 2016	19
4.4.2	Probabilistische berekening Uitdam	19
4.4.3	Proefberekeningen 2017	19
4.4.4	Proefberekeningen 2018	20
4.5	Beschrijving in (Ontwerp) Projectplan Waterwet	21
4.5.1	Ontwerp Projectplan Waterwet	21
4.5.2	Projectplan Waterwet	22

5	Bijlagen	23
5.1	Overzichtskaart Toepassingslocaties	23
5.2	Proefberekeningen	24
5.3	Reflectie Deltares	24
5.4	Overzicht participatieproces	24
5.5	Veel gestelde vragen (Q&A)	27

1 Inleiding

Het concept Bewezen Sterkte is op de agenda gekomen tijdens de studie die door Rijkswaterstaat (RWS) is uitgevoerd naar het effect van pompen op de Houtribdijk op de versterkingsopgave voor de Markermeerdijken (MMD). In december 2015 heeft de minister van Infrastructuur en Milieu besloten om geen pompen te plaatsen in de Houtribdijk, en tegelijkertijd dat RWS een methode gaat ontwikkelen voor het beoordelen van dijken met behulp van Bewezen Sterkte.

In de rapportage "Rapportage Maatschappelijke Participatie", AMMD-004346, wordt over de gehele breedte van de Versterking Markermeerdijken aangegeven hoe met maatschappelijke initiatieven is omgegaan, Bewezen Sterkte is een van die initiatieven. In de voorliggende rapportage wordt in meer detail toegelicht wat er aan methodiekontwikkeling is gebeurd, en hoe er binnen de Markermeerdijken met Bewezen Sterkte is omgegaan.

De voorliggende rapportage beschrijft de stand van zaken per 8 mei 2018.

Hoofdstuk 2 bevat een uitleg van het concept Bewezen sterkte.

Hoofdstuk 3 gaat in op de landelijke ontwikkeling van het concept door RWS.

Hoofdstuk 4 schetst de wijze waarop project MMD het concept toepast.

2 Bewezen Sterkte

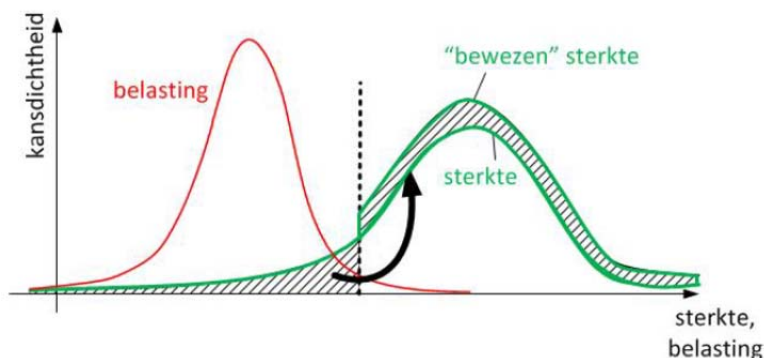
De methode 'bewezen sterkte' is een geavanceerde toetsmethode die erop neerkomt dat de berekende stabiliteitsfactor van een dijk wordt opgevaardigd op grond van het overleefd hebben van een historische hoogwaterstand. De gedachte is dat een dijk sterker kan zijn dan uit de berekeningen volgt, omdat hij tijdens een hoogwatersituatie in het verleden goed overeind is gebleven.

Een relevante hoogwatersituatie bij de Markermeerdijken was de winter van 1998. Toen stond het waterpeil in het Markermeer (van half oktober tot begin december) meerdere weken boven het streefpeil van -40 cm NAP. Het waterpeil stond 1,5 week boven 10 cm NAP en was op het hoogste punt 18 cm boven NAP. Dat betekent dus dat het peil ongeveer een halve meter hoger stond dan normaal. Dit is een stuk lager dan de zogenaamde "maatgevende waterstand" van 70 cm boven NAP, die gebruikt wordt bij de wettelijke toetsing van de dijk. Toch kan het gegeven dat de dijk de waterstand van 1998 heeft "overleefd" extra informatie geven. De rekenmodellen voor de beoordeling van waterkeringen werken namelijk met kansberekening en ervaringscijfers uit het verleden "dempen" een deel van de onzekerheden. Daardoor kan een dijk mogelijk sterker uit de beoordeling komen.

Het basisprincipe van bewezen sterkte is geïllustreerd in de onderstaande figuur.

De belasting van de dijk is een variabele die onzeker is, de rode lijn schetst de kansverdeling daarvan. De kans dat de waterbelasting zeer groot is (rechts van de rode piek), is klein. De sterkte van de dijk is ook een onzeker variabele, de onderste groene lijn schetst de kansverdeling daarvan. De kans dat de dijk op een plek niet sterk genoeg is voor de belasting (waar de groene lijn onder de rode lijn komt), is klein. Dit wordt de faalkans van de dijk genoemd. Bewezen sterkte kijkt naar een hoogwatersituatie in het verleden waarin de dijk goed overeind is gebleven. Deze is in de figuur met een zwarte stippellijn aangegeven. De gehele dijk is dus in ieder geval sterker dan die waterbelasting, dat wil zeggen dat de groene lijn links van de stippellijn vervalst. Door het meenemen van de bewezen sterkte wordt de "kansmassa herverdeeld": het vervallen oppervlak (het gearceerde vlak links van de stippellijn) wordt herverdeeld over de kansverdeling van de sterkte van de dijk (gearceerde vlak rechts van de stippellijn).

De bovenste groene lijn schetst de bewezen sterkte van de dijk. De kansverdeling van de sterkte schuift richting hogere waardes van de sterkte, waardoor de kans op falen kleiner wordt.



Figuur: Illustratie bewezen sterkte analyse.

Om bewezen sterkte te kunnen toepassen als beoordelingsmethodiek moet de huidige situatie wel vergelijkbaar zijn met de hoogwatersituatie in het verleden, anders betekent de goede prestatie uit het verleden weinig.

In de tussentijd kan bijvoorbeeld het watersysteem of de dijkconstructie veranderd zijn.

Bij veranderingen in het watersysteem kan gedacht worden aan een mogelijk andere maatgevende belasting (bijvoorbeeld langdurig hoogwater in plaats van een piekbelasting), of een verandering in de geometrie van de dijk (bijvoorbeeld door daling van het maaiveld). Bij veranderingen in de dijkconstructie kan gedacht worden aan een ingrijpende dijkversterking, nieuwe bebouwing of de aanleg van een weg. Ook zou een dijk door natuurlijke processen minder sterk zijn geworden, bijvoorbeeld veen dat langzaam is afgebroken of geoxideerd. Al deze veranderingen kunnen ertoe leiden dat de historische situatie waarin een hoogwater is gekeerd, niet meer vergelijkbaar is met het heden, en dus niet als 'bewijs' kan worden gebruikt.

3 Landelijk onderzoek naar Bewezen Sterkte

3.1 Ontwikkeling methode door RWS

Eind 2015 was Bewezen Sterkte een conceptueel idee. Om dit tot een praktisch toepasbare methodiek te ontwikkelen, volgt RWS een projectmatige werkwijze. Deze doorloopt de volgende stappen:

- Opstellen Plan van aanpak
- Uitwerken Case studies
- Opstellen concept methode
- Groene versie Handreikingen
- Verdere ontwikkeling richting WBI 2023

In de volgende paragrafen worden deze stappen toegelicht.

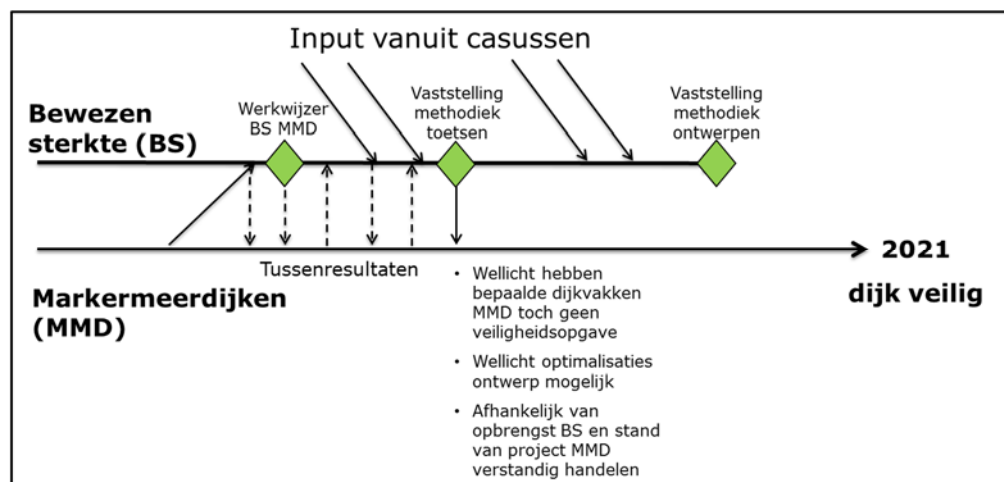
3.1.1 Opstellen Plan van aanpak

RWS heeft een plan van aanpak opgesteld getiteld "Plan van aanpak Operationaliseren bewezen sterkte". Dit plan van aanpak is besproken in de klankbordgroep Bewezen Sterkte van 10 maart 2016 (voor de klankbordgroep: zie paragraaf 4.1).

Als op te leveren resultaten zijn gedefinieerd:

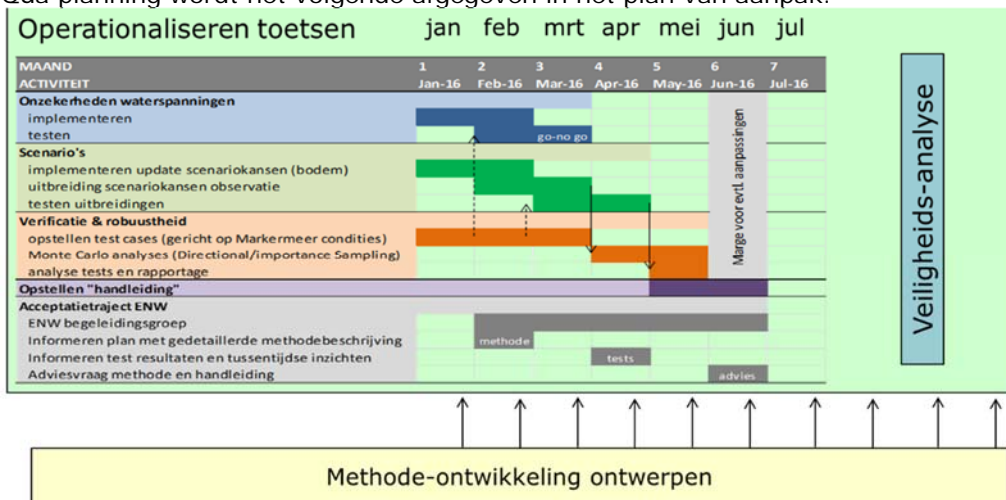
1. Een methode voor bewezen sterkte die kan worden toegepast bij het toetsen van waterkeringen (indien noodzakelijk locatie- en/of faalmechanisme-specifiek).
2. Een methode voor bewezen sterkte die kan worden toegepast bij het ontwerpen van waterkeringen.
3. Een handvat voor de beheerder om gedurende de levensduur van de kering die informatie te kunnen verzamelen die helpt bij het toepassen van deze methoden (koppelen aan zorgplicht).

Voor de Markermeerdijken, alsmede voor een aantal andere projecten, worden case studies uitgevoerd. De samenhang tussen de methodiekontwikkeling en de case studies wordt in onderstaande figuur uit het plan van aanpak weergegeven. De tussentijdse resultaten zullen ter beschikking worden gesteld aan Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier voor toepassing bij de Markermeerdijken.



Voor de kwaliteitsborging van de methodiekontwikkeling wordt een internationaal reviewteam ingezet. Daarnaast wordt er een landelijke expertgroep ingesteld om de inhoudelijke kwaliteit te borgen, en wordt er tevens een adviestraject met het Expertise Netwerk Waterveiligheid (ENW) doorlopen.

Oua planning wordt het volgende afgegeven in het plan van aanpak:



Het betreft hier de maanden januari tot en met juli van 2016.

3.1.2 Uitwerken Case studies

In het voorjaar van 2016 worden er door Deltares twee case studies voor de Markermeerdijken uitgevoerd met de concept methodiek voor Bewezen Sterkte. Twee gestileerde situaties, karakteristiek voor de Markermeerdijken worden doorgerekend. Een is een zogenaamde Groene dijk, zonder bebouwing. De andere case beschrijft een situatie met bebouwing op het binnentalud.

De conclusies gebaseerd op de uitkomsten van deze case studies zijn op 26 mei en 23 juni 2016 met de klankbordgroep Bewezen Sterkte besproken. De belangrijkste conclusies waren:

Ten aanzien van de methode:

- De toepasbaarheid van de methode is aangetoond;
- De methode is gevoelig voor uitgangspunten t.a.v. verkeersbelasting;
- De methode is gevoelig voor het verdisconteren van aspecten van bebouwde omgeving.

Ten aanzien van de cases:

- groene dijk: aanzienlijk effect op de faalkans, maar nog steeds niet voldoen aan de norm;
- dijk met bebouwing: effect op faalkans beperkt.

Ten tijde van de klankbordgroep liep de internationale review nog. De rapporten van de case studies en de methodiekbeschrijvingen zijn besproken in de ENW werkgroep Veiligheid van 9 juni 2016. Tevens is de Expertgroep Bewezen Sterkte op 29 juni 2016 bijeen gekomen. Uiteindelijk is over de stand van zaken van de methodiekontwikkeling en de case studies een ENW advies uitgebracht op 20 oktober 2016 (zie paragraaf 3.2.2).

3.1.3 Opstellen concept methode

Op basis van de verdere ontwikkeling van de methode, en het uitvoeren van proefberekeningen met de nieuwe methode bij de Markermeerdijken, het uitvoeren van drie aanvullende case studies voor het project Krachtige IJsseldijken Krimpenerwaard (KIJK) wordt eind 2016 de volgende versie van de methode Bewezen Sterkte opgeleverd.

Het betreft de "Handreiking faalkansanalyse en updating". Deze handreiking is mede aangescherpt aan de hand van de bevindingen uit de internationale review. De stukken worden toegelicht in de klankbordgroep Bewezen Sterkte van 1 februari 2017. Tevens worden de stukken aangeboden aan het ENW ter advisering. De stukken worden besproken in de ENW werkgroep Veiligheid van 2 februari 2017. Uiteindelijk is over de stand van zaken van de methodiekontwikkeling en de case studies een geactualiseerd ENW advies uitgebracht op 11 maart 2017 (zie ook paragraaf 3.2.4).

3.1.4 Groene versie Handreikingen juli 2017

Op 1 juli is door Deltares de Handreiking Faalkansanalyse Macrostabieleit opgeleverd, alsmede de geactualiseerde versie van de Handreiking Faalkansupdating en de bijbehorende software. Deze versie wordt beschouwd als de zogenaamde "groene versie" van de handreiking. Dat wil zeggen dat de handreiking nu in de praktijk kan worden toegepast, onder begeleiding van RWS en Deltares. Naar aanleiding van de ervaringen kan in een later stadium worden besloten een definitieve versie van de handreiking uit te brengen.

De eerste stap in het ontwikkelen van de methode was voor het faalmechanisme binnenwaartse macrostabieleit. Verdere activiteiten om Bewezen Sterkte voor *andere faalmechanismen* te ontwikkelen worden door RWS en het ministerie van IenW het voormalig IenM op de Kennisagenda Waterveiligheid geplaatst. Ditzelfde geldt ook voor het ontwikkelen van een methode voor het toepassen van Bewezen Sterkte voor het gebruik bij het *ontwerpen* van waterkeringen. Eerst wordt de prioriteit gesteld bij het in de praktijk toepassen van bewezen sterkte voor het beoordelen van binnenwaartse macrostabieleit.

Voor het project Markermeerdijken zijn in augustus 2017 en voorjaar 2018 proefberekeningen met deze nieuwe versie van de handreiking en de software uitgevoerd, zie ook paragraaf 4.4

Vooralsnog is de groene versie niet voorgelegd aan het ENW, aangezien dit pas zinvol is als de combinatie van praktijktoepassing op basis van de Handreiking concreet toepasbare resultaten oplevert.

3.1.5 Verdere ontwikkeling

De in het kader van de Markermeerdijken en KIJK ontwikkelde Handreiking is projectspecifiek. De methode kan alleen bij Deltares en onder begeleiding worden gebruikt. De Handreiking loopt vooruit op een volledig probabilistisch beoordelingsinstrumentarium, wat waarschijnlijk wordt opgenomen in het WBI 2023. De Handreiking betreft een definitief concept, bedoeld voor het

faciliteren van het bijstellen van de faalkans op basis van bewezen sterkte bij project Markermeerdijken en KIIJK. De ontwikkeling van ontwerpinstrumentarium met Bewezen Sterkte is nog niet ingepland.

3.2 Kwaliteitsborging methodiek ontwikkeling door het Expertise Netwerk Waterveiligheid (ENW)

Gedurende de gehele ontwikkeling van de methode Bewezen Sterkte is op regelmatige basis het Expertise Netwerk Waterveiligheid (ENW) om advies gevraagd. In deze paragraaf zijn de verschillende adviezen beschreven, en worden de relevante delen van de adviezen geciteerd. De volledige adviezen staan op de website van het ENW, <http://www.enwinfo.nl>. Tevens wordt een second opinion voor de gemeente Amsterdam besproken, omdat deze door een ENW-lid is opgesteld.

3.2.1 ENW advies Pompenstudie en Bewezen Sterkte, 8 december 2015

Dit advies is gegeven op basis van de stand van zaken van de rapportage van de Pompenstudie. Voor het onderdeel Bewezen Sterkte is het ENW advies gebaseerd op de zogenaamde "Proof of Concept" rapportage en het bijbehorende plan van aanpak voor het ontwikkelen van een beoordelingsmethode voor Bewezen Sterkte van Deltares.

Relevante quotes:

Het ENW acht het realistisch dat de zogenaamde 'grove methode', op basis van fragility-curves, in een periode van ongeveer zes maanden wordt geoperationaliseerd ten behoeve van het project Markermeerdijken. Het is daarbij nodig om voldoende externe expertise (binnen- en buitenland) in te zetten voor onafhankelijke kwaliteitscontrole en 'second opinions'. Het ENW raadt aan om al tijdens de ontwikkeling van de 'grove methode' te worden geïnformeerd om, zodra de methode gereed is, zo snel mogelijk tot een onafhankelijk advies te kunnen komen.

Om het concept bewezen sterkte voor de Markermeerdijken te operationaliseren moeten naast het Markermeerpeil ook andere bepalende faalmechanismen en factoren, zoals bodemopbouw, neerslag, polderpeil, maaiveldniveau, profielaanpassingen en verkeersbelasting, worden geïdentificeerd. Het effect van die factoren op de macrostabiliteit van de Markermeerdijken moet worden begrepen en gekwantificeerd.

Indien de grove methode tijdig beschikbaar komt en toepasbaar is kan de versterkingsopgave van de Markermeerdijken opnieuw worden gezien. De grove methode is in principe bruikbaar op bestaande waterkeringen en niet (direct) op ontwerpen van versterkte waterkeringen, vanwege het simpele feit dat versterkte keringen nooit eerder zijn belast. Het verdient daarom aanbeveling om in de loop van het komende onderzoek ook te verkennen hoe de resultaten van het bewezen sterkteonderzoek bij het ontwerp van versterkingen kunnen worden toegepast.

De mogelijke reductie in dijkversterkingskosten bij de Markermeerdijk in combinatie met de kansrijkheid van de grove methode voor bewezen sterkte rechtvaardigt ons inziens de inspanning en de tijd die nodig is voor de verdere uitwerking en operationalisering van de grove methode. Dit moet leiden tot een methode die kwantitatief, reproduceerbaar, toetsbaar en praktisch bruikbaar is voor het hoogheemraadschap. Vroegtijdige betrokkenheid van eindgebruikers en onafhankelijke kwaliteitsborging is aan te bevelen.

Ingrepen in de dijk, zoals het deels afgraven van voorland (bijvoorbeeld bij het aanleggen van een oeverdijk) of het verwijderen van een afdichtende sliblaag, kunnen leiden tot wezenlijke veranderingen in de situatie. De geringe doorlatendheid van de bodem is cruciaal voor de bevindingen met betrekking tot de invloed van het meerpeil op de macrostabiliteit van de dijk en daarmee van grote invloed op de mogelijke effecten van bewezen sterkte. Bij de verdere planontwikkeling beveelt het ENW dan ook aan om specifiek aandacht te besteden aan de effecten en risico's die samenhangen met ingrepen aan de bestaande dijk en de directe omgeving.

Pagina	Revisiedatum	Documentnummer
12 van 27	10-7-2018	AMMD-003653 (17.116619)

3.2.2 ENW advies Bewezen Sterkte, 20 oktober 2016

Dit advies is gegeven op basis van de in de eerste helft van 2016 uitgevoerde case studies, de concept methodiek zoals die zomer 2016 beschikbaar is, en de door RWS uitgevoerde kwaliteitsborging.

Relevante quotes:

Naar het oordeel van het ENW zit de methode goed in elkaar en is het uitgevoerde onderzoek van hoog niveau. Dit is ook bevestigd in de internationale review. Het ENW verwacht dat de nog resterende verfijningen de praktijktoepassing niet in de weg zullen staan.

De methode 'Bewezen Sterkte' maakt gebruik van een probabilistische aanpak, waardoor ook verschillen optreden met de uitkomsten van de semi-probabilistische methode die in de toetsing wordt gehanteerd. Dit wordt door het ENW gezien als een voordeel, omdat via deze werkwijze meer inzicht wordt verkregen in mogelijk te conservatieve of te optimistische aannames bij de gehanteerde schematisaties van de toetsing. Bij het bepalen van de versterkingsopgave is dit inzicht van groot belang.

Het ENW vraagt nog wel aandacht voor de volgende aspecten:

1. Toepassingsvoorwaarden, waarin aangegeven is waar en wanneer deze methode winst kan opleveren. De toepassingsvoorwaarden zoals nu verwoord in de rapportage zijn mogelijk nog te streng. Wij adviseren om deze voorwaarden verder te ontwikkelen naar aanleiding van ervaringen in de praktijk.

2. Het ENW constateert met tevredenheid dat de methode nu ook toegepast wordt op de Hollandsche IJssel. Om de methode ook op andere plekken toe te passen is aandacht nodig voor de implementatie van de methode. Een aantal aansprekende voorbeelden, uitgewerkt vanuit de theorie, kunnen bijdragen aan vertrouwen in de methode en het toepassen in de praktijk. Het ENW ziet met name ook voor het Rivierengebied kansen voor 'Bewezen Sterkte'.

3. De methode is vooralsnog gericht op het bijstellen van het oordeel over de betrouwbaarheid van bestaande of beperkt aan te passen waterkeringen. Daarmee is de methode vooral geschikt voor het nader bepalen van versterkingsopgaven. Doorontwikkeling voor toepassing bij het ontwerp van waterkeringen kan het rendement van 'Bewezen Sterkte' vergroten (met name als de ondergrond van de kering niet wordt aangetast door het ontwerp).

In het ENW-advies van 9 december 2015 is aanbevolen om uit te werken wat de methode van 'Bewezen Sterkte' betekent voor de versterkingsopgave van de Markermeerdijken. Dit project was immers de directe aanleiding om de methode verder te ontwikkelen. De twee afgekeurde profielen die als voorbeeldcases zijn genomen, laten weliswaar zien dat een ander beeld van de veiligheid wordt verkregen dan uit de toetsing is gekomen, maar conclusies over de versterkingsopgave voor de Markermeerdijken kunnen voor deze profielen nog niet direct worden getrokken. De testcases zijn beperkt in aantal en het zijn gestileerde voorbeelden over het effect van de methode 'Bewezen Sterkte'. Het ENW beschikt helaas niet over informatie waaruit blijkt wat de impact van de methode 'Bewezen Sterkte' op de versterkingsopgave van de Markermeerdijken is. Het ENW is nog steeds van mening dat de potentie groot kan zijn en had over de impact van de methode op de versterkingsopgave in de afgelopen periode meer duidelijkheid verwacht. Het ENW beveelt aan om eventuele (tussen)resultaten van 'Bewezen Sterkte'-analyses voor verschillende secties uit te wisselen, zodat er op korte termijn een gedeeld beeld ontstaat van het effect op de versterkingsopgave.

Het ENW is bereid om in de komende periode actief mee te denken over het bepalen van het effect van 'Bewezen Sterkte' op de versterkingsopgave. Intensieve samenwerking zal nodig zijn tussen beheerders, beleidsadviseurs, onderzoekers, ontwerpers en aannemers.

Pagina	Revisiedatum	Documentnummer
13 van 27	10-7-2018	AMMD-003653 (17.116619)

3.2.3 Second Opinion voor gemeente Amsterdam, januari 2017

Dit advies is opgesteld in opdracht van de gemeente Amsterdam naar aanleiding van discussie over nut en noodzaak van het project Markermeerdijken binnen de grenzen van de gemeente (modules 15 Uitdammerdijk en 16 Durgerdam). De second opinion is uitgevoerd door de directeur van HKV Lijn in Water die tevens ENW-lid is. Het advies gaat ook in op het thema Bewezen Sterkte.

Relevante quotes:

Vraag: Tussen 2006 en medio 2016 zijn er op diverse gebieden nieuwe inzichten ontstaan, en een nieuwe veiligheidsnorm wordt vanaf volgend jaar gehanteerd voor de waterveiligheid. Welke inzichten m.b.t. de veiligheidstoets en zijn (vooral) veranderd en wat is de invloed van de nieuwe norm op de toets van 2006? Leidt dit naar uw oordeel tot andere conclusies met betrekking tot de eerdere afkeuring?

Antwoord: Algemeen gesteld kunnen de nieuwe inzichten leiden tot verandering van de veiligheidsopgave. Dit kan twee kanten op werken: een grotere of kleinere veiligheidsopgave. Vandaar dat bij recentere versterkingsprojecten in Nederland een nadere veiligheidsanalyse wordt uitgevoerd alvorens het projectontwerp te maken en in procedure te brengen. Specifiek geldt voor de Markermeerdijken dat een soortgelijke studie is verricht in 2016 (de 0-analyse). De uitkomsten hiervan zijn gepresenteerd in een tabel [18]. Hieruit volgt dat 3 secties aanvullend worden afgekeurd (EA8a op hoogte en buitenwaartse stabiliteit en EA12 en EA13 op hoogte). Ten tijde van deze contra-expertise was geen rapportage beschikbaar over de achtergronden van de tabel. In de tabel is nog geen rekening gehouden met bewezen sterkte, en het vermoeden bestaat dat de veiligheidsopgave kleiner wordt als het concept van bewezen sterkte wordt toegepast. Dit concept kan tevens grote invloed hebben op de omvang en principe-oplossing van de ontwerpogave, zoals (stabiliteits)maatregelen, en daarmee mogelijk ook op de maatschappelijke impact en de selectie van voorkeursalternatieven. We vragen aandacht voor ontwerpuitgangspunten die de veiligheidsopgave lijken te bepalen, zoals de kruindaling (bodemdaling) in relatie tot de geplande levensduur.

3.2.4 Aanvullend ENW advies over Bewezen Sterkte, 10 maart 2017

Dit advies is gegeven op basis van de eind 2016 uitgevoerde case studies bij het project KIJK, de door de Markermeerdijken uitgevoerde proefberekeningen, en de eind 2016 opgeleverde rapportages behorend bij de methodiek Bewezen Sterkte.

Relevante quotes:

Ook voor het project Markermeerdijken ziet het ENW nog steeds mogelijkheden. Hoewel het ENW zich realiseert dat dit project inmiddels vergoederd is in de planstudie, acht het ENW het raadzaam om probabilistische stabiliteitsanalyses en reliability updating uit te voeren analoog aan die bij het project KIJK. Of de methode bij de Markermeerdijken eveneens significant positieve resultaten oplevert, blijft de vraag. Een inschatting van het effect kan het ENW op voorhand niet maken. De situaties zijn immers verschillend, bijvoorbeeld wat betreft de ondergrond, opbouw van de dijken en overleefde belastingen. Door een aantal dwarsdoorsneden te analyseren moet naar het inzicht van het ENW spoedig duidelijkheid ontstaan over het effect van deze analyse op de scope van het project.

3.2.5 ENW advies over het nieuwe WBI, mei 2017

Dit advies gaat niet direct over Bewezen Sterkte, maar over de ontwikkeling van het WBI2017. De relevantie voor Bewezen Sterkte is dat voor het faalmechanisme Macrostabiliteit een aantal constatering worden gedaan door het ENW die ook relevant zijn voor Bewezen Sterkte. Deze worden hieronder benoemd.

Relevante quotes:

Voor één inhoudelijk thema, namelijk macrostabiliteit, vraagt het ENW speciale aandacht. Rondom

macrostabiliteit zijn relatief veel vernieuwingen gaande, met vergaande consequenties voor zowel de beoordeling als het ontwerp. Het nieuwe schuifsterktemodel voor ongedraineerd rekenen, de stap naar probabilistisch rekenen, de interactie met infiltratie door overslag, de ontwikkelingen rondom de sterkte van veen, het rekenen met bewezen sterkte, dit zijn allemaal aspecten die ook de komende tijd nog zullen veranderen. Dat levert nieuwe uitdagingen voor de praktijk op, die alleen opgelost kunnen worden door afstemming tussen theorie en toepassing.

Het ENW is specifiek voor macrostabiliteit een groot voorstander van een platform of groep waarin onderzoekers (Rijkswaterstaat, Deltares en Technische Universiteit Delft) en praktijkmensen (beheerders en adviesbureaus) samenwerken bij het verder ontwikkelen van de rekenmethodiek. De initiatieven die Rijkswaterstaat WVL op dit vlak ontplooit, zijn goed en kunnen verder worden uitgebouwd. Feit is dat projecten op een goed moment een knoop moeten doorhakken over de wijze waarop aan macrostabiliteit wordt gerekend.

3.3 Ontwikkeling van de kansrijkheid van Bewezen Sterkte

Op basis van de ENW adviezen kan geconstateerd worden dat de oorspronkelijke hoge verwachtingen in de Pompenrapportage van 2015, destijds gedeeld door het ENW, in de loop van de tijd naar beneden zijn bijgesteld. Dit geldt zowel voor het tempo van het onderzoek als voor de inhoudelijke kansrijkheid. In de meest recente ENW adviezen van maart en mei 2017 wordt geconstateerd dat de kansrijkheid van Bewezen Sterkte nog onzeker is, en dat de methoden de komende jaren nog kunnen veranderen. Dit maakt besluitvorming over deze aspecten complex.

3.4 Bewezen Sterkte binnen het project KIJK

Het project Krachtige IJsseldijken Krimpenerwaard (KIJK) van Hoogheemraadschap Schieland en Krimpenerwaard (HHSK) is een HWBP-project dat momenteel in de verkenningsfase zit. Binnen KIJK wordt aandacht besteed aan Bewezen Sterkte binnen het onderzoek naar Actuele Sterkte. Het onderzoek naar Actuele Sterkte wordt gefinancierd uit de Projectoverstijgende Verkenning (POV) Macrostabiliteit.

Actuele Sterkte omvat drie stappen:

- Stap 1: scherper schematiseren van de ondergrond door gedetailleerder grondonderzoek en het scherper schematiseren van de laagscheidingen en eigenschappen van de ondergrond;
- Stap 2: uitvoeren van probabilistische stabiliteitsberekeningen. Dit zijn berekeningen waarbij van de onzekere invoerparameters de volledige onzekerheid wordt meegenomen via een kansverdeling met gemiddelde waarde en spreiding. In de normale methode (semi-probabilistisch) gebeurt het meenemen van onzekerheden door middel van het rekenen met karakteristieke waarden;
- Stap 3: Bewezen Sterkte: meenemen van overleefde omstandigheden.

Het project KIJK heeft in samenwerking met de POV Macrostabiliteit in het najaar 2016 enkele case studies uitgevoerd. Uit deze case studies werd zichtbaar dat het doorlopen van de bovengenoemde stappen 1 en 2 tot significante winst leidde. In een bijeenkomst van de Expertgroep Bewezen Sterkte in februari 2017 zijn deze resultaten gepresenteerd.

Op basis van de case studies werden echter geen dijkvakken uit de scope gehaald, omdat deze ook met veiligheidstekorten op andere faalmechanismen kampten.

In de zomer 2017 is KIIK gestart met de verkenningsfase van het project leidend tot de keuze voor een Voorkeursalternatief. Daarbinnen wordt gewerkt met stap 1 (scherper schematiseren van de ondergrond) en stap 2 (probabilistisch rekenen) als één van de lokale optimalisatiemogelijkheden. Stap 3 (overleefde omstandigheden, Bewezen Sterkte) wordt niet toegepast omdat stap 1 en 2 al behoorlijke optimalisaties opleveren en stap 3 nog diverse onzekerheden met zich meebrengt.

4 Toepassing van Bewezen Sterkte binnen project MMD

In de brief waarin de Minister besloot geen pompen te plaatsen in de Houtribdijk (15 december 2015) stond tevens het besluit om over te gaan tot de methodiekontwikkeling Bewezen Sterkte.

Relevante quotes:

Het concept bewezen sterkte lijkt kansen te bieden voor een minder ingrijpende dijkversterking. Ik zal opdracht geven om de methodiek voor bewezen sterkte landelijk verder te ontwikkelen ten behoeve van het gehele hoogwaterbeschermingsprogramma. De tussentijdse resultaten zullen ter beschikking worden gesteld aan het Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier voor toepassing bij de Markermeerdijken. Ik hecht eraan te benadrukken dat het concept bewezen sterkte kansrijk lijkt, maar nog geen zekerheid is.

De wijze waarop binnen de Markermeerdijken invulling is gegeven aan het faciliteren van het onderzoek Bewezen Sterkte en het implementeren van de resultaten wordt in dit hoofdstuk omschreven. Dit is uitgevoerd door de Alliantie Markermeerdijken in opdracht van HHNK.

4.1 Klankbordgroep Bewezen Sterkte

De begeleidingsgroep die actief betrokken was geweest bij de studie naar pompen op de Houtribdijk is als klankbordgroep voortgezet bij het onderzoek naar Bewezen Sterkte.

De klankbordgroep bestaat uit: drie bewoners van de Markermeerdijken (tevens lid van de Adviesgroep MMD), medewerkers van HHNK, Rijkswaterstaat en het Ministerie van Infrastructuur en Milieu en een onafhankelijk voorzitter. Het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat voert het secretariaat. De klankbordgroep werkt volgens het principe van Joint Fact Finding.

De klankbordgroep Bewezen Sterkte is tot 10 mei 2018 (peildatum van deze rapportage) acht keer bijeen gekomen, een overzicht is opgenomen in de bijlagen.

4.2 Case studies Deltares

Het project Markermeerdijken ondersteunt RWS en Deltares bij de uitvoering van de case studies. Het gaat om twee typische selecties voor de Markermeerdijken: een zogenaamde "groene" dijk (locatie Uitdam) en een bebouwde dijk (locatie Durgerdam), zie paragraaf 3.1.2. De resultaten van deze case studies zijn gedeeld met de klankbordgroep op 26 mei en 23 juni 2016.

4.3 Strategie met Toepassingslocaties

Bewezen Sterkte kan worden toegepast op plekken waar de dijk is afgekeurd op binnenwaartse stabiliteit. Dit is het belangrijkste faalmechanisme bij de Markermeerdijken. Bewezen Sterkte kan echter niet overal worden toegepast. In overleg met Rijkswaterstaat en Deltares worden twee toepassingsvoorwaarden bepaald.

De voorwaarden zijn:

- Alleen afkeuring op het faalmechanisme 'binnenwaartse stabiliteit';
- Voor de dijk ligt geen hoog voorland.

Ten eerste zijn er locaties waar ook andere faalmechanismen een rol spelen. Daar blijft de afkeuring op deze andere faalmechanismen van kracht. Bij het verhelpen van die tekorten verandert de dijk fysiek, en dan is Bewezen Sterkte in een aantal gevallen niet meer toepasbaar. Bij forse verbetermaatregelen aan de dijk vanwege andere faalmechanismen kan de dijk namelijk zodanig veranderen dat het de vraag is of de "bewezen sterkte tijdens de overleefde situatie" nog ongeschonden en dus toepasbaar is. Bij een significante ophoging van de dijk lijkt het evident dat Bewezen Sterkte niet meer kan worden toegepast. Maar bij bijvoorbeeld kleinere ingrepen aan het buitentalud of de bekleding kan dat wellicht wel.

Ten tweede zijn er locaties waar de fysieke omstandigheden ervoor zorgen dat de waterstand van 1998 niet representatief is voor de maatgevende omstandigheden. Bijvoorbeeld hoger gelegen voorlanden kunnen ervoor hebben gezorgd dat in 1998 het water de dijk niet heeft belast, terwijl deze onder maatgevende omstandigheden wel wordt belast. Op deze locaties kan Bewezen Sterkte niet worden toegepast.

De toepassingsvoorwaarden worden besproken met de klankbordgroep op 26 mei 2016.

Omdat de methodiek Bewezen Sterkte nog niet ver genoeg is ontwikkeld om in de praktijk toe te passen, wordt de strategie van toepassingslocaties ontwikkeld. Op de toepassingslocaties wordt langer gewacht met de dijkversterking, om zodoende meer tijd te creëren voor Bewezen Sterkte. Daardoor wordt de kans groter dat op (sommige) toepassingslocaties de dijk met Bewezen Sterkte wordt goedgekeurd. Deze strategie wordt toegelicht in de klankbordgroep-vergadering van 23 juni 2016.

Voor de toepassingslocaties moet ook gedefinieerd worden wat het versterkingsalternatief is (terugvaloptie) als de toepassing van Bewezen Sterkte niet leidt tot een veilig beoordeeld dijktraject. Hierover maakt HHNK in afstemming met DGRW en RWS de volgende keuzes, die worden besproken met de klankbordgroep van 1 februari 2017.

Besloten wordt tot 1 juli 2018 te wachten met versterken op de toepassingslocaties. Hierdoor wordt op deze plaatsen extra tijd gecreëerd om met de nieuwe methode Bewezen Sterkte de dijk veilig te kunnen beoordelen. Een meetbaar product wat er op 1 juli 2018 moet liggen is een brief van de toezichthoudende Inspectie Leefomgeving en Transport (ILT) die de positieve toetsresultaten accordeert. De planning op dat moment is dat de uitvoering van de dijkversterking Markermeerdijken juli 2017 start. Als op 1 juli 2018 zou blijken dat Bewezen Sterkte niet tot het veilig beoordelen van de toepassingslocaties leidt, zullen zettingsversnellende maatregelen worden getroffen om toch de eindmijlpaal 2021 te halen.

N.B. Inmiddels is de start van uitvoering van het project Markermeerdijken vertraagd, dus is er geen sprake meer van latere start als gevolg van het langer de tijd nemen voor Bewezen Sterkte. De zettingsversnellende maatregelen worden grootschalig in het project toegepast om de eindmijlpaal te halen.

4.3.1 Toepassingslocaties op basis van toetsing 2006

Het toepassen van de toepassingsvoorwaarden op de secties van de Markermeerdijken op basis van de veiligheidstekorten zoals bij de toetsing in 2006 zijn geconstateerd, leidt tot ongeveer 10 km aan toepassingslocaties. Dit is besproken met de klankbordgroep op 26 mei en 23 juni 2016. Vervolgens zijn de locaties op basis van een multi-criteria analyse in prioriteitsvolgorde gezet. Deze multi-criteria analyse is op 6 juli en 19 juli 2016 besproken met de bewonersdelegatie uit de klankbordgroep. Belangrijke criteria zijn o.a. de kansrijkheid van Bewezen Sterkte op de verschillende locaties (kwalitatief bepaald, expert judgement) en de inpasbaarheid in het ontwerp.

Alliantie en bewoners zijn het er over eens dat de bovenstaande werkwijze een goede manier is om tot prioritering van de toepassingslocaties te komen, maar "agree to disagree" over het aantal te selecteren toepassingslocaties. De bewoners schatten de kans op succes van Bewezen Sterkte hoog in, en denken daarom dat elke toepassingslocatie een aanmerkelijke kans op een kostenverlaging met zich meebrengt (namelijk niets doen in plaats van een reguliere versterking). De Alliantie schat de kans op succes van Bewezen Sterkte lager in, en houdt er rekening mee dat elke toepassingslocatie een aanmerkelijk risico op meerkosten met zich meebrengt (namelijk de meerkosten van de zettingsversnellende maatregelen t.o.v. de reguliere versterking).

4.3.2 Toepassingslocaties op basis van veiligheidsbeoordeling 2016

In de zomer van 2016 maakt de Alliantie de overstap naar de nieuwe normering, die per 1 januari 2017 van kracht wordt. Bij de nieuwe normering horen ook nieuwe beoordelingsregels. Dit leidt ertoe dat bij de heranalyse van de veiligheidsopgave bij een aantal secties de faalmechanismen waarop de dijk is afgekeurd wijzigt. Dezelfde exercitie met de toepassingsvoorwaarden leidt nu tot geen enkele toepassingslocatie. De Alliantie heeft daarom genuanceerd gekeken naar criterium 1: ook dijksecties met binnenwaartse stabiliteit, een beperkte hoogte-opgave en eventueel een bekledingsprobleem worden als toepassingslocatie geaccepteerd. Hieruit volgt een kleine 4 km aan toepassingslocaties. Het betreft vier locaties: HE8A, HE9B-HE10A, HE11B en EA4.

Deze uitkomst wordt met de klankbordgroep gedeeld op 21 september 2016 en 1 februari 2017. De vier toepassingslocaties worden opgenomen in het Ontwerp Projectplan Waterwet dat van 14 december 2017 tot en met 24 januari 2018 ter inzage ligt. De bewonersdelegatie in de klankbordgroep is teleurgesteld dat de toepassing van Bewezen Sterkte nu op een kleiner aantal kilometer plaats kan vinden.

4.3.3 Toepassingslocaties op basis van hoogwatersituatie van 8 januari 2018

Op 8 januari 2018 is er een hoogwatersituatie in het Markermeer met oostenwind, waarbij op diverse locaties de voorlanden langs de Markermeerdijken onder water staan. In het overleg van 29 januari 2018 met de klankbordgroep wordt afgesproken dat de Alliantie op basis van deze hoogwatersituatie de toepassingslocaties heroverweegt.

Op basis van toepassingsvoorwaarde 2 (hoge voorlanden) worden er twee extra toepassingslocaties onderkend. Dit zijn sectie HE7A2, 7A3 en 7B (1150m) en HE12A (300m). De totale lengte van de zes toepassingslocaties is nu 5,3 km. De zes toepassingslocaties worden opgenomen in het Projectplan Waterwet dat naar verwachting vanaf najaar 2018 ter inzage ligt.

4.4 Proefberekeningen

4.4.1 Uitvoeren proefberekeningen door Alliantie Markermeerdijken 2016

In november 2016 worden met de toenmalige versie van de methodiek Bewezen Sterkte en de bijbehorende software eerste proefberekeningen gemaakt. Dit houdt praktisch in dat met gegevens van de Markermeerdijken, bij onderzoeksinstituut Deltares op kantoor, en onder begeleiding van specialisten van Deltares, proefberekeningen worden gemaakt met de nieuwe methodiek.

De proefberekeningen leiden niet tot uitspraken over de toepassingslocaties, daarvoor is de methode nog te pril. Wel worden constatering gedaan over de gebruiksvriendelijkheid en praktische bruikbaarheid van de methode, en er wordt een aantal kritische vragen gesteld over de methode zelf. De conclusies worden gedeeld met Deltares en Rijkswaterstaat, en worden ook meegenomen in het ENW advies over Bewezen Sterkte van 10 maart 2017 (zie ook paragraaf 3.2.4). De uitkomsten worden besproken met de klankbordgroep Bewezen Sterkte op 1 februari 2017.

4.4.2 Probabilistische berekening Uitdam

Tijdens het participatieproces in Uitdam onder leiding van de Deltacommissaris in het voorjaar van 2017 wordt een vraag gesteld over het maken van een berekening voor Bewezen Sterkte in Uitdam. Uitdam is geen toepassingslocatie, aangezien het niet aan de toepassingsvoorwaarden voldoet. De RWS-expert zegt toe een berekening met de zogeheten probabilistische methode, ook bekend als "stap 2", uit te voeren (zie paragraaf 3.4).

Met behulp van experts van de Alliantie, en onder begeleiding van Deltares wordt deze proefberekening uitgevoerd. In de bijeenkomst op 6 juni 2017 licht de RWS expert de resultaten toe. Dit leidt tot de volgende conclusies:

- Het nemen van een maatregel om stabiliteit van de dijk in Uitdam te verhogen is noodzakelijk.
- Inzake de representativiteit van het beschouwde dwarsprofiel van Uitdam wordt geconstateerd dat de schematisering van de bebouwing grote invloed heeft.
- Optimalisatie van de vereiste maatregel is mogelijk door verfijnen van de indeling van het tracé in Uitdam. Deze optimalisatie wordt in het vervolgproces met de Deltacommissaris verder onderzocht.

Op basis van de probabilistische berekeningen blijkt er nog steeds een noodzaak tot versterking in Uitdam. De wijze van schematiseren van huizen heeft grote invloed. Hier wordt in het vervolg van het proces met de Deltacommissaris nader onderzoek naar gedaan.

4.4.3 Proefberekeningen 2017

Het ENW advies van 10 maart 2017 beveelt aan aanvullende proefberekeningen te doen conform de aanpak van het project KIJK. Kern van de aanpak KIJK is het uitvoeren van proefberekeningen onder begeleiding van Deltares, in verschillende teams die elkaars keuzes en uitkomsten controleren.

In juli en augustus 2017 wordt de tweede serie proefberekeningen uitgevoerd door de Alliantie conform de aanpak van het project KIJK. De resultaten van deze serie proefberekeningen worden besproken met de klankbordgroep op 18 september 2017.

Uit de tweede serie proefberekeningen wordt geconcludeerd:

- Twee van de vier toepassingslocaties voldoen aan de toepassingsvoorwaarde, namelijk HE11B en EA4;
- Voor deze twee zijn proefberekeningen uitgevoerd;
- De uitkomsten laten een reductie van de veiligheidsopgave zien met de probabilistische methode ten opzichte van standaard methode. Maar er is op dit moment nog onvoldoende zekerheid in de methodiek om tot voldoende betrouwbaar veilig beoordelingsresultaat te komen;
- Aanbevolen wordt om nog tot voorjaar 2018 verder te gaan met de beoordeling.

Op verzoek van de bewonersdelegatie uit de Klankbordgroep rekent de Alliantie nog een derde locatie door.

De resultaten van de derde locatie (HE8A1-HE8A2) worden in het overleg van 29 januari 2018 door de Alliantie toegelicht. Uit deze aanvullende proefberekening wordt geconcludeerd dat:

- De methode niet leidt tot goedkeuren van de betreffende locatie;
- De probabilistische som ("stap 2") bevestigt de resultaten van de standaard (semi-probabilistisch) gemaakte som.
- Met optimistische aannames wordt de veiligheidsopgave voor HE-8A1-HE8A2 na faalkansupdating bevestigd ;
- Er zijn nog veel onzekerheden aanwezig bij faalkans updating (het meenemen van overleefde omstandigheden, "stap 3") die verder onderzocht dienen te worden. In de laatste serie proefberekeningen wordt een nauwkeuriger analyse van de drie gemaakte sommen met faalkans updating meegenomen.

4.4.4 Proefberekeningen 2018

In het overleg van 29 januari 2018 met de klankbordgroep wordt afgesproken dat de Alliantie in de derde ronde proefberekeningen extra toepassingslocaties zal meenemen naar aanleiding van de hoogwatersituatie op 8 januari. Daarnaast wordt afgesproken dat er een nauwkeuriger analyse wordt gemaakt met faalkans updating ("stap 3") en dat de gemaakte sommen worden opgenomen als bijlage van dit rapport.

Er worden proefberekeningen gemaakt voor alle zes toepassingslocaties. De proefberekeningen zijn opgenomen in bijlage 5.2 Hieruit worden de volgende conclusies getrokken:

- De methode leidt niet tot goedkeuren van de betreffende locaties;
- De uitkomst laat bij sectie HE12A een reductie van de veiligheidsopgave zien met de probabilistische methode ten opzichte van standaard methode. Maar er is op dit moment nog in de methodiek onvoldoende zekerheid om tot voldoende betrouwbaar veilig beoordelingsresultaat te komen;
- Bij de secties HE7A2, 7A3 en 7B, HE-8A1 -HE8A2 en HE9B-HE10A wordt de veiligheidsopgave bevestigd.

Pagina	Revisiedatum	Documentnummer
21 van 27	10-7-2018	AMMD-003653 (17.116619)

- Faalkans updating ("stap 3") laat zien met optimistische aannames dat er in potentie een grote sprong gemaakt kan worden echter laat het ook zien dat er aan deze stap nog veel onzekerheden kleven. Met name de onzekerheid over de schematisatie van de overleefde situatie (met name waterspanningen) hebben een grote invloed op het resultaat.

4.5 Beschrijving in (Ontwerp) Projectplan Waterwet

4.5.1 Ontwerp Projectplan Waterwet

De wijze waarop binnen het project Markermeerdijken met Bewezen Sterkte wordt omgegaan, wordt in het Ontwerp Projectplan Waterwet beschreven. Dit document ligt tussen 14 december 2017 en 24 januari 2018 ter inzage. Hieronder de betreffende tekst.

Relevante quotes:

Op dit moment wordt een rekenmodel ontwikkeld om voor de Markermeerdijken, en specifiek op de locaties waar op dit moment de verwachting is dat de methode Bewezen Sterkte kan worden toegepast, te rekenen met deze geavanceerde toetsmethode. In dat kader zijn door RWS twee randvoorwaarden gesteld voor het selecteren van deze locaties:

1. *De dijk is alleen afgekeurd op binnenwaartse stabiliteit.*
2. *De locatie is in 1998 blootgesteld aan hoogwater.*

Dat betekent dat locaties waar sprake is van lage voorlanden, waar het hoogwater tegen de dijk is gekomen worden meegenomen.

In het Projectplan Waterwet zijn vier locaties aangewezen als 'Toepassingslocaties voor Bewezen Sterkte' (verder: Toepassingslocaties). Op deze locaties wordt verwacht dat, in het geval dat de methode Bewezen Sterkte beschikbaar komt, geen versterking nodig is. De locaties zijn in de onderstaande figuur weergegeven

Het Projectplan beschrijft voor de Toepassingslocaties net als voor de andere afgekeurde dijksecties een versterkingsmaatregel. Zodra het rekenmodel gereed is, naar verwachting begin 2018, zal voor de Toepassingslocaties een hertoetsing plaatsvinden. Het oordeel wordt vervolgens, net als bij reguliere toetsingen, ter acceptatie voorgelegd aan de Inspectie Leefomgeving en Transport (ILT).

Indien voor één of meer Toepassingslocaties uiterlijk 1 juli 2018 uit een brief van ILT blijkt dat met Bewezen Sterkte voor de komende 50 jaar (dus tot 2071) niet langer sprake is van een veiligheidstekort op de betreffende Toepassingslocatie(s), wordt de in dit Projectplan op die locatie(s) voorziene versterking niet uitgevoerd (met uitzondering van eventueel benodigde werkzaamheden aan de steenbekleding). In dat geval zal worden zorggedragen voor een in het landschap passende aansluiting op de naastgelegen wel te versterken delen, middels een landschappelijke analyse. Het in dit Projectplan voorziene ruimtebeslag en dwarsprofiel bieden daar de ruimte voor.

Ligt voor één of meer Toepassingslocaties de hiervoor bedoelde brief van de ILT er niet uiterlijk 1 juli 2018, bijvoorbeeld omdat de methode niet tijdig gereed is of blijkt dat er toch nog sprake is van een veiligheidstekort, wordt voor die locatie de versterkingsmaatregel uitgevoerd conform beschreven in dit Projectplan.

4.5.2 Projectplan Waterwet

In het (definitieve) Projectplan Waterwet worden de laatste inzichten meegenomen. Dit document komt naar verwachting in het najaar 2018 ter inzage. Hieronder volgt de betreffende *concept* tekst.

Sinds december 2015 onderzoekt RWS of in de rekenmodellen voor primaire waterkeringen gebruik kan worden gemaakt van ervaringscijfers uit het verleden, de zogenoemde 'Bewezen Sterkte'. In 1998 en 2018 hebben delen van de Markermeerdijken namelijk een hoogwatersituatie doorstaan. Deze bewezen sterkte van de waterkeringen kan mogelijk gebruikt worden om een deel van de onzekerheden in de rekenmodellen weg te nemen of te verkleinen. Een uitkomst van het gebruik van deze geavanceerde toetsmethode kan zijn dat bepaalde eerder afgekeurde dijkssecties toch geen veiligheidstekort hebben voor binnenwaartse stabiliteit en dat op dit onderdeel geen versterking nodig is.

RWS heeft een rekenmodel ontwikkeld om bij de Markermeerdijken te kunnen rekenen met deze geavanceerde toetsmethode. De methode kan echter niet overal worden toegepast. In overleg met Deltares en RWS zijn twee voorwaarden gesteld voor het selecteren van locaties:

- 1. De dijk is alleen afgekeurd op binnenwaartse stabiliteit.*
- 2. De locatie is in 1998 of 2018 blootgesteld aan hoogwater.*

Dat betekent dat alleen locaties waar sprake is van lage voorlanden, waar het hoogwater tegen de dijk is gekomen werden meegenomen.

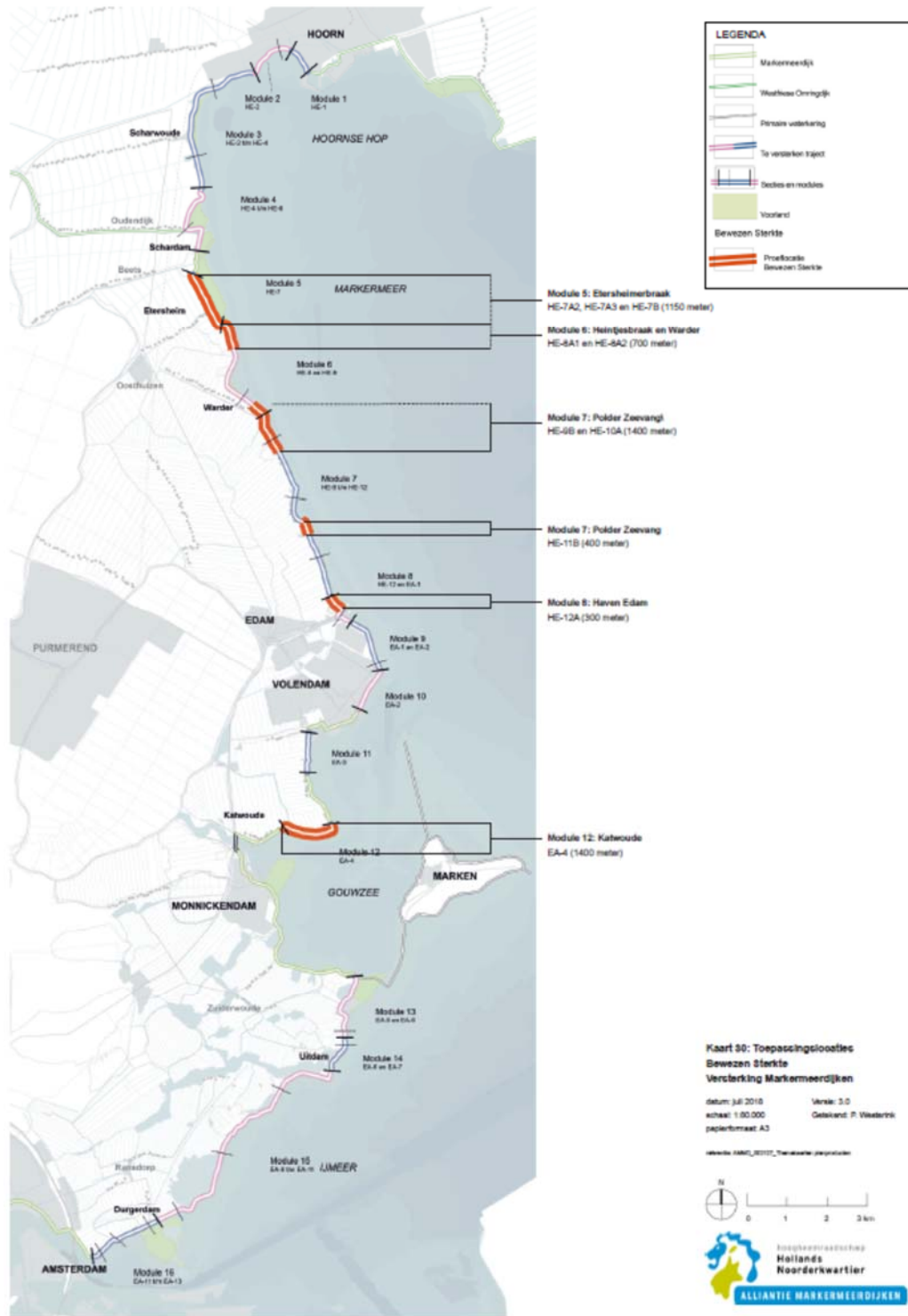
Zes locaties voldeden aan deze voorwaarden en werden daarom aangewezen als 'Toepassingslocaties voor Bewezen Sterkte' (verder: Toepassingslocaties). Vier locaties op basis van het hoogwater in 1998 en twee locaties op basis van het hoogwater in 2018. Op deze locaties werd verwacht dat, in het geval dat de methode Bewezen Sterkte wordt toegepast, geen versterking nodig is. De locaties zijn in figuur 25 aangegeven.

De zes Toepassingslocaties zijn doorgerekend met de geavanceerde toetsmethode Bewezen Sterkte. Hieruit is gebleken dat voor de locaties nog steeds sprake is van een veiligheidstekort en dat de locaties dus toch versterkt moeten worden. In de Verantwoordingsrapportage (bijlage 9.11 van het Bijlagenboek) wordt hierop dieper ingegaan.*

* Verantwoordingsrapportage is voorliggende rapportage.

5 Bijlagen

5.1 Overzichtskaart Toepassingslocaties



5.2 Proefberekeningen

Probabilistische analyses en bewezen sterkte fase I en II d.d. 10 juli 2018 (AMMD-005498 en AMMD-005499)

5.3 Reflectie Deltares

11201317-012-GEO-0001-v01-m-Review verkenning bewezen sterkte door Alliantie Markermeerdijken - def

5.4 Overzicht participatieproces

In onderstaande tabel is een overzicht opgenomen met momenten in het participatieproces gedurende het project – toegespitst op Bewezen Sterkte. Start van de contactmomenten overlapt met afronding van het onderzoek naar pompen op de Houtribdijk. Waar van toepassing wordt beknopt weergegeven op welke wijze met inbreng is omgegaan.

Datum	Betrokkenen	Onderwerp (beknopte inhoud)	Documentnummer
14-12-2015	Minister I&M, Adviesgroep Markermeerdijken	Brief minister aan Adviesgroep, met definitief besluit om geen pompen te plaatsen. Pompen in de Houtribdijk en Afsluitdijk kunnen het waterpeil omlaag brengen, maar het effect op de benodigde dijkversterking is gering. Daarnaast opdracht om methodiek Bewezen Sterkte landelijk verder te ontwikkelen en tussentijdse resultaten ter beschikking te stellen voor toepassing Markermeerdijken.	IenM/BSK- 2015/251500
26-1-2016	Alliantie, HHNK, I&M, Adviesgroep	Terugkoppeling pompenonderzoek en besluit minister. Startbijeenkomst Alliantie Markermeerdijken. Vooruitblik proces en besluit voorzetting Begeleidingscommissie Pompenonderzoek en Bewezen Sterkte onder de naam: Klankbordgroep Bewezen Sterkte Markermeerdijken.	16.4595
10-3-2016	Klankbordgroep Bewezen Sterkte: bewonersgroep, HHNK, DGRW, RWS	Het plan van aanpak Bewezen Sterkte Markermeerdijken wordt besproken, evenals de vragen van de bewonersgroep. Ook planning ontwerpproces en communicatie naar omgeving.	-
26-5-2016	Klankbordgroep Bewezen Sterkte: bewonersgroep,	Stand van zaken proces onderzoek Bewezen Sterkte; stand van zaken verkenning innovaties en optimalisaties	-

Datum	Betrokkenen	Onderwerp (beknopte inhoud)	Documentnummer
	HHNK, DGRW, RWS, Alliantie	door Alliantie. Incl. methodiekontwikkeling Bewezen Sterkte i.r.t. versterking Markermeerdijken.	
23-6-2016	Klankbordgroep Bewezen Sterkte: bewonersgroep, HHNK, DGRW, RWS, Alliantie	Stand van zaken proces onderzoek Bewezen Sterkte, bespreken conceptrapport, proces vervolgonderzoek gevoeligheidsanalyse, uitkomsten internationale review en advies klankbordgroep	-
13-7-2016	Adviesgroep Markermeerdijken, HHNK, Alliantie, PNH, RWS	Toelichting stand van zaken Bewezen Sterkte en toepasbaar maken van BS door te kiezen voor toepassingslocaties. En reflectie door bewonersgroep Klankbordgroep op proces.	16.105147
21-9-2016	Klankbordgroep Bewezen Sterkte: bewonersgroep, HHNK, DGRW, RWS, Alliantie	Rekenmethode Bewezen Sterkte is wetenschappelijk correct, hiervoor zal een ENW advies worden gevraagd. Bespreken resultaten toepassen Nieuwe Normering en keuze toepassingslocaties Bewezen Sterkte. Afhankelijk van gereedkomen integrale ENW advies over BS zal in overleg datum worden gekozen.	-
1-2-2017	Klankbordgroep Bewezen Sterkte: bewonersgroep, HHNK, DGRW, RWS, Alliantie	Stand van zaken Bewezen Sterkte: bespreken definitieve stukken die aan ENW zijn aangeboden; eerste resultaten; planning ENW advies. Toelichting Alliantie op proces selectie toepassingslocaties.	-
22-3-2017	Klankbordgroep Bewezen Sterkte: bewonersgroep, HHNK, DGRW, RWS, Alliantie	Bespreken uitkomst ENW advies Bewezen Sterkte. HHNK zal invulling gaan geven aan de aanbevelingen van ENW; HHNK zal aanvullende proefberekeningen gaan maken voor binnenwaartse stabiliteit, de bewonersgroep wordt hierover geïnformeerd.	-
14-8-2017	HHNK, Adviesgroep	Brief van HHNK aan Adviesgroepleden met reactie op het ingediende Advies.	17.85790
18-9-2017	Klankbordgroep Bewezen Sterkte: bewonersgroep, HHNK, DGRW, RWS, Alliantie	Stand van zaken landelijke project Bewezen Sterkte; bespreken resultaten proefberekeningen Bewezen Sterkte voor Markermeerdijken en de vervolgstappen.	-

Datum	Betrokkenen	Onderwerp (beknopte inhoud)	Documentnummer
29-1-2018	Klankbordgroep Bewezen Sterkte: bewonersgroep, HHNK, DGRW, RWS, Alliantie	Stand van zaken landelijk project Bewezen Sterkte; bespreken resultaten derde proefberekening voor Markermeerdijken; afspraak wordt gemaakt dat toepassingslocaties worden heroverwogen basis van hoogwatersituatie 8 januari en mee worden genomen in de aanvullende proefberekeningen; daarnaast uitvoeren van een nauwkeuriger analyse van de drie gemaakte sommen met faalkans updating (stap3); bespreken verantwoordingsdocument bewezen Sterkte.	-
16-5-2018	Klankbordgroep Bewezen Sterkte: bewonersgroep, HHNK, DGRW, RWS, Alliantie	Stand van zaken landelijk project Bewezen Sterkte; bespreken resultaten gemaakte proefberekeningen (6st); trekken gezamenlijke conclusie dat de methode Bewezen Sterkte voor de Markermeerdijken niet leidt tot goedkeuren van de betreffende toepassingslocaties;	-

5.5 Veel gestelde vragen (Q&A)

- Q: Waarom worden niet de hele Markermeerdijken doorgerekend met Bewezen Sterkte?
- A: Het toepassen van Bewezen Sterkte is op dit moment alleen mogelijk als de dijk alleen een veiligheidstekort heeft voor binnenwaartse stabiliteit. Als dit niet het geval is, moet de dijk versterkt worden, en kan Bewezen Sterkte niet meer worden toegepast. De tweede voorwaarde is dat er geen hoog voorland voor de dijk ligt.
- Q: Waarom wordt niet gewacht op de verdere ontwikkeling van de methodiek Bewezen Sterkte?
- A: In het voorjaar 2018 zijn met de meest recente kennis de toepassingslocaties doorgerekend. Hieruit bleek dat op deze locaties dijkversterking toch noodzakelijk blijft. De verdere ontwikkeling van de methodiek Bewezen Sterkte zal plaatsvinden in het kader van het WBI, dat wordt voorzien in 2023. Zolang kan project Markermeerdijken niet wachten.
- Q: Uit de in het proces met de Deltacommissaris gemaakte berekening voor Uitdam volgt dat dijk in Uitdam veilig is.
- A: Deze conclusie kan niet worden getrokken uit de genoemde berekening, want ook in deze berekening was de dijk onvoldoende veilig. Wel bleek uit de som dat de wijze hoe huizen worden meegenomen in de berekeningen van grote invloed is.
- Q: Uit de in het proces met de Deltacommissaris gemaakte berekening voor Uitdam volgt dat Bewezen Sterkte succesvol is.
- A: In de genoemde berekening zijn de effecten van Bewezen Sterkte (overleefde omstandigheden) niet meegenomen, de gemaakte berekening was een zogenoemde probabilistische berekening. Op basis van deze berekening kan dus geen uitspraak over Bewezen Sterkte worden gedaan.
- Q: In de conclusie van de second opinion voor de gemeente Amsterdam staat dat er winst van Bewezen Sterkte verwacht kan worden, en dat het wachten op Bewezen Sterkte geen kwaad kan.
- A: De conclusie van het betreffende ENW-lid dateert van januari 2017. Sindsdien heeft het ENW in adviezen in maart en mei 2017 de verwachtingen naar beneden bijgesteld.
- Q: Drie van de zes toepassingslocaties hebben bij de probabilistische proefberekening "stap 2" een grotere betrouwbaarheid dan de vereiste betrouwbaarheid waarom leidt dit niet tot goedkeuren van de betreffende locaties?
- A: De algemene conclusie is dat stap 2 en ook stap 3 nog teveel onzekerheden kennen om een uitspraak te kunnen doen over de veiligheidssituatie van de toepassingslocaties.