



BZ Innovatiemanagement

Dijkmonitoring en haar werkpaktijk

Een onderzoek naar de toepassing van dijkmonitoring in relatie tot dijkbeheer



In dit rapport wordt inzichtelijk gemaakt hoe de waterbeheerder dijkmonitoring heeft geïmplementeerd in zijn werkpaktijk en in welke informatiebehoefte hij gefaciliteerd kan worden.

Ron Hölscher
10-11-2013

Dijkmonitoring en haar werkpraktijk

Een onderzoek naar de toepassing van dijkmonitoring in relatie tot dijkbeheer

Datum: 10 november 2013
Plaats: Deventer
Auteur: R. Hölscher
r.holscher@student.utwente.nl

Opdrachtgever: BZ innovatiemanagement BV
Zutphenseweg 51
Postbus 445
7400 AK Deventer

Universiteit Twente
Faculteit CTW, Civiele Techniek, Water Engineering & Management
Postbus 217
7500 AE Enschede

Afstudeercommissie: Dr. Ir. D.C.M. Augustijn
Drs. Ing. Caspar ter Brake

info@bzim.nl

www.bzim.nl

Samenvatting

Nederland wordt tegen het water beschermd door dijken, dammen, sluizen en stuwen. De waterbeheerders, Rijkswaterstaat en de Waterschappen, hebben volgens de wet de taak om deze waterkeringen te onderhouden en zodoende de veiligheid te waarborgen (Wetboek Artikel 1.2, 2013). Onlangs heeft de derde toetsingsronde plaatsgevonden. In deze toetsing zijn er 1.225 kilometer aan primaire waterkeringen afgekeurd die niet voldoen aan de norm (Ministerie van I&M, 2011a). Van deze 1.225 kilometer is er door herbeoordelingen en prioriteren, 778 kilometer opgenomen in het nieuw Hoogwaterbeschermingsprogramma (nHWBP) en zullen door de waterbeheerders versterkt moeten worden (Jorissen, 2013).

Naast deze versterkingsopgave is er in het Bestuursakkoord Water een financieringsbeleid vastgelegd waarbij de financiering van het nHWBP voor 50% op rekening komt van de Waterschappen en voor 50% door het Rijk gedragen zal worden. Het beschikbare budget voor de versterkingen van deze 778 kilometer aan primaire waterkeringen is 4,3 miljard euro. De kosten voor het nHWBP zullen echter volgens berekeningen rond de 7 miljard euro zijn (Jorissen, 2013). Om deze afgekeurde dijken te versterken is de beheerder op basis van de huidige wettelijke bepalingen in beginsel vrij om zelf de ontwerpeisen vast te stellen en ontwerpkeuzes te maken. Voor een beheersbaar en doelmatig programma is het van belang dat het ontwerp van de versterkingsmaatregel sober en doelmatig is (Tweede Kamer, 2013). Dit wil ondermeer zeggen dat de totale kosten gedurende levensduur van een waterkering worden geminimaliseerd. Om dit te realiseren kan men niet enkel volstaan met traditionele versterkingen en is men daarom genooddacht op zoek te gaan naar innovatieve methoden voor het dijkbeheer. Een toepassing die kan volstaan in deze behoefte is dijkmonitoring. Onduidelijk is in hoeverre dijkmonitoring al wordt toegepast door de waterbeheerders in Nederland. De doelstelling van dit onderzoek is daarom ook om antwoord te geven op de volgende vraag:

In hoeverre is dijkmonitoring geïmplementeerd in de werkwijze van de waterbeheerder en in welke informatiebehoeften kan hij gefaciliteerd worden?

Om deze vraag te kunnen beantwoorden is er eerst een literatuuronderzoek gedaan naar wat de informatie en innovatie behoeften zijn. Vervolgens is gekeken hoe dijkmonitoring deze behoeften kan beantwoorden. Dit wetende zijn er 8 waterbeheerders geïnterviewd die zodoende meer inzicht hebben gegeven in hoeverre dijkmonitoring is geïmplementeerd en welke informatiebehoeften de waterbeheerders hebben.

Dijkmonitoring kan in de informatiebehoeften van de waterbeheerders voorzien doordat er meer en nauwkeuriger gemeten kan worden, parameters gemeten kunnen worden die meer inzicht van de waterkering geven dan visuele metingen en de calamiteiten vroegtijdig kunnen worden gesignaleerd. De innovatiebehoeften kunnen ook door dijkmonitoring worden beantwoord doordat monitoring kan leiden tot betere meetgegevens waardoor strakker en doelmatiger ontworpen kan worden. Dit draagt bij aan het reduceren van kosten.

Uit de interviews blijkt dat er geen eenduidig beeld bestaat over de rol van monitoring in het dijkbeheer bij de waterbeheerders. Daarom zien enkele waterbeheerders het nut van dijkmonitoring terwijl andere waterbeheerders bedenkingen hebben bij de toepassing van dijkmonitoring. Bij de waterbeheerders die bedenkingen hebben is er een blokkade die hen weerhoudt van de toepassing van dijkmonitoring. Deze blokkade komt door de onduidelijkheid over de kosten en de opbrengsten van monitoring, het tekort aan kennis over monitoring, de gelaagdheid in de organisatie en doordat waterbeheerders andere prioriteiten hebben dan investeren in dijkmonitoring. Waterbeheerders weten in het algemeen niet

goed wat ze met de meettechnieken kunnen. Ze weten niet duidelijk wat, wanneer en waarvoor te moeten meten. Dit is er mede de oorzaak van dat de waterbeheerders van traditionele dijkversterkingen uitgaan en pas aan innovatieve mogelijkheden denken wanneer tijd, ruimte en geld in gedrang komen.

Om deze blokkades weg te nemen is het aan de bedrijven en kennisinstituten de taak om duidelijkheid te creëren, het draagvlak te vergroten en de beheerders op de juiste manier te benaderen. Men doet er goed aan om vanuit de beheersvraag te redeneren. Dit zorgt ervoor dat de waterbeheerder zijn beheersvraag beter kan matchen aan meettechnieken en niet andersom te moeten handelen. De bedrijven en kennisinstituten moeten samen met de waterbeheerders naar de problemen en daarbij horende oplossingen gaan kijken en niet een duidelijke rol van opdrachtnemer en opdrachtgever innemen. Wellicht is het van belang om nog meer pilot-proeven uit te gaan voeren. Om zo enerzijds vanuit de waterbeheerder zijn kant meer vertrouwen te winnen in het functioneren van dijkmonitoring en anderzijds zo alle mogelijke situaties behandelen en bestaande risico's uit te vlakken. Daarnaast is het belangrijk dat de gegevens en informatie die vrijkomen tijdens deze pilots en proeven door een objectieve bron onder de aandacht worden gebracht, bijvoorbeeld door STOWA, om zodoende meer draagvlak te creëren.

Om de website dijkmonitoring.nl beter aan te sluiten op de werkwijze van de waterbeheerders is het verstandig de beheersvraag van de waterbeheerder te matchen aan de meettechnieken. Daarbij kijkende vanuit de waarnemingen van de waterbeheerder en daarbij een meettechniek te matchen in plaats van kijkende vanuit een faalmechanisme. Door enkele vormen van benchmarking in de site te implementeren zullen de op ervaring achtergebleven waterbeheerders getriggerd worden om mee te gaan met de innovaties omtrent dijkmonitoring.

Voorwoord

Na een studie van 3 jaar aan de Universiteit Twente werd het tijd om mijn bachelor Civiele Techniek af te ronden middels een Bachelor Eindopdracht. Binnen de civiele techniek kreeg ik de mogelijkheid om een opdracht te kiezen in de richting van verkeerskunde, waterbeheer of een opdracht in de bouwsector. Het stond voor mij al vrij snel vast dat ik graag een opdracht in het waterbeheer zou willen gaan uitvoeren. Door Ruben Oldhoff ben ik in contact gekomen met BZ innovatiemanagement. Dit heeft geresulteerd in een uitdagende opdracht op het gebied van dijkmonitoring.

Het onderzoek heeft betrekking op de uitvoering van dijkmonitoring door waterbeheerders in Nederland. Mijn taak was om de mogelijk bestaande discrepantie tussen de theorie en de werkwijze wat betreft dijkmonitoring te analyseren. Na deze 10 weken kan ik vol trots de resultaten door middel van dit rapport aan u presenteren. Tijdens de zoektocht naar deze resultaten heb ik veel geleerd over de werkwijze in het waterbeheer. Om tot dit eindresultaat te komen heb ik hulp gehad van een aantal personen die ik via deze weg graag wil bedanken.

Allereerst gaat mijn dank uit naar Caspar ter Brake, Sander Bakkenist en Wouter Zomer. Deze heren hebben getracht ten alle tijden mij te ondersteunen tijdens mijn onderzoek en antwoorden te geven op mijn vragen. Daarnaast hebben ze door hun geweldige gevoel voor humor en openheid van mijn stageperiode een fantastische belevenis gemaakt. Naast deze personen, wil ik alle respondenten bedanken die ik heb mogen interviewen. In het bijzonder wil ik nog even Joost Veurink en Pepijn van der Vliet bedanken, die mij meer inzicht hebben gegeven in het werkveld van de livedijk in Lauwersoog (Groningen). Daarnaast een woord van dank aan Vyjay Parsan dat ik heb mee mogen kijken tijdens een versterkingsopgave in Krabbendijke (Zeeland).

Ten slotte, wil ik de mensen van de Universiteit Twente bedanken. Denie Augustijn voor de goede ondersteuning tijdens de stageperiode en voorbereiding. De vakgroep water waaronder Martijn Booij voor de duidelijke informatie rondom de Bachelor Eindopdracht.

Veel leesplezier toegewenst,

Ron Hölscher

Inhoudsopgave

Samenvatting.....	3
Voorwoord	5
Inhoudsopgave.....	6
1. Inleiding.....	7
1.1 Aanleiding	7
1.2 Onderzoeksopzet.....	8
2. Hoogwaterbescherming en dijkbeheer	11
2.1 Wet- en regelgeving, normen en leidraden bij hoogwaterbeheer.....	11
2.2 Toetsing.....	12
3. Innovatie- en informatiebehoeften in het dijkbeheer	17
3.1 Innovatie- en informatiebehoeften	17
3.2 Dijkmonitoring	19
3.3 Case: bijstellen van het ontwerp (Ameland).....	22
3.4 dijkmonitoring.nl.....	24
4. Opzet interviews met waterbeheerders.....	25
4.1 Selectie	25
4.2 Dataverzameling	25
4.3 Respondenten	26
4.4 Data-analyse	26
5. Resultaten van de interviews	27
5.1 Algemene beschrijving respondenten	27
5.2 Omgang met een dijkversterking	27
5.3 De toepassing van dijkmonitoring.....	27
5.4 Informatiebehoeften	29
6. Conclusie	31
7. Aanbevelingen	34
Bronnen.....	36
Bijlage 1 Faalmechanismen.....	38
Bijlage 2 Meettechnieken.....	40
Bijlage 3 Interview format waterbeheerders	43
Bijlage 4 Interview format beleidmakers	47
Bijlage 5 Interview format aannemers.....	48
Bijlage 6 Interview format leveranciers van meettechnieken	49
Bijlage 7 Uitgeschreven interviews waterbeheerders	50
Bijlage 8 Uitgeschreven interviews beleidmakers	62
Bijlage 9 Uitgeschreven interviews aannemers.....	63
Bijlage 10 Uitgeschreven interviews leveranciers van meettechnieken	65
Bijlage 11 Methodiek Data-analyse	67

1. Inleiding

1.1 Aanleiding

Nederland levert sinds mensenheugenis een strijd tegen het water. Voor de meeste mensen is het vanzelfsprekend dat men veilig kan leven met dit water, maar er zijn tijden geweest waarin dit wel anders was. Neem bijvoorbeeld de watersnoodramp uit 1953, de dijkdoorbraken van de Dommel en de Berkel en vrij recentelijk de kadebreuk bij Wilnis in 2003. Gebeurtenissen als deze laten zien dat Nederland altijd opgewassen dient te blijven tegen de dreiging van het water. Vandaar ook de noodzaak voor de Nederlandse overheid (Rijkswaterstaat, de Waterschappen en de provincies) om de dijken, dammen, sluizen, stuwen en andere keringen te onderhouden en zodoende het achterland tegen het water te beschermen.

Een dijk is een verhoging van land, om het achterliggende land te beschermen tegen het water. In Nederland zijn er verschillende soorten dijken. Zo zijn er polder-, rivier- en zeedijken. Deze dijken kunnen ingedeeld worden in zand-, klei- en veendijken. Daarnaast is er een opdeling van secundaire en primaire dijken. De totale lengte aan dijken in Nederland bedraagt ongeveer 17.500 kilometer. Hiervan kan 3.767 kilometer bestempeld worden als primaire waterkering (Ministerie van I&M, 2011b). De andere 14.000 kilometer zijn regionale keringen oftewel secundaire waterkeringen (STOWA, 2011).

Primaire waterkeringen beschermen Nederland tegen het buitenwater, het water dat oncontroleerbaar kan stijgen. Deze dijken komen voor langs de grote rivieren en aan de zee. Primaire waterkeringen in Nederland moeten eens per zes jaar getoetst worden op veiligheid. Onlangs heeft de derde toetsingronde plaatsgevonden. Uit deze toetsing is gebleken dat 1.225 kilometer aan primaire waterkeringen in Nederland niet voldoet aan de wettelijke veiligheidseisen (Inspectie V&W, 2011). Terwijl er in de tweede toetsingsronde (2001-2006) er 680 kilometer aan primaire waterkering is afgekeurd. Dit verschil heeft onder andere te maken met nieuwe rekenregels en het opnemen van Limburgse dijkkringen in de toetsing. Doel van het Nieuwe Hoogwaterbeschermingsprogramma (Hierna: nHWBP) is om de primaire waterkeringen die in deze derde toetsronde zijn afgekeurd te versterken (helpdeskwater, 2013). In dit nHWBP, dat in 2014 moet beginnen, is de projectopgave verdubbeld ten opzichte van het vorige Hoogwaterbeschermingsprogramma (Hierna: HWBP-2). Volgens het nHWBP moet er in totaal 778 van de 1.225 kilometer primaire kering versterkt worden met een budget van 4,3 miljard euro (Jorissen, 2013). Dit



Figuur 1 Primaire waterkeringen Nederland

betekent dat de kosten voor versterkingen maximaal 5 miljoen euro per kilometer mogen kosten. De kosten per kilometer tijdens het HWBP-2 waren 9 miljoen euro. Dit betekent dat de kosten voor versterkingen van 9 naar 5 miljoen euro per kilometer gebracht moeten worden (Jorissen, 2013). In figuur 1 is een kaart weergegeven met de primaire keringen die voldoen aan de norm, die niet voldoen aan de norm en keringen die meer onderzoek behoeven. Om dijken te kunnen toetsen, maar ook om deze te inspecteren tijdens beheer en onderhoud is informatie nodig. De benodigde informatie kan worden verkregen uit kaartmateriaal en andere statische gegevens, maar ook door middel van monitoren. Met behulp van monitoren is het onder andere mogelijk om parameters, die dijksterkte bepalen, live te volgen (de Vries, et al. 2013). Dit heeft onderzoek van de Stichting IJkdijk uitgewezen. Doordat nauwkeurige informatie snel en efficiënt kan worden ingewonnen, kan dijkmonitoring een goed hulpmiddel zijn bij de uitvoer van een versterkingsopgave. Het slim toepassen van de monitoringfilosofie kan leiden tot significante kostenbesparingen voor waterbeheerders, door aan de hand van nauwkeurige gegevens hierdoor te hertoetsen of het versterkingsontwerp te optimaliseren (de Vries, et al., 2013). Dijkmonitoring voorziet een duidelijke behoefte. Onduidelijk is hoe deze marktpotentie het beste benut kan worden. Er bestaat onduidelijkheid over hoe waterbeheerders het beste ondersteund kunnen worden in de toepassing van dijkmonitoring. Onlangs heeft BZ dijkmonitoring.nl ontwikkeld om waterbeheerders een handvat te bieden in de afweging van meettechnieken voor dijkmonitoring.

Het beschikbare budget voor het nHWBP heeft er voor gezorgd dat de versterkingsopgaven in vergelijking met de versterkingsopgaven in het HWBP-2 goedkoper moeten worden uitgevoerd. Er bestaat dus een vraag naar doelmatigheid in versterkingsopgaven. Hier liggen mogelijk kansen voor wat betreft dijkmonitoring. De vraag rijst hoe Nederlandse waterbeheerders de toepassingsmogelijkheden van dijkmonitoring zien in relatie tot dijkbeheer. Beantwoording van deze vraag zal meer inzicht geven in de toepassing van dijkmonitoring door waterbeheerders en hoe de markt hierop in kan spelen. Ook geeft dit meer inzicht hoe dijkmonitoring.nl, ontwikkeld door BZ, op de werkwijze af te stemmen. De methodiek om deze onduidelijkheden te beantwoorden zal in de volgende paragraaf worden beschreven.

1.2 Onderzoekopzet

In dit hoofdstuk zal het projectkader, de doel- en probleemstelling, de hoofd en deelvragen en de methode van dit onderzoek worden beschreven.

1.2.1 Probleemstelling en Doelstelling

Het is onbekend hoe de waterbeheerders de toepassingsmogelijkheden van dijkmonitoring zien in hun versterkingsopgave. Zonder deze informatie is het niet mogelijk voor de markt om hier doelmatig op in te kunnen spelen.

Met behulp van dit onderzoek is getracht meer inzicht te verkrijgen hoe dijkmonitoring te integreren binnen het dijkbeheer van de waterbeheerders. Dit heeft het mogelijk gemaakt om aanbevelingen te doen over de manier waarop waterbeheerders ondersteund dienen te worden in het toepassingsproces van dijkmonitoring. Deze informatie kan een ondersteuning zijn voor de markt, om zodoende dijkmonitoring beter af te kunnen stemmen op de werkwijze van de waterbeheerder.

1.2.2 Hoofdvraag:

Hoe zien waterbeheerders de toepassingsmogelijkheden van dijkmonitoring in het dijkbeheer?

1.2.3 Deelvragen:

1. Welke verplichting vloeien uit de huidige wet- en regelgeving van het dijkbeheer voor de waterbeheerders?
2. Hoe kan dijkmonitoring leiden tot efficiënt dijkbeheer?
3. In hoeverre is dijkmonitoring geïntegreerd in het beleid van de waterbeheerders?
4. Hoe kunnen waterbeheerders in hun informatiebehoefte gefaciliteerd worden en welke eigenschappen van dijkmonitoring.nl zijn gewenst om daarin een aanvulling te zijn?

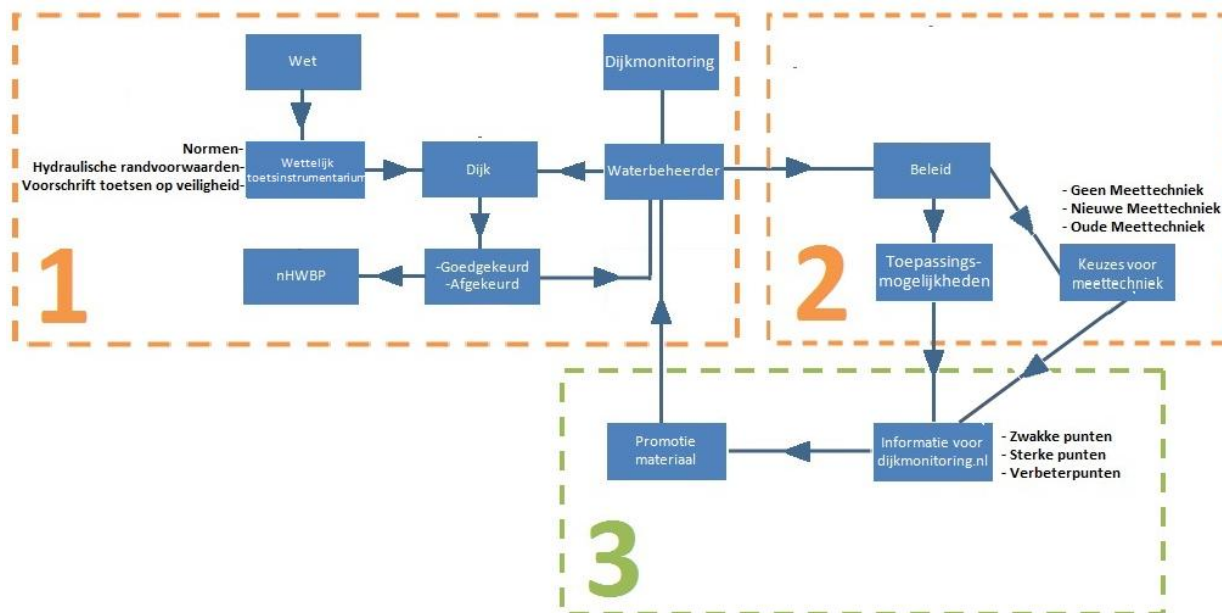
1.2.4 Projectkader

In dit onderzoek is onder andere onderzocht hoe de wet- en regelgeving van invloed is op de keuzes die waterschappen maken omtrent dijkbeheer. De wet- en regelgeving waar in dit onderzoek naar gekeken is, bestaat uit: de Waterwet, de EU richtlijn overstromingskansen, de Kaderrichtlijnwater en regels die voortvloeien uit het nHWBP. Vervolgens is uitgezocht waar de toepassingsmogelijkheden van dijkmonitoring liggen.

De respondenten die in dit onderzoek zijn opgenomen, zijn de waterbeheerders die te maken hebben met afgekeurde primaire waterkeringen in hun beheersgebied. De waterbeheerders zijn Rijkswaterstaat en de Waterschappen. In dit rapport wordt veelvuldig de term dijkmonitoring of monitoring gebruikt. Hiermee wordt het meten van een dijk middels sensoren bedoeld.

1.2.5 Fasering

Gedurende het onderzoek hebben er verschillende processen plaatsgevonden. Hierin kan een onderscheid worden gemaakt in 1) Literatuuronderzoek, 2) Interview waterbeheerders en 3) Aanbevelingen. In figuur 2 is weergegeven hoe de relaties zijn tussen de deelonderwerpen die in dit rapport aan bod komen.



Figuur 2 Fasering

1. Een literatuurstudie naar de huidige organisatie van het dijkbeheer in Nederland. Deze literatuurstudie is de basis voor beantwoording van de deelvragen 1,2. De interviews zijn gebruikt voor de literatuurstudie. De volgende respondenten zijn voor dit onderdeel geïnterviewd:
Beleidsmakers:
Alessandra Bizzarri (54): Senior adviseur waterkeringen bij Rijkswaterstaat in Lelystad. Studeerde natuurkunde aan de Universiteit van Rome.
Felix Wolf (51): Innovatiemanager bij Rijkswaterstaat en werkzaam in de Topsector Water. Mede verantwoordelijk voor het managen van de gouden driehoek (Kennisinstellingen, bedrijfsleven en overheden). Studeerde kust en rivierkunde in Utrecht.
Aannemerij:
Harry Bos (52): Programmamanager bij Volker Wessels Telecom Solutions BV in Groningen. Studeerde HBO Procestechniek in Groningen.
Vyjay Parsan: Projectleider bij Zeeuwse Stroom. Studeerde HBO Civiele Techniek.
Leveranciers meettechnieken:
Pepijn van der Vliet(42): Financieel manager en directeur bij Alert Solutions in Delft. Studeerde Bedrijfseconomie aan de Universiteit van Tilburg.
2. Interviews met waterbeheerders van primaire waterkeringen naar de toepassing van dijkmonitoring in hun versterkingsopgave. De resultaten uit de interviews zijn gebruikt om deelvraag 3 en 4 te beantwoorden. De beschrijving van de operationalisering van dit interview is gedaan in hoofdstuk 4 'Interviewopzet'.
3. Aanbevelingen hoe de toepassing van dijkmonitoring kan worden afgestemd op de werkwijze. Hierbij is informatie verkregen uit de literatuurstudie en de interviews zijn gebruikt om deelvraag 4 te beantwoorden.

1.2.6 Leeswijzer

Zoals vermeld in de fasering zijn er drie onderdelen: het literatuuronderzoek, de interviews en de aanbevelingen. In dit rapport is geprobeerd deze onderverdeling inzichtelijk te maken door ze te verdelen in verschillende hoofdstukken. Hoofdstuk 2 bevat de resultaten van de literatuurstudie en tevens de achtergrondinformatie die nodig is om de werkwijze van de waterbeheerder te kunnen begrijpen. Hoofdstuk 3 is gewijd aan de methode van interviewen. In hoofdstuk 4 zijn de resultaten van de interviews weergegeven. Hoofdstuk 5 beschrijft de conclusie en hoofdstuk 6 de aanbevelingen.

Afkortingen en begrippen

Hieronder de afkortingen en begrippen die gebruikt zullen worden gaan de weg dit rapport. De originele betekenis kan afwijken van het hier in dit rapport bedoelde.

BZ:	BZ Innovatiemanagement
Dijkmonitoring:	Een dijk monitoren door middel van sensoren
HR:	Hydraulische randvoorwaarden
HWBP-2:	Hoogwaterbeschermingsprogramma 2
HWBP:	Hoogwaterbeschermingsprogramma
Monitoring:	Het waarnemen door middel van sensoren
nHWBP:	nieuw Hoogwaterbeschermingsprogramma
VTV:	Voorschrift toetsing op Veiligheid

2. Hoogwaterbescherming en dijkbeheer

2.1 Wet- en regelgeving, normen en leidraden bij hoogwaterbescherming

Om Nederland te beschermen tegen het water om zodoende ook in de toekomst een veilig bestaan achter de waterkeringen te bieden is het van belang doelstellingen en verplichtingen in het leven te roepen. Er zijn eisen aan waterkeringen opgenomen in de wet, de waterbeheerders hebben de verantwoordelijkheid en tevens de plicht tot het beheren van deze waterkeringen gekregen.

2.1.1 Wet en regelgeving

De wet en regelgeving die zich bezig houdt met de bescherming van primaire waterkeringen in Nederland bestaat uit: De Waterschapswet, De Waterwet en de Europese richtlijn overstromingsrisico's. In dit hoofdstuk zijn de grondslagen die in de wet zijn opgenomen en die bepalend zijn voor de totstandkoming van toetsing en beheer van waterkeringen beschreven.

Waterschapswet

In Artikel 1 van de Waterschapswet staat omschreven dat de Waterschappen de waterstaatkundige zorg van een beheersgebied ten doel hebben. Dit wil zeggen dat wanneer dijken worden afgekeurd, de Waterschappen hier verantwoordelijk voor zijn. De taken die hieraan verbonden zijn hebben onder andere betrekking op het dijkbeheer in het desbetreffende gebied (Wetboek Artikel 1.2, 2013).

Waterwet

De Waterwet is een samenvoeging van acht andere wetten, waaronder de wet op waterkering. Artikel 2 van de Waterwet beschrijft onder andere de voorkoming en waar nodig beperking van overstromingen en wateroverlast. In deze wet staat in artikel 2.2 voor elke dijkkring in Nederland de veiligheidsnorm aangegeven, waarop de primaire waterkeringen moeten zijn berekend. Ook staat er in Artikel 2.12 dat het waterschap of Rijkswaterstaat, die verantwoordelijk is voor de primaire keringen, iedere zes jaar verslag doet van deze kering. Indien de beoordeling van deze primaire dijken negatief uitvalt, zal er door de dijkbeheerder een beheersplan moeten worden opgesteld met daarin voorzieningen die nodig worden geacht om de kering te laten voldoen. Deze afgekeurde dijken zijn opgenomen in het nHWBP. De inhoud van dit programma is in paragraaf 2.2.2 verder beschreven. Om deze afgekeurde dijken te versterken is de beheerder op basis van de huidige wettelijke bepalingen in beginsel vrij om zelf de ontwerpeisen vast te stellen en ontwerpkeuzes te maken. Voor een beheersbaar en doelmatig programma is het van belang dat het ontwerp van de versterkingsmaatregel sober en doelmatig is (Tweede Kamer, 2013).

EU richtlijn overstromingsrisico's

Naast de wet en regelgeving vanuit de Nederlandse wetteksten is er ook een Europese richtlijn overstromingsrisico's (hierna te noemen: ROR) van kracht. Deze is echter al opgenomen in de Waterwet, maar zal hier nog even worden uitgelicht. Het doel van de ROR is het beperken van de negatieve gevolgen van overstromingen voor de gezondheid van de mens, het milieu, het culturele erfgoed en de economische bedrijvigheid (Helpdeskwater, 2013).

De ROR verplicht de waterbeheerders tot het maken van een (De Boer, 2012):

- Voorlopige risicobeoordeling
- Overstromingsgevaar- en overstromingsrisicokaarten
- Overstromingsrisicobeheersplannen

2.1.2 Normen

De huidige veiligheidsbenadering ten aanzien van het beschermen tegen overstromen is gebaseerd op de Watersnoodramp van 1953 en is ontwikkeld door de Deltacommissie (Booij, 2012). De veiligheidsnorm voor primaire waterkeringen is in Artikel 2.2 van de Waterwet vastgelegd. In deze wet wordt elk dijkkringgebied gekoppeld aan een bepaalde norm voor de overschrijdingskans van de omringende maatgevende hoogwaterstanden en maatgevende afvoeren (Booij, 2012). Of te wel deze norm geeft weer aan welke overschrijdingskans een waterkering minimaal dient te voldoen. De overschrijdingskans is de gemiddelde kans per jaar dat de hoogste waterstand waarop een waterkering is berekend wordt overschreden. Tijdens de invoering van de norm, was de norm zo ingesteld dat de dijk 50 cm hoger moest zijn dan de hoogste waterstand. Bij de totstandkoming van deze norm ging de economische vraag een steeds belangrijkere rol spelen. De norm werd berekend door het aantal inwoners achter de dijkkring te delen door de lengte van de waterkering maal een constante (Eigenraam, 2013). De huidige normen zijn gebaseerd op een afweging tussen investeringen in bescherming en vermeden schaderisico's. Momenteel is men bezig met de ontwikkeling van nieuwe normen. De ambitie om ook het slachtofferisico in de nieuwe normen mee te nemen, kan leiden tot een verschuiving van de prioriteiten. In de nieuwe norm berekening worden de basisveiligheid, economische veiligheid en de groepsrisico meegenomen (Bizzarri, 2013, Bijlage 8). Daarnaast zijn er drie variabelen die van invloed zijn op het al dan niet volstaan van een waterkering aan de norm (Helpdeskwater, 2013):

- De overschrijdingskans
- De hoogste waterstand
- Het waterkerend vermogen

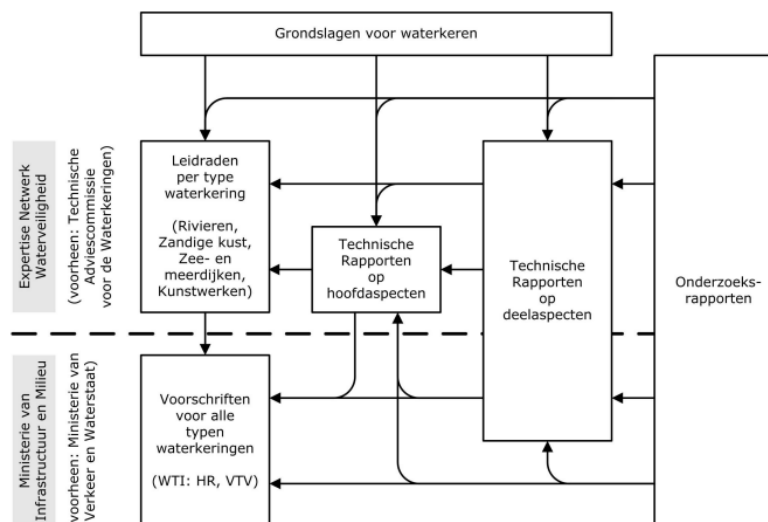
2.1.3 Leidraden

Naast de normen, wetten en regels die zijn opgelegd voor waterbeheerders, kan er gebruik worden gemaakt van vigerende leidraden bij het beheren van waterkeringen. Een leidraad geeft aanbevelingen aan het beheer van een waterkering en dient als hulpmiddel voor waterbeheerders (Leidraad zee- en meerdijken, 1999). De leidraad zee- en meerdijken behandelt het realisatie- en instandhoudingsproces van zee- en meerdijken, dammen en scheidings- en compartimenteringsdijken, voor zover ze behoren tot de primaire waterkeringen (Leidraad zee- en meerdijken, 1999). De Leidraad Rivieren geeft aanbevelingen voor het ontwerpen, aanleggen en beheren van rivierdijken en rivierverruimende maatregelen van waterkeringen die tot het buitenwater beschouwd kunnen worden (Leidraad rivieren, 2012). Beide leidraden kunnen worden gebruikt voor de versterkingsopgaven die voortvloeien uit het nHWBP. De leidraad Rivieren is nog niet getoetst aan de praktijk en mede daarom is het gebruik ervan niet verplicht (Helpdeskwater, 2013)

2.2 Toetsing

De in de vorige paragraaf beschreven wetten en regelgeving, normen en leidraden zijn een basis voor het ontwerp van een waterkering. Hieruit vloeit ook de verplichting om de dijken te keuren door middel van toetsing. Voor deze toetsing zijn er regels opgesteld waaraan men zich dient te houden. Hoe deze regels tot stand zijn gekomen en welke grondslagen en rapporten de basis zijn voor deze regels zijn in figuur 3 weergegeven. Om de veiligheid van het achterland te waarborgen dienen de waterbeheerders de afgekeurde dijken te versterken. Een deel van de in de derde toetsingsronde afgekeurde dijken zijn

opgenomen in het nHWBP. De toetsmethodiek, de toetswijze, de betekenis en het tot stand komen van het nHWBP is in deze paragraaf beschreven.



Figuur 3 Totstandkoming toetsregels (ENW, 2013)

2.2.1 Wettelijk toetsinstrumentarium (WTI)

Het wettelijk toetsinstrumentarium is een toetsing, die elke 6 jaar volgens de wet dient plaats te vinden. In de toekomst zal dit eens in de 12 jaar zijn (Bizzarri, 2013, Bijlage 8). Deze toetsing is verplicht volgens de Waterwet. De verplichte zesjaarlijkse toetsing geldt voor de dijken en duinen langs de kust, de grote meren, de grote rivieren en voor de dammen (Rijkswaterstaat, 2013). Dit WTI bestaat uit het Voorschrift Toetsen op de Veiligheid (VTV) en de Hydraulische Randvoorwaarden (HR) (Helpdeskwater, 2013).

Hydraulische Randvoorwaarden(HR)

Zoals in de Waterwet artikel 2.3 staat aangegeven zullen er Hydraulische Randvoorwaarden voor primaire waterkeringen moeten worden opgesteld. Deze randvoorwaarden worden vastgesteld met behulp van de hoogwaterstanden, golfrandvoorwaarden en overschrijdingskansen op basis waarvan de dijk ontworpen dient te zijn. Deze Hydraulische Randvoorwaarden worden opgesteld in opdracht van de staatssecretaris van Verkeer en Waterstaat en eens in de 12 (Wijziging waterwet, 2013) jaar wordt het in een Rapport uitgegeven. De meest recente editie is die van 2007.

Voorschrift Toetsen op Veiligheid(VTV)

In het Voorschrift Toetsen op Veiligheid 2006 zijn voorschriften opgenomen waarin staat vermeld hoe de waterbeheerder de veiligheid geacht wordt te beoordelen. Kort gezegd kan er gesteld worden dat het VTV aangeeft hoe te rekenen met de Hydraulische Randvoorwaarden. Deze toetsing kan op verschillende detailniveaus worden uitgevoerd. Zo kan de toetsing eenvoudig, gedetailleerd of geavanceerd uitgevoerd worden. Dit heeft echter gevolgen voor de resultaten. Het kan voorkomen dat een dijk wordt afgekeurd wanneer er gebruik wordt gemaakt van een eenvoudige toetsing, terwijl diezelfde dijk met een geavanceerde toetsing goedgekeurd wordt (VTV, 2006).

Het voorschrift is bedoeld voor beheerders van primaire waterkeringen, toezichthouders op de primaire waterkeringen en het Rijk (VTV, 2006). De beheerders van primaire waterkeringen worden geacht met behulp van dit voorschrift de primaire waterkeringen te beoordelen en dit vervolgens te rapporteren aan Gedeputeerde Staten.

Rapportage van toetsing

Het toetsen van een waterkering kan tot drie oordelen leiden (Ministerie van I&M, 2011a):

- de waterkering voldoet aan de norm;
- de waterkering voldoet niet aan de norm;
- er is nader onderzoek nodig om tot een oordeel te kunnen komen

Tijdens de toetsing van een waterkering zijn zowel de desbetreffende waterbeheerder, de provincie en het Rijk betrokken. De waterbeheerder stelt een veiligheidsoordeel op met behulp van het WTI, hierbij gebruikmakend van de VTV en HR rapportages. Dit veiligheidsoordeel zal gerapporteerd worden aan Gedeputeerde Staten. De provincie zal aansluitend hierop toezicht houden op de correctheid van deze toetsing door de waterbeheerders en zal tevens een eigen oordeel over de toestand van de waterkeringen opnemen in de dijkkringrapportages. In de toekomst zijn er plannen om de provincie niet meer in dit proces te betrekken (Bizzarri, 2013, Bijlage 8). Deze dijkkringrapportages zullen door Gedeputeerde Staten worden overgedragen aan de staatsecretaris van Infrastructuur en Milieu. De inspectie van Verkeer en Waterstaat zal zich buigen over de vraag of de provinciale oordelen met correcte navolging van de wet zijn gegeven. Wanneer de inspectie van Verkeer en Waterstaat dit akkoord heeft bevonden, wordt het rapport meegenomen in het Rijksoordeel. Het Rijksoordeel zorgt op zijn buurt voor een wettelijke basis van het hoogwaterbeschermingsprogramma. Daarnaast biedt het Rijksoordeel de grondslag voor de financiering van dit hoogwaterbeschermingsprogramma (Ministerie van I&M, 2011a). Meer over de financiering van het HWBP in paragraaf 2.2.2.

Toetsmethodiek

In het VTV (2006) zijn beoordelingscriteria opgesteld voor primaire dijken en dammen. Deze beoordelingscriteria beschrijven de wijze waarop de waterkering op faalmechanismen getoetst dient te worden. De toetsing kan op drie verschillende niveaus worden uitgevoerd, te weten: met een eenvoudige toetsingmethode, een gedetailleerde toetsing of een geavanceerde toetsing. De methode die toegepast wordt is afhankelijk van het kennisniveau over de waterkering die voorhanden is. Het kan voorkomen dat een dijk volgens de eenvoudige meetmethode wordt afgekeurd, terwijl deze tijdens een toetsing op geavanceerd niveau wordt goedgekeurd. Voor de exacte beschrijving en stappenplan voor het toetsen van de waterkering op faalmechanismen dient men het VTV te raadplegen.

2.2.2 nHWBP

De verslaglegging van de 3e toetsingsronde heeft in 2011 plaatsgevonden. Hierin wordt duidelijk dat er van de 3.767 kilometer aan primaire waterkering in Nederland er 1.225 kilometer niet voldoet aan de norm en daarom is afgekeurd (Ministerie van I&M, 2011a). De betreffende waterbeheerders hebben volgens de wet de taak om een projectvoorstel te schrijven om deze waterkeringen te verbeteren en zodoende goed te laten keuren. Dit projectvoorstel wordt beoordeeld en bij goedkeuring wordt het opgenomen in het nHWBP. Doel van het nHWBP is om de primaire waterkeringen die in deze derde toetsronde zijn afgekeurd, te versterken (Helpdeskwater, 2013). 778 kilometer aan primaire waterkering is in dit programma opgenomen (Jorissen, 2013). Het programma zal vanaf 2014 worden uitgevoerd en is een onderdeel van het Delta-programma (Helpdeskwater, 2013).

Financiering

In deze paragraaf zal de financiering voor het nHWBP worden toegelicht. Hierbij zal een beter inzicht worden verkregen welke geldstromen en subsidies er zijn. Deze informatie is van belang bij de onderzoeksvraag hoe dijkmonitoring kan leiden tot kostenbesparing.

Voor de komende jaren zijn er prijsafspraken gemaakt wat betreft de financiering voor het nHWBP. Deze afspraken zijn vastgelegd in het Bestuursakkoord Water. In het Bestuursakkoord is de stap gezet naar een gemengde verantwoordelijkheid met een 50/50 financiering door het Rijk en de Waterschappen (Helpdeskwater, 2013). In dit Bestuursakkoord is afgesproken dat er in 2014, 131 miljoen euro door de Waterschappen in het Hoogwaterprogramma wordt gestoken. De daarop volgende jaren zal er elk jaar 181 miljoen euro worden bijgedragen door de Waterschappen (Bestuursakkoord Water, 2011). Vanaf 2014 zal ook het Rijk een even grote vergoeding leveren aan het nHWBP. Het projectgebonden aandeel is in het wetsvoorstel vastgesteld op 10% waarmee de financiering voor het nHWBP als volgt is (Helpdeskwater, 2013):

- 50% Rijksbijdrage
- 40% Solidariteitsbijdrage waterschappen
- 10% projectgebonden aandeel

Dit betekent dat 50% wordt bijgedragen door het Rijk, 40% wordt bekostigd door de Waterschappen gezamenlijk en 10% wordt door de desbetreffende waterschap zelf betaald. Deze 10% eigen bijdrage voor de Waterschappen is al meeberekend in de 131 en 181 miljoen euro hierboven genoemd. Hierbij hebben de Waterschappen recht op 90% subsidie voor projecten die vallen onder het nHWBP. Voor projecten die vallen onder het HWBP-2 zal de subsidie 100% zijn voor de Waterschappen (Wijziging van de Waterwet, 2012).

Het totale budget dat beschikbaar is voor de plannen van het nHWBP is 4,3 miljard euro (Jorissen, 2013). Dit geldt voor de verbetering van 778 kilometer aan afgekeurde primaire waterkering. Dit is omgerekend 5,5 miljoen euro per kilometer. De kosten tijdens HWBP-2, waren 9 miljoen per kilometer (Jorissen, 2013). Dit zou betekenen dat de verbetering van 778 kilometer primaire kering 7 miljard euro zou gaan kosten, een verschil van bijna 3 miljard euro dat overbrugd zal moeten worden (7 miljard – 4,3 miljard = 2,7 miljard).

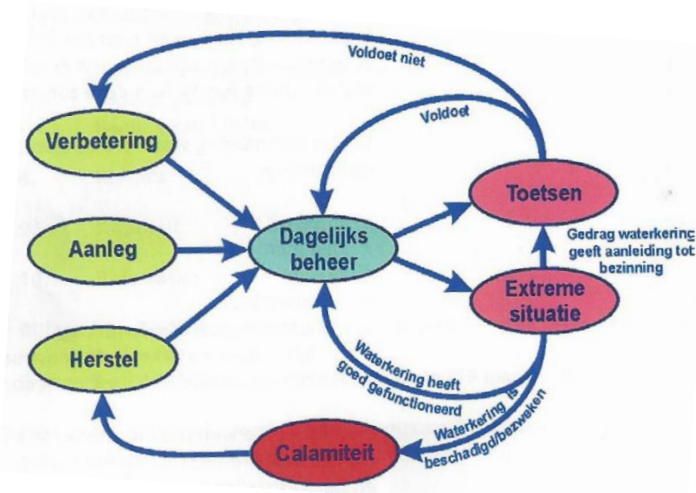
2.2.3 Beheersplan

De wetten en regels beschreven in paragraaf 2.1 brengen eisen en verantwoordelijkheden met zich mee. Zo heeft de waterbeheerder het dagelijks beheer van de waterkering als taak en de plicht een beheersplan op te stellen voor de afgekeurde waterkeringen. Hoe dit in zijn werk gaat zal hieronder worden toegelicht.

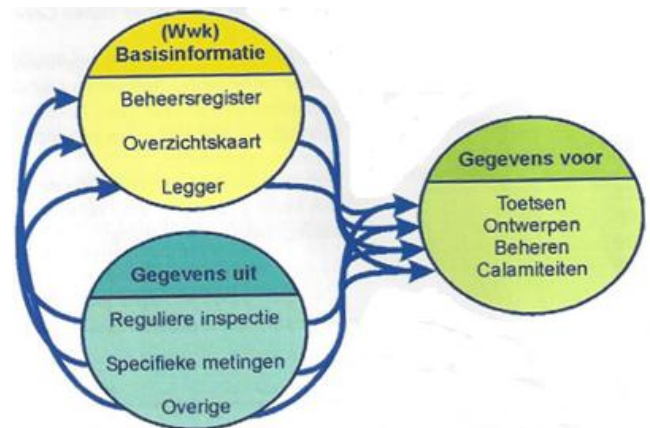
Beheer en onderhoud

De Waterschappen hebben de waterstaatkundige zorg van hun beheersgebied (Artikel 1 Waterschapswet), hieronder valt o.a. het onderhoud en beheer van de primaire waterkeringen. Tijdens dit onderhoud wordt de waterkering getoetst aan een legger en aan het beheerregister. Een legger is een registratie van objecten op kaart beheerd door de waterbeheerder. Hierin staat vermeld aan welke eisen de waterkering en waterkerende kunstwerken moeten voldoen. Deze leggers zijn voor primaire dijken verplicht en worden door de waterbeheerders zelf opgesteld. Het beheerregister geeft informatie over de feitelijke toestand van het watersysteem en de waterkeringen (Noorderzijlvest, 2013). Dit beheerregister kan samen met de legger uitsluitend geven of er onderhoud gepleegd moet worden aan de desbetreffende waterkering. Regelmatige controle van deze waterkering en waterkerende

kunstwerken is dus noodzakelijk. De processen in het dagelijks beheer van een waterkering is in figuur 4 weergegeven.



Figuur 4 Dagelijks beheer



Figuur 5 Jaarlijks beheer

(Ministerie van V&W, 2004)

Naast het dagelijks beheer worden de waterkeringen minimaal 1 maal per jaar grondig geïnspecteerd (Figuur 5). Dit noemt men ook wel een kadeschouw. Tijdens deze jaarlijkse inspectie wordt het onderhoud van de kaders beoordeeld (Noorderzijlvest, 2013). De waarnemingen vinden voornamelijk visueel plaats. Hierbij gaat de aandacht uit naar vooroevers, oever en taludverdediging, scheuren en gaten in het profiel, beschadigingen van de grasmat, beplanting, kwelplekken en hoogteafwijkingen (STOWA, 2005). Mocht het zo zijn dat een waterkering hier niet aan voldoet dan moet de kering verbeterd worden.

Planvorming afgekeurde dijken

De waterbeheerders zorgen ervoor dat ze over de vereiste actuele gegevens beschikken en toetsen of de waterkeringen voldoen aan de wettelijke veiligheidsnormen. Er wordt een veiligheidsoordeel gegeven aan de hand van het wettelijk toetsinstrumentarium (Ministerie van I&M, 2011a). Zoals terug te lezen in 'Wet en regelgeving' is de waterbeheerder verplicht een beheers- of projectplan op te stellen wanneer een waterkering in zijn beheersgebied is afgekeurd (Artikel 2.12 Waterwet, 2013). In dit beheersplan staat aangegeven hoe de waterkering versterkt gaat worden zodat deze voldoet aan de normering. Vervolgens wordt dit beheersplan door de provinciale waterstaat beoordeeld en gerapporteerd aan de Gedeputeerde Staten. De goedkeuring van het rapport door de Gedeputeerde Staten is de basis voor de financiering van de maatregelen die door de waterbeheerder is opgesteld (Ministerie V&W, 2011).

3. Innovatie- en informatiebehoeften in het dijkbeheer

In dit hoofdstuk zijn de innovatie- en informatiebehoeften van het huidige dijkbeheer door de waterbeheerder beschreven. Daarnaast is beschreven hoe dijkmonitoring in deze behoeften kan voorzien, gevolgd door een case waarin een toepassing van dijkmonitoring wordt beschreven en is er een paragraaf gewijd aan dijkmonitoring.nl.

3.1 Innovatie- en informatiebehoeften

De opgave die de waterbeheerders, de Waterschappen en Rijkswaterstaat, hebben meegekregen vanuit het nHWBP is het versterken van hun afgekeurde dijken. Deze dijken kunnen zijn afgekeurd op de faalmechanismen overloop en overslag, instabiliteit bekleding, piping en heave, macroinstabiliteit, microinstabiliteit en instabiliteit van het voorland. Voor een beschrijving van deze faalmechanismen zie bijlage 1. In het nHWBP moet er 778 km aan afgekeurde dijk zo versterkt worden dat het voldoet aan de normen. Zoals in paragraaf 2.2.2 is aangegeven zullen de benodigde kosten vermoedelijk groter zijn dan het beschikbare budget. Bij het versterken is het daarom ook van belang om efficiënt en kostenbesparend te werk te gaan en zullen de beheersplannen een doelmatig karakter moeten hebben (Ministerie van I&M, 2012). Dit zal een zoektocht zijn naar nieuwe innovaties en naar de juiste toepassingen van dijkversterking op de juiste plek. In deze paragraaf zijn de informatiebehoeften en innovatiebehoeften beschreven die zijn ontstaan door het nHWBP, de huidige beheersaanpak van waterbeheerders en de tekortkomingen van traditioneel versterken.

3.1.1 Behoeften vanuit het nHWBP

Volgens de wet- en regelgeving dient Nederland beschermd te zijn tegen hoogwater. Er is momenteel 1225 kilometer aan primaire kering die niet voldoet aan de norm. Dit gegeven creëert een vraag naar dijkversterkingen. Daarnaast is in het nHWBP een doelstelling opgesteld dat 778 kilometer aan primaire waterkeringen doelmatig en kostenefficiënt dienen te worden versterkt (Jorissen, 2013.) Kortom kan gesteld worden dat er een vraag is naar het toepassen van versterkingstechnieken en dat er een behoefte is aan het vinden van innovatieve versterkingstechnieken, die kosten- ruimte- en tijdbesparend zijn.

3.1.2 Informatiebehoeften waterbeheerders

Om in de periode tussen de versterkingsuitvoeringen de veiligheid te garanderen dient men de dijk voortdurend in de gaten te houden. Dit gaat middels dagelijks beheer en onderhoud en met een jaarlijkse inspectie zoals besproken in paragraaf 2.2.3. In voorgaand onderzoek, uitgevoerd door Ministerie van V&W is een inventarisatie gemaakt waarin de behoeften van waterkeringbeheerders zijn uitgezocht. Uit dit onderzoek is duidelijk geworden welke aspecten in het waterbeheer meer informatie vergen. De informatiebehoefte van de waterbeheerders is hieronder kort beschreven voor situaties tijdens het beheer en onderhoud, tijdens inspectie van bekledingen en tijdens calamiteiten.

Beheer en onderhoud	Bekleding	Calimiteiten
Het profiel van de waterkering	Diep kunnen meten.	Zo snel mogelijk signaleren van kwel tijdens langdurig hoogwater.
Zettingen en verzakkingen	Langzame verzakking kunnen waarnemen.	Zo snel mogelijk signaleren van acute schade aan dijken.
De hoogte van de stortberm	Scheuren door droogte goed kunnen waarnemen door bekleding heen.	Zo snel mogelijk signaleren van gebiedsdekkende actuele informatie over schade aan waterkeringen
De samenstelling van de grond en de opbouw van grondlagen	Aantasting door knaagdieren nauwkeurig vast kunnen stellen.	Zo snel mogelijk signaleren van gebiedsdekkende informatie over gevolgschade over het gebied.
Grondwaterstanden in de waterkering	Betrouwbare inspectie. Visuele inspectie gaat voornamelijk op gevoel.	
De opbouw van de vooroever		
De aanwezigheid van niet waterkerende objecten		

Tabel 1 Informatie behoeften waterbeheerders (Ministerie van V&W, 2003)

3.1.3 Tekortkomingen van traditionele dijkversterkingen

Het stijgen van de zeespiegel en het groter worden van afvoeren in rivieren zorgt ervoor dat de waterstanden in de rivieren zullen stijgen. Daar komt nog bij dat de dijken enkele decimeters per eeuw zakken door inklinking. De dijken dienen daarom eens in de zoveel tijd versterkt te worden. Traditionele dijkversterkingen kunnen op lange termijn tegen technische en maatschappelijke grenzen aanlopen. Traditionele dijkversterking bestaan uit dijkverhoging, materiaal versterken en dijkverbreding, waarbij meestal ook nog een steunberm noodzakelijk is. Dit vraagt extra ruimte, die steeds schaarser wordt (Ministerie van I&M, 2009). Andere versterkingsopties zijn dijkeruglegging, vooroeververdediging, zandsuppletie, overslagbestendig maken van dijken, gereguleerde getijinlaat en dijkversterking door verbreden en verhogen.

Aan het frequent versterken van dijken kleven nadelen. De dijkversterkingen zorgen voor maatschappelijke onrust, belasting van het bestuurlijk systeem en dijkversterkingen gaan gepaard met veel extra kosten (De Boer, 2012). Een bijkomend probleem is dat een dijk niet oneindig opgehoogd kan worden doordat er vaak bebouwd gebied ligt binnen de invloedzone van de dijk (Oedeker, 2006).

3.1.4 De behoeften op een rijtje

Hieronder een tabel met de innovatiebehoeften door het nHWBP, informatiebehoefte bij waterbeheerders en innovatiebehoeften door tekortkomingen van traditionele dijkversterkingen.

Regelgeving	Waterbeheerders	traditionele dijkversterkingen
Versterkingsmethoden voor versterkingsopgaven	Eerdere detective bij calamiteiten	Tegengaan maatschappelijke onrust
Innovatieve versterkingsmethoden	Meer kunnen waarnemen wat betreft profiel en samenstelling van de waterkering	Ontlasten bestuurlijk systeem
Kostenbesparende versterkingsmethoden	Nauwkeuriger kunnen waarnemen	Kostenbesparende versterkingsmethoden
		Ruimtebesparende versterkingsmethoden

Tabel 2 Innovatie- en informatie behoeften

De innovatiebehoeften en informatiebehoeften vragen naar een nieuwe ontwikkeling. Een ontwikkeling die nu gaande is, is de implementatie van dijkmonitoring in het dijkbeheer. De toepassing van dijkmonitoring is in de volgende paragraaf beschreven.

3.2 Dijkmonitoring

Dijkmonitoring is het bemeten van een dijk met behulp van sensorsystemen. Met behulp van deze waarneming is men in staat de dijk te inspecteren en te toetsen. Door dijken te monitoren krijgen dijkbeheerders meer inzicht in wat er in en om de dijk gebeurt en wordt het mogelijk om in de informatiebehoeften van de waterbeheerder te voorzien. Ook kunnen realtime voorspellingen worden gedaan ten aanzien van de sterkte van de dijk (de Vries et al., 2013). De toepassing van dijkmonitoring geeft dijkbeheerders meer inzicht in het gedrag van dijken onder bepaalde omstandigheden waardoor dijkbeheer beter is te beheersen (de Vries et al., 2013). Het beheersen van risico's tot een vastgesteld acceptabel niveau is namelijk waar het geheel van water- of dijkveiligheid over gaat (IJKdijk, 2013). Met behulp van dijkmonitoring is het mogelijk het optreden van faalmechanismen in de waterkering te analyseren en mogelijk te voorkomen (de Vries et al., 2013). De faalmechanismen die door dijkmonitoring kunnen worden geanalyseerd zijn overloop en overslag, instabiliteit bekleding, piping en heave, macroinstabiliteit, microinstabiliteit en instabiliteit van het voorland (de Vries et al., 2013). Een beschrijving van deze faalmechanismen is te vinden in bijlage 1. Dijkmonitoring bestaat uit verschillende meettechnieken die elk hun eigen doel hebben en daarmee voor verschillende toepassingen gebruikt kunnen worden. In deze paragraaf zijn de toepassingen van dijkmonitoring, de opbrengsten van dijkmonitoring, de meettechnieken en een case met toepassing van dijkmonitoring beschreven.

3.2.1 Toepassingen van dijkmonitoring

Om de waterbeheerders te ondersteunen bij hun beheersvraagstukken kan dijkmonitoring worden toegepast. Dijkmonitoring kan gebruikt worden voor verschillende soorten toepassingen. De verschillende toepassingsgebieden van meettechnieken kunnen zijn: risicobeheersing, modelverfijning, ondersteuning bij visuele inspecties en early warning systeem (de Vries et al., 2013). De indeling die in dit onderzoek gebruikt is, bestaat uit early warning, beheer en onderhoud, toetsing en ontwerp (Wester, 2012).

1. Early warning

In het nHWBP zal er 778 kilometer aan primaire waterkering versterkt moeten worden. Vanaf het moment dat deze dijk afgekeurd wordt tot aan het moment dat deze dijk daadwerkelijk versterkt zal gaan worden zit een periode van ongeveer 5 tot 10 jaar. In deze periode kan een toepassing van dijkmonitoring actuele informatie leveren over de toestand van de dijk en mogelijke ongewenste situaties signaleren. Het vergrote risico dat optreedt door het niet voldoen aan de veiligheidsnorm, kan op deze wijze beter worden gecontroleerd. Door de toepassing van dijkmonitoring, wordt het mogelijk een bedreiging eerder te signaleren. Hierdoor kan een waterbeheerder in een eerder stadium handelen en dit zorgt ervoor dat de schade beperkt blijft en de veiligheid waarborgt.

2. Beheer en onderhoud

De toetsingsronden vinden momenteel elke 6 jaar plaats. Deze zullen in de toekomst eens per 12 jaar gaan plaatsvinden (Bizzarri, 2013, Bijlage 8). In de tijd tussen deze toetsmomenten ligt een periode van regulier beheer en onderhoud. In deze periode wordt de waterbeheerder volgens de wet geacht de veiligheid voor het achterland te waarborgen. Dijkmonitoring kan hierin een hulpmiddel zijn tijdens het beheer en onderhoud. Monitoring kan snel en nauwkeurig veranderingen detecteren. Zo kunnen bodemdalingen, lokale zettingen of veranderingen in de waterspanning gedetecteerd worden. Monitoring kan daarmee bijdragen aan efficiënt beheer en onderhoud. Maar ook om zaken die niet met het blote oog zichtbaar zijn te volgen. Tijdens normale omstandigheden kan door middel van monitoring inzicht worden verkregen in eventueel afwijkend gedrag van een dijk (Dijkmonitoring, 2013).

3. Toetsing

De waterkeringen moeten iedere 6 jaar getoetst worden aan de norm (Artikel 2.12). Hierbij kunnen meettechnieken gebruikt worden om waarden van parameters te achterhalen die gebruikt worden in de rekenregels van het VTV en het HR. De informatiedichtheid voor het uitvoeren van de toetsing op veiligheid, is niet in ieder geval optimaal. Door het inwinnen van meer data, kan de onzekerheidsmarge en veiligheidsmarge worden verkleind en kan een betrouwbaarder toetsoordeel worden verkregen. In het geval van toetsing op piping is het te adviseren de toetsing uit te voeren met een zo groot mogelijke hoeveelheid meetgegevens. Dit is extra aan te bevelen in gevallen waarbij de dijk niet voldoet aan de toets op piping volgens het VTV. Zo kan men ten eerste de betrouwbaarheid van het oordeel verhogen, en bestaat de kans dat de dijk alsnog voldoet (Oldhoff, 2012). Het is goed mogelijk dat een hogere frequentie aan meetgegevens ook effecten zullen hebben op het al dan niet voldoen van de andere faalmechanismen, overloop en overslag, macro-instabiliteit, micro-instabiliteit, instabiliteit bekleding en instabiliteit van het voorland. Dit moet echter nog met onderzoeken bevestigd worden.

4. Ontwerp

Een toepassing van monitoringssystemen is het leveren van aanvullende informatie over de dijk ten behoeve van het ontwerp en uitvoering van dijkversterkingen. Het ontwerp van een dijkverbetering wordt gemaakt op basis van bepalingen in leidraden. In deze berekeningen worden er aannames gedaan voor parameters die niet precies zijn vast te stellen. Monitoringsystemen kunnen deze onzekerheidsmarge verkleinen. Dit heeft mogelijk efficiëntere ontwerpen tot gevolg. Naast deze optimalisatie van het versterkingsontwerp kan monitoring begeleiden in de uitvoering. Door de dijk realtime te volgen wordt het mogelijk veranderingen in de dijk te constateren. Hierdoor kunnen werkzaamheden efficiënter worden uitgevoerd. Ook na de versterking kunnen de monitoring systemen gebruikt worden om de effecten van de versterkingsmaatregelen te controleren. Om dit te kunnen illustreren is er in paragraaf 2.5 een voorbeeld uitgewerkt.

3.2.2 De opbrengsten van dijkmonitoring

De toepassing van dijkmonitoring die in het vorige hoofdstuk de revue hebben gepasseerd, hebben elk opbrengsten die behaald kunnen worden. Hieronder kort samengevat wat je met de toepassingen kunt doen, wat de gevolgen zijn en welk resultaat uiteindelijk behaald kan worden.

Toepassing	Effect	Gevolg	Resultaat
Early warning	Tijdig detecteren	Schade en herstel beperken	Kosten reductie, meer veiligheid
	Tijdig detecteren	Risicobeheersing	Impact inventarisatie, meer veiligheid
Beheer en onderhoud	Meer en nauwkeuriger meten	Efficiënt onderhoud	Kosten reductie
	Meten tijdens planvorming	Efficiënte veiligheidsmaatregelen	Kosten reductie
Toetsing	Meer en nauwkeuriger meten geavanceerde toetsmethode binnen de norm	Geen dijkversterkingopgave	Kosten reductie
	Dynamische gegevens i.p.v. statische gegevens.	Betere gegevens van huidige situatie. Aanpassen dijkversterkingopgave	Kosten reductie
Ontwerp	Meer en nauwkeuriger meten.	Minder sterk ontwerpen binnen de norm. Minder werkzaamheden, minder materiaal	Kosten reductie
	Meer en nauwkeuriger meten	Minder sterk ontwerpen binnen de norm. Minder verzet van actoren	Tegengaan van maatschappelijk onrust
	Meer en nauwkeuriger meten	Minder sterk ontwerpen binnen de norm. Minder grondonteigening	Kosten reductie en ruimte besparende versterkingsmethoden
	Meer en nauwkeuriger meten	Prioriteren en optimaliseren versterkingsopgaven. Minder belasting voor het bestuurlijk systeem	Ontlasting bestuurlijke systeem
	Meer en nauwkeuriger meten	Sterker ontwerpen binnen de norm. Meer werkzaamheden meer materiaal	Meer veiligheid

Tabel 3 Opbrengsten door toepassen van dijkmonitoring

3.2.3 Meettechnieken

De meettechnieken om dijkmonitoring mogelijk te maken bestaan uit verschillende meetniveaus dit zijn in-situ, close range, airborne en spaceborn (Epema & Zomer, 2005). Daarnaast is er een verdere opdeling te maken tussen traditionele en nieuwe meettechnieken. In figuur 6 is een lijst weergegeven met meettechnieken. Zie bijlage 2 voor een uitgebreide beschrijving van MEMS, thermografische opnamen, passieve microgolfradiometrie, radarinterferometrie en het DMC.

	Meettechniek	Parameter	Faalmechanisme	Opmerkingen
In-situ en maaiveld	MEMS	Beweging, temperatuur, trilling, vochtgehalte en waterspanning	HT, STBK, STPH, STB, STMI, STVL	Amerikaanse naam: MEMS
	Optische metingen	Beweging, trilling en temperatuur	HT, STBK, STPH, STB, STMI, STVL	Glasvezeltechniek
	Mechanische sensoren	Beweging	STBK, STPH, STB, STMI, STVL	
	Self potentials	Elektrische potentiaal	STPH, STB, STMI, STVL	
	Capacitieve sensoren	Capaciteit	HT, STPH	
	Geluidsmetingen	Trilling	HT, STPH, STB, STMI, STVL	
	Laseraltimetrie	Beweging	STBK, STPH, STB, STMI, STVL	LiDAR
	Thermografische opnamen	Beweging en temperatuur	HT, STBK, STPH, STB, STMI, STVL	Infra-rood
	Grondradar (FD)	Diëlektrische constante	STBK, STB, STMI, STVL	
	Radioactiviteitsmeting	Radioactiviteit	STBK	
	Seismiek	Trillingsgolf		
	Sonderingen	Bodemweerstand		
	Boringen	Geotechnische parameters		
	Vinproeven	Ongedraineerde schuifsterkte		
	Pomp- en putproeven	Geohydrologische parameters		
Airborne	Infiltratieproeven	Verticale doorlatendheid		
	Visuele inspectie	3D-Zicht	HT, STBK, STPH, STB, STMI, STVL	
	Luchtfoto's	2D-Zicht	STBK, STPH, STB, STMI, STVL	
	Fotogrammetrie	Beweging	HT	
	Laseraltimetrie	Beweging	STB	LiDAR
	Thermografische opnamen	Beweging en temperatuur	HT, STBK, STPH, STB, STMI, STVL	Infra-rood
	Radar en radarinterferometrie	Beweging	STB	
	Passieve microgolfradiometrie	Vochtigheid	STBK, STPH	
Spaceborne	Elektromagnetische metingen	Geleidbaarheid bodem	STBK, STB, STMI, STVL	
	Radioactiviteitsmeting	Radioactiviteit	STBK	
	Radar en radarinterferometrie	Beweging	STPH,STB,STMI	
	Hogeresolutiesatellietbeelden	2D-Zicht	STBK, STPH, STB, STMI, STVL	
	Passieve microgolfradiometrie	Vochtigheid	STBK, STPH	

Figuur 6 Meettechnieken (Wester, 2012)

3.3 Case: bijstellen van het ontwerp (Ameland)

In de tweede toetsronde is een deel van de Waddenzeedijk van Ameland afgekeurd. Deze zeedijk is afgekeurd op het faalmechanisme piping. Wetterskip Fryslan, de beheerder van deze waterkering, wil bepalen of er over een lengte van 300 meter de nu voorziene maatregelen kunnen worden heroverwogen door nader onderzoek uit te voeren. Met dit onderzoek is er een monitoringsproef uitgevoerd. In de Waddenzeedijk zijn drie meetraaien geplaatst met o.a.

waterspanningsmeters en temperatuurmeters. In de afbeeldingen hieronder zijn de locaties van deze drie meetraaien weergegeven.



Figuur 7 Ameland locatie sensoren

3.3.1 Kosten

De monitoringsproef kan aanpassing van het ontwerp tot gevolg hebben. Hoe deze aanpassingen gevolgen hebben voor de kosten is hieronder nader beschreven.

Huidig voorkeursalternatief

De kosten voor het huidige voorkeursalternatief is gelijk aan 580.000 euro. Hierbij wordt er een damwand geslagen over 200 meter en wordt er een binnenberm aangebracht van 180 meter (BZ, 2013).

Nieuw voorkeursalternatief (damwand over gehele lengte)

De kosten om in het hele traject een damwand te plaatsen zijn 850.000 euro. Hierbij gaat het om een damwand van 300 meter (BZ, 2013).

Nieuw voorkeursalternatief (geoptimaliseerd ontwerp damwand over gehele lengte)

Na alle waarschijnlijkheid zal de uitvoering van de monitoringsproef een geoptimaliseerd ontwerp tot gevolg hebben. Met een kansberekening door Witteveen + Bos is berekend dat dit geoptimaliseerd ontwerp zal zorgen dat 1/3 van de damwandlengte niet hoeft te worden geplaatst. De kosten zullen uiteindelijk uitkomen op 640.000 euro (BZ, 2013).

7 kilometer binnenberm

In alle waarschijnlijkheid voldoet er naast het afgekeurde traject van 300 meter nog eens een traject van 7 kilometer niet aan de norm. Ook dit traject voldoet waarschijnlijk niet aan het faalmechanisme piping. De maatregelen om deze 7 kilometer aan afgekeurde dijk te versterken zal middels het aanleggen van een binnenberm gaan. De kosten die hiermee gemoeid gaan zijn ongeveer 3.000.000 euro (BZ, 2013).

Monitoringsproef

De verwachting voor de kosten van de monitoringsproef zullen ongeveer 160.000 euro zijn. Hieronder een kostenraming van de proef (BZ, 2013).

stap	Omschrijving	totaal
0	voorbereiding (opstellen PvA, overleggen etc.)	12.000
1	financiering en bestuurlijke goedkeuring	1.000
2	opstellen nota van uitgangspunten	4.000
3	opstellen monitoringsplan	26.000
4	aanleggen monitoringssysteem	67.000
5	uitvoeren monitoring	16.500
6	analyseren monitoringsdata en opstellen onderzoeksrapport	23.500
7	opstellen ontwerprapport VKA	10.000
totaal		160.000

Tabel 4 Kosten raming monitoringsproef

3.3.2 Opbrengsten

In berekeningen door Witteveen + Bos is naar voren gekomen dat door middel van de monitoringsproef de kans op uitvoeren van maatregelen op de 7 kilometer aan dijk van 50% naar 40 procent gaat (BZ, 2013). Deze kansverlaging heeft consequenties voor de verwachte kosten voor het gehele project. Hieronder een tabel met de kosten voor het huidige voorkeursalternatief gevolgd door een tabel met de verwachte kosten voor het uitvoeren van het voorkeursalternatief inclusief de monitoringsproef.

Omschrijving	kosten	kans	totaal
Huidig VKA (damwand en binnenberm)	580.000	100 %	580.000
7 km binnenberm (wel aanbrengen)	3.000.000	50 %	1.500.000
7 km binnenberm (niets doen)	-	50 %	-
Totaal			2.080.000

Tabel 5 Kosten traditioneel versterken

Omschrijving	kosten	kans	totaal
Nieuw VKA (alleen damwand)	850.000	20%	170.000
Nieuw VKA (alleen damwand, maar geoptimaliseerd ontwerp)	640.000	20%	128.000
Nieuw VKA (niets doen)	-	60%	-
7 km binnenberm (wel aanbrengen)	3.000.000	40%	1.200.000
7 km binnenberm (niets doen)	-	60%	-
Monitoringsproef	160.000	100%	160.000
Total			1.658.000

Tabel 6 Kosten innovatief versterken

Uit deze berekeningen blijkt dat er door toepassing van monitoring er een kostenreductie zal plaatsvinden van ongeveer 422.000 euro.

Naast deze behaalde kostenreductie zijn er nog andere opbrengsten door de toepassing van monitoring. De andere opbrengsten zijn:

- Een geoptimaliseerd ontwerp en daardoor minder ruimtebeslag
- Meer kennis over Zeedijken
- Tijdwinst
- Het vroegtijdig kunnen waarschuwen wanneer pipingrisico optreedt totdat de dijk verbeterd is.
- Het monitoren van de dijk over een beperkte periode om op basis daarvan te bepalen in hoeverre beheer en onderhoud geoptimaliseerd kunnen worden.

3.4 Dijkmonitoring.nl

Om de waterbeheerders te ondersteunen in de afweging van meettechnieken in het dijkbeheer heeft BZ dijkmonitoring.nl ontwikkeld. Op deze website is het mogelijk om een quickscan uit te voeren om zodoende de juiste meettechnieken te matchen met het faalmechanisme en soort dijk waarmee de waterbeheerder te maken heeft. De quickscan behoeft invulling van de volgende vragen (Dijkmonitoring.nl, 2013):

1. Waarvoor wordt monitoring toegepast?
2. Welke faalmechanismen wilt u monitoren?
3. Welke opbouw kent u dijk?

Na invulling van deze vragen wordt er een lijst getoond met meettechnieken die geschikt zijn voor deze situatie en een lijst met meettechnieken die niet geschikt zijn voor deze situatie.

4. Opzet interviews met waterbeheerders

Om antwoord te geven op de deelvragen 3 en 4 is er gebruik gemaakt van semigestructureerde interviews. Naast de beantwoording van deelvraag 3 en 4 zal de informatie ook gebruikt om de beantwoording voor andere deelvragen scherper te krijgen.

Deelvragen:

3. In hoeverre is dijkmonitoring geïntegreerd in het beleid van de waterbeheerders?
4. Hoe kunnen waterbeheerders in hun informatiebehoefte gefaciliteerd worden en welke eigenschappen van dijkmonitoring.nl zijn gewenst om daarin een aanvulling te zijn?

4.1 Selectie

Nederland telt 23 waterschappen, hiervan hebben 3 waterschappen geen primaire waterkering in hun beheersgebied. Deze waterschappen, te weten Reesd en Wieden, Regge en Dinkel en Velt en Vecht. In dit onderzoek is er een selectie gemaakt van waterbeheerders met afgekeurde primaire waterkeringen (dijken) in hun beheersgebied. De geselecteerde waterbeheerders zijn de Waterschappen: Delfland, Rivierenland, Peel en Maasvallei, Vallei en Veluwe, Schelderstromen, Noorderzijlvest en Wetterskip Fryslan. Naast deze waterschappen is ook Rijkswaterstaat opgenomen in het onderzoek.

Voor dit onderzoek zijn belangrijke sleutelfiguren binnen de waterbeheerders geïnterviewd. Allen van deze respondent zijn betrokken bij dijkbeheer en kunnen meer informatie geven over hoe dijkmonitoring hierin geïmplementeerd kan worden. Daarnaast is er bewust gekozen om enkele waterschappen te interviewen waarvan bekend is dat ze al enig ervaring met dijkmonitoring hebben en er is gekozen voor een selectie die nog weinig ervaring heeft met dijkmonitoring. Dit is gedaan om de informatiebehoeften duidelijker te kunnen signaleren en de verschillen beter te kunnen zien. De informatie verkregen uit de interviews met de Waterschappen zullen gebruikt worden in de resultaten van dit onderzoek.

De bovenbenoemde sleutelfiguren zijn door middel van telefonisch contact gevraagd om mee te werken aan dit onderzoek. Vervolgens is er een afspraak gemaakt en deze is door middel van een e-mail bevestigd. In deze e-mail is duidelijk gemaakt welke inhoud het interview zal bevatten zodat de respondent zich enigszins kan voorbereiden.

4.2 Dataverzameling

In het interview zijn kwalitatieve gegevens verzameld. Hierbij is gebruik gemaakt van half voorgestructureerde vragen. Dit is gedaan om mogelijke antwoorden en visies niet uit te sluiten. In het interview met de waterbeheerders is er gebruik gemaakt van een interview in een boomstructuur. Dit is gedaan omdat de mogelijkheid bestaat dat er geen of wel dijkmonitoring door de waterschap wordt toegepast. Hiervoor zijn verschillende vragen opgesteld, zie bijlage 3. Voor de uitgeschreven interview resultaten van de bovenbenoemde partijen, zie bijlage 7. Hieronder een checklist van onderwerpen die zijn behandeld in de interviews.

Dijkbeheer:

- nHWBP, HWBP-2
- Afgekeurde primaire waterkeringen
- Faalkmechanismen
- Dijkversterkingen
- Financiering dijkversterkingen

Toepassing dijkmonitoring:

- Toepassing van dijkmonitoring
- Toepassing meettechnieken

Faciliteren van informatie:

- Informatiebehoeften
- Medium voor deze informatiebehoeften

4.3 Respondenten

Hieronder de respondenten die zijn geïnterviewd met een korte beschrijving van hun functie, opleiding en leeftijd.

Waterbeheerders:

[R1] Jan Willem Nieuwenhuis (51): Beleidsadviseur waterveiligheid bij het waterschap Noorderzijlvest in Groningen. Studeerde Civiele Techniek aan de TU in Delft

[R2] Johannes Veenstra (52): Senior projectleider bij het Wetterskip Fryslân in Leeuwarden. Studeerde HBO Chemische Techniek en Milieukunde.

[R3] Jan Tigchelaar (40): Beleidsadviseur waterveiligheid bij het waterschap Delfland in Delft. Studeerde Civiele Techniek aan de TU in Delft.

[R4] Peter Damen (50): Geotechnisch adviseur bij het waterschap Rivierenland in Tiel. Studeerde MTS, HTS Hoger Waterleiding Techniek en Geotechniek.

[R5] Arjan van Hall (54): Beleidsadviseur waterveiligheid bij het waterschap Peel en Maasvallei in Venlo. Studeerde HTS Civiele Techniek en HBCS.

[R6] Reindert Stellingwerff (38): Beleidsadviseur waterkeringen bij het waterschap Vallei en Veluwe in Apeldoorn. Studeerde HTS Civiele Techniek met als Master Constructiemanagement in Arnhem.

[R7] Hans van der Sande (56): Beleidsmedewerker waterveiligheid bij het waterschap Scheldtstroom. Studeerde Civiele Techniek in Delft.

[R8] Felix Wolf (51): Innovatiemanager. Mede verantwoordelijk voor het managen van de gouden driehoek (Kennisinstellingen, bedrijfsleven, overheden) bij Rijkswaterstaat. Studeerde kust en rivierkunde in Utrecht.

4.4 Data-analyse

Eerst zijn de interviews volledig uitgeschreven. Zie bijlage 7. In de uitgeschreven interviews zijn stukken tekst gecodeerd (Open coderen). Dit is gedaan om relaties te leggen tussen fragmenten. Vervolgens zijn de codes opgedeeld in subcodes om de informatie beter te groeperen (Axiaal coderen). Uiteindelijk zijn fragmenten in de subcodes uit verschillende interviews met elkaar verbonden om zo de juiste informatie bij elkaar te krijgen (Selectief coderen). Tijdens de data analyse is er gebruik gemaakt van het programma Excel. Waarbij op de horizontale as de waterbeheerders en op de verticale as de codes zijn vermeld. Op de velden daartussen in zijn de fragmenten geplaatst met relevante informatie. Voor meer informatie zie bijlage 11.

5. Resultaten van de interviews

Met de laatste stap in de data-analyse is het mogelijk om de resultaten te schrijven. Hierbij is er per code gekeken welke relaties gelegd kunnen worden. Vervolgens is er gekeken naar de overeenkomsten en verschillen tussen de waterbeheerders. Hieronder zijn de relaties beschreven, hierin is een opdeling gemaakt tussen algemene beschrijving respondenten, omgang met een dijkversterking, de toepassing van dijkmonitoring en de informatiebehoeften.

5.1 Algemene beschrijving respondenten

De 8 respondenten zijn allen werkzaam binnen verschillende waterbeheerders. Het gaat hierbij om Rijkswaterstaat en de Waterschappen: Delfland, Peel en Maasvallei, Rivierenland, Vallei en Veluwe, Scheldtstromen, Noorderzijlvest Wetterskip Fryslan. De leeftijden van deze respondenten varieert van 38 tot 56 jaar. De vraag naar de leeftijd aan de respondenten is gedaan om een mogelijk verschil in het denken over dijkmonitoring te constateren tussen verschillende generaties. [R7]: *De oudere respondenten zullen wellicht door hun ervaring terughoudender zijn over uitspraken over innovaties, doordat ze in het verleden innovaties hebben meegemaakt die op niks uit liepen.*

Al deze respondenten hebben een beleidsadviserende functie binnen de waterschap waar zij actief zijn. Allen hebben een technische achtergrond. Daarvan hebben 7 respondenten een Civiel technische opleiding gestudeerd op HBO of Universitair niveau en heeft er 1 Chemische techniek.

5.2 Omgang met een dijkversterking

7 respondenten geven aan dat tijdens de afweging van een dijkversterkingopgave er van traditioneel versterken wordt uitgegaan. 1 respondent geeft aan innovatie gelijk mee te nemen in de afweging. Van de respondenten die aangeven van traditionele versterking uit te gaan, geeft 1 respondent aan over te gaan naar innovatieve dijkversterkingen wanneer geld en ruimte in gedrang komen. [R6]: *Traditionele dijkversterkingen zijn bewezen oplossingen en in het verleden heeft het ook goed gefunctioneerd.*

2 van de 8 respondenten geven aan bezig te zijn met het recht rekenen van hun afgekeurde dijken. Dit wordt gedaan door oordelen te controleren door o.a. meer te meten.

Alle waterbeheerders geven aan door middel van varianten studies of met multi criteria analysis tot een technisch haalbare oplossing te komen met minimale kosten.

5.3 De toepassing van dijkmonitoring

5.3.1 Ervaring met dijkmonitoring

1 van de respondenten geeft aan nauwelijks ervaring te hebben met dijkmonitoring in hun beheersgebied. De andere 7 respondenten geven aan dat er dijkmonitoring heeft plaatsgevonden in hun beheersgebied. 2 hiervan geven aan dat het enkel om een pilot opstelling ging en 2 respondenten geven

aan dat het om periodieke metingen gaat. Dit wordt gedaan omdat er gewoonweg niet meer metingen nodig zijn om tot een oordeel te kunnen komen en omdat er alleen gemeten wordt tijdens hoogwater. [R7]: *Voor de waterstandverloop meten wij 2 maanden. Hiermee wordt voldoende resultaat verzameld om voldoende een oordeel te kunnen vellen.*

5.3.2 Nieuwe of oude meettechnieken

De meettechnieken die door de respondenten worden toegepast verschillen per respondent. [R6]: *Elk waterschap heeft zijn eigen specifieke informatiebehoefte in verschillende situaties.* Hieronder een tabel met de meettechnieken per waterbeheerder.

Peel en Maasvallei	Wetterskip Fryslân	Schelderstroom	Rivierenland	Noorderzijvest	Vallei en Veluwe	Delfland
	infrarood, temperatuur en waterspanning	Waterspanning	peilbuizen, geobeads, hellingmeetbuizen.	sattelietenbeelden, optischmeting en, pmr, geobeads	Waterspanning, peilbuizen, Temperatuur en stromingsrichtings sensoren.	Peilbuis, geobeads, remotesensing, hoogtemetingen, infrarood(pilot)

Tabel 7 Toegepaste meettechnieken

5.3.3 Tekortkomingen van dijkmonitoring

3 respondenten geven aan een positief beeld te hebben van dijkmonitoring omdat het veel kennis en informatie oplevert. 5 respondenten zijn sceptischer en geven aan dat dijkmonitoring nog onvoldoende bewezen is en daardoor onzekerheden geeft. [R2]: *komen de meetwaarden op tijd. Doet het systeem het wanneer wij het nodig hebben.* [R3]: *Sensoren kunnen falen, ze kunnen uitvallen of niet communiceren.*

5.3.4 Gebruik van dijkmonitoring

Het al dan niet gebruik maken van dijkmonitoring bestaat uit uiteenlopende redenen.

3 respondenten geven aan dat desbetreffende waterschap nog niet klaar is voor deze innovatie. [R3]: *Op dit moment zijn we er nog niet klaar voor. De investering in mensen en middelen is enorm.* [R5]: *Onze organisatiestructuur is hier niet op gebouwd. We hebben sinds 1996 pas, primaire keringen die allemaal zijn afgekeurd.*

Een andere reden voor het niet toepassen van dijkmonitoring, is de onwetendheid wat het precies gaat opleveren. [R3]: *Er is een kantelpunt in het investeren. Men kan er voor kiezen om traditioneel te versterken of investering in monitoring wat wellicht smaller ontwerpen of helemaal niet versterken tot gevolg heeft.*

Daarnaast geven 2 respondenten aan dat er binnen hun organisatie verschillende bestuurslagen moeten instemmen om de dijkmonitoring uit te voeren. [R4]: *Behoeften van leidinggevende ligt anders. Daarnaast zijn er drie partijen in afwachtende houding met het uitvoeren van maatregelen. Dit zijn de calamiteiten bestrijding, afdeling toetsing en dijkverbeteraars.*

De andere redenen zijn afhankelijk van het toepassingsgebied en zijn hieronder beschreven.

Early warning

4 respondenten geven aan geen gebruik te maken van de toepassing early warning. Dit wordt onderbouwd met voor elke respondent een andere reden. De redenen die worden gegeven zijn: er mist teveel informatie, er wordt een schijn veiligheid gecreëerd, het wordt niet toegepast omdat men geen

piping heeft en een waterbeheerder geeft aan het niet als doelstelling te hebben. [R7]: *Early warning kan een schijn veiligheid veroorzaken doordat je niet weet of een plek überhaupt een gevaar is en het kan zijn dat je daardoor misschien wel op de verkeerde locatie meet.* [R2]: *Toepassing van early warning op Ameland is niet nodig doordat er geen piping optreedt.*

2 andere respondenten geven aan dat ze wel gebruik maken van de toepassing early warning om risico's beter in te kunnen schatten. [R6]: *De dijkbeheerder wil risico's inschatten, daarom maken wij gebruik van early warning.*

Er zijn 2 respondenten die geen uitspraken doen over de toepassing van early warning. Dit komt doordat de toepassing bij hun onbekend is.

Ontwerp

6 respondenten geven aan, dijkmonitoring te willen gebruiken of inmiddels al gebruiken voor het ontwerpen van de dijk. Van deze 6 gaven 2 respondenten aan dit te doen omdat traditionele dijkversterkingen te duur bleken. Alle 6 geven aan dat er behoefte is aan informatie over de parameters voor de dijkversterking om hier het ontwerp op aan te passen. [R1]: *Met dijkmonitoring wordt er gezocht naar een 1+1=3 situatie. Door parameters met elkaar te koppelen ontstaat er meer informatie dan dat de parameters afzonderlijk kunnen geven.* [R7]: *Er is behoefte aan informatie over parameters vooral voor de versterking. Hierdoor kan men aantonen en daardoor de veiligheid verzekeren.*

Toetsing

4 respondenten geven aan dijkmonitoring te gebruiken tijdens toetsing. 2 respondenten geven aan dat dijkmonitoring voor de toepassing van toetsing nog niet gebruikt kan worden omdat er een aantal jaren gemeten moet worden. [R2]: *De toepassing voor toetsing mag niet worden gebruikt omdat Hydraulische Randvoorwaarden pas na 4 jaar meten mogen worden meegenomen.* [R1]: *Het WTI 2017 kan nog niet worden gebruikt door beperkte informatie. Er moet eerst een aantal jaren gemeten zijn voordat de meetgegevens betrouwbaar genoeg zijn om mee te kunnen nemen.*

Beheer en onderhoud

De stadia waarin de waterbeheerders verkeren met betrekking tot de toepassing beheer en onderhoud zijn verdeeld. Zo geven 3 respondenten aan, dijkmonitoring in eerste instantie niet te hebben voor het beheer en onderhoud. 1 respondent geeft aan dat het binnen hun beheersgebied gebruikt wordt voor het beheer en onderhoud. 1 respondent geeft aan het niet binnen hun beheersgebied te gebruiken aangezien visuele dijkmonitoring tot op dit moment nog steeds beter is. De voornaamste reden dat dijkmonitoring door een aantal waterschappen niet toegepast wordt voor het beheer en onderhoud is omdat het niet binnen het nHWBP valt. Hierdoor zijn de waterbeheerders zelf verantwoordelijk voor de kosten. [R4]: *De toepassing van dijkmonitoring in het beheer en onderhoud valt niet onder het nHWBP.*

5.4 Informatiebehoeften

5.4.1 Dijkmonitoring en de werkwijze

5 respondenten geven aan dat het nog onduidelijk is wat je met sommige meettechnieken aan informatie kan behalen. Er moet meer informatie komen over wat je registreert en de oplossingen moeten worden vergeleken met oudere projecten zodat de voordelen kenbaar worden. [R6]: *Er moet geredeneerd worden vanuit de beheervraag en niet vanuit de meettechnieken zodat bekend is welke beheervraag wordt opgelost.* [R3]: *Eerst kijken vanuit fasebeheer dan behoefte van parameters en*

dan de juiste meettechnieken matchen. Je moet niet kijken vanuit de faalmechanismen van een dijk maar vanuit de parameter die je wilt weten. [R8]: Er heerst een technology drift er moet meer gekeken worden vanuit de vraag van de beheerder. Welke problemen zijn er, dan pas kijken welke sensoren goed kunnen worden ingezet.

5.4.2 Kennis vergaren over dijkmonitoring

De methodiek om kennis te vergaren over dijkmonitoring wordt door alle respondenten op ongeveer dezelfde wijze gedaan. De respondenten raadplegen in hun netwerk, vragen deskundigen, gaan naar themadagen, lezen rapporten, delen kennis binnen de organisatie en maken gebruik van het internet zoals STOWA.nl en Helpdeskwater.nl. Tijdens het onderzoek is er niet specifiek gevraagd of men dijkmonitoring.nl kent. Alleen wanneer het ter sprake kwam. Vier respondenten waarbij het ter sprake kwam gaven aan het niet te kennen. 3 respondenten geven aan de informatie over ontwikkeling op het gebied van dijkmonitoring in eenvoudig begrijpbare taal moet worden aangeleverd. 5 respondenten geven aan dat de ze graag voorbeelden zien hoe andere beheerders gebruik maken van monitoring en zo de vragen hoe, waarvoor, waarmee en waar kunnen oplossen. [R7]: *Zijn de IJkdijkproeven wel relevant voor mijn situatie? Elke situatie is anders.* [R4]: *Ik wil graag voorbeelden zien wat de mogelijkheden van dijkmonitoring zijn.*

6. Conclusie

Dit onderzoek is een zoektocht geweest naar de implementatie van dijkmonitoring in de werkpraktijk van de waterbeheerder. Hierbij is onderzocht in hoeverre waterbeheerders gebruik maken van dijkmonitoring om hun primaire dijken te beheren. De hoofdvraag die met dit onderzoek getracht is te beantwoorden luidde:

Hoe zien waterbeheerders de toepassingsmogelijkheden van dijkmonitoring in het dijkbeheer?

Uit dit onderzoek blijkt dat de waterbeheerders door in de wet vastgelegde verzorgingsplicht voor hun beheersgebied een grote versterkingsopgave tegemoet gaan zien. Dit komt door de afkeuring van 778 kilometer aan primaire waterkeringen in Nederland. Volgens het Bestuursakkoord Water moeten de versterkingen van deze waterkeringen een sober en robuust karakter hebben waarbij de kosten voor de gehele levensduur van de waterkering geminimaliseerd moeten zijn. Om dit te realiseren kan men niet enkel volstaan met traditionele versterkingen en zullen de Waterschappen innovatieve oplossingen moeten zoeken. Dijkmonitoring kan in de behoeften van de waterbeheerders voorzien doordat er meer en nauwkeuriger gemeten kan worden waardoor er strakker en doelmatiger ontworpen kan worden. Daarnaast kunnen er parameters gemeten worden die meer inzichten van de waterkeringen geven dan de visuele metingen en de calamiteiten kunnen vroegtijdig worden gesignaleerd.

De houding van de waterbeheerders tegenover de toepassing van dijkmonitoring is verdeeld, dit blijkt uit de interviews onder de waterbeheerders. Er is geen eenduidig beeld van de toepassingsmogelijkheden van monitoring in het dijkbeheer. Wel is duidelijk geworden welke factoren het beeld dat waterbeheerders hebben, bepalen. De factoren kosten, kennis, gelaagdheid in de organisatie en de prioriteiten binnen dijkbeheer worden hieronder besproken.

Kosten

Een grote invloed voor het al dan niet toepassen van dijkmonitoring zijn de kosten. De waterbeheerders zien op tegen de enorme investeringen en middelen om dijkmonitoring mogelijk te maken. Een gevolg is dat er tijdens de afweging voor een versterkingsopgave in eerste instantie van traditionele dijkversterkingen wordt uitgegaan. Dit omdat traditionele versterking een bewezen oplossing is. Aan innovatie wordt pas gedacht wanneer tijd, kosten en ruimte in gedrang komen. Op dit moment bestaat er nog geen goede afwegingsmethodiek om dijkmonitoring mee te nemen in versterkingsopgaven.

Dat wil niet zeggen dat er geen kansen zijn voor dijkmonitoring. De waterbeheerders geven aan voornamelijk op het gebied van ontwerp en toetsing graag gebruik te maken of te willen gaan maken van monitoring. De kanttekening bij de toepassing toetsing is dat men voldoende meetreeksen moet hebben. Ook willen de waterbeheerders graag gebruik maken van dijkmonitoring voor in het dagelijks beheer en onderhoud. Een belemmering in het gebruik van dijkmonitoring in het dagelijks beheer en onderhoud zijn de kosten voor het gebruik van dijkmonitoring. Deze kosten kunnen niet worden verhaald op het nHWBP dus de waterbeheerders zijn geheel verantwoordelijk voor de financiering. De toepassing van early warning wordt sceptisch benaderd door waterschappen die er geen gebruik van maken. De waterbeheerders die wel gebruik maken van de toepassing voor early warning zijn enthousiast doordat je risico's beter kunt inschatten.

Aanwezige Kennis

Naast de kosten is de aanwezige kennis wat betreft dijkmonitoring een belangrijke factor voor het al dan niet toepassen ervan. Er bestaat namelijk twijfel over het gebruik van dijkmonitoring doordat het volgens de waterbeheerders nog in de kinderschoenen staat en het in sommige situaties nog niet voldoende bewezen is dat het een robuust systeem is. De twijfels ontstaan mede door de betrouwbaarheid van de sensoren, faalkansen en storingen in de datacommunicatie.

Daarnaast hebben de meeste waterbeheerders soms geen idee in welke situatie monitoring toegepast kan worden. Ook weten zij niet welke parameters gemeten moeten worden in een bepaalde situatie. In het algemeen weten de waterbeheerders niet goed waarvoor ze zouden moeten meten, wat ze kunnen meten en welke meettechnieken matchen met hun beheersvraag. Er is een gebrek aan voorbeelden van andere waterschappen zodat verschillende situaties met verschillende oplossingen met elkaar vergeleken kunnen worden. Het is echter wel zo dat veel waterschappen verschillende beheersvragen hebben door het verschil in beheersgebied. Mede daardoor hebben zij een andere informatiebehoefte.

Onbekend maakt onbemind. Dit geldt ook voor de waterbeheerders, die soms onvoldoende kennis hebben van de mogelijkheden van dijkmonitoring. De informatie die zij verkrijgen heeft te weinig raakvlak met de praktijk. Wanneer een waterschap een bepaalde parameter wil monitoren heeft hij geen indruk van de mogelijkheden.

Over het algemeen gebruiken de waterbeheerders dezelfde middelen om aan hun kennis te komen. Dit wordt veelal gedaan door hun netwerk te raadplegen, experts te vragen, mede Waterschappen te raadplegen, kennis en vakdagen te bezoeken. De informatie die de waterbeheerders willen hebben moet in eenvoudig begrijpbare taal geschreven zijn, op de praktijk gericht zijn en objectief zijn. Zij beschouwen STOWA als een objectieve bron. Enkele waterbeheerders met beperkte ervaring met dijkmonitoring geven aan graag een pilot te willen doen om zodoende meer kennis van de toepassingsmogelijkheden van dijkmonitoring te verkrijgen.

Gelaagdheid in organisatie

Het feit dat verschillende afdelingen binnen een waterschap moeten instemmen voor het toepassen van dijkmonitoring en niet al deze afdelingen dezelfde prioriteiten en technische achtergrond hebben bemoeilijkt het gebruik ervan. Bij de waterbeheerder en vooral bij besturende afdelingen zonder technische achtergrond is het onduidelijk wat de implementatie van dijkmonitoring gaat opleveren. Enerzijds welke informatie ze gaan meten en anderzijds wat de financiële voordelen zijn. Maar ook het verschil in denken over innovatieve oplossingen bij personen binnen de organisatie van waterbeheerders speelt parten.

Prioriteiten binnen dijkbeheer

Als laatste factor die van invloed is op het al dan niet toepassen van dijkmonitoring is de prioriteit van de desbetreffende waterbeheerder. De prioriteiten liggen niet altijd bij de toepassing van dijkmonitoring. Sommige waterschappen investeren in bodemonderzoek of hebben hun prioriteit juist liggen bij het gewoonweg versterken van hun waterkeringen. Het gewoonweg versterken van hun waterkeringen kan te maken hebben met de kleine omvang van hun versterkingsopgave en daardoor monitoring buitenbeschouwing laten. Of het komt juist doordat de omvang van de versterkingsopgave groot is en de veiligheid van de omgeving in gedrang komt, zodat versneld maatregelen treffen noodzakelijk is. Hierdoor komt innovatie niet aan bod.

Mede doordat de prioriteiten van een waterbeheerder ergens anders liggen is er een gebrek aan geo-technici. Binnen de organisatie moeten de monitoringssystemen in verhouding staan met het aantal geo-technisch specialisten om goed te kunnen functioneren. Wanneer deze specialisten niet binnen de organisatie aanwezig zijn moet men deze opdracht beleggen bij externe partijen, zoals aannemers (dijkenbouwers en ingenieursbureaus)

7. Aanbeveling

Bij de Waterschappen bestaat er geen eenduidig beeld over de toepassingsmogelijkheden van monitoring in het dijkbeheer. Dit leidt er ondermeer toe dat monitoring in het dijkbeheer op dit moment nog kleinschalig wordt toegepast en dat er geen sprake is van een volwassen markt. Aan de kennisinstanties en de bedrijven de taak om de onzekerheden weg te nemen en in de informatiebehoeften van de waterbeheerders te voorzien en zodoende de marktpotentie te benutten. Deze taak kan worden vervuld door duidelijkheid te creëren, draagvlak te vergroten en de Waterschappen op de juiste manier te benaderen. De hiervoor genoemde punten zullen hieronder worden verduidelijkt. Vervolgens worden de aanbevelingen vormgegeven aan de hand van de case dijkmonitoring.nl.

Duidelijkheid

Uit de conclusies is gebleken dat dijkmonitoring in eerste instantie niet wordt meegenomen in de afweging van een versterkingsopgave. Meer duidelijkheid over de kosten en opbrengsten van monitoring zal leiden tot een betere onderbouwing voor het al dan niet toepassen van innovatieve versterkingen in het afwegingsproces. Vragen als welke parameters kun je meten, wanneer moet je meten en welke meettechnieken zijn beschikbaar daarvoor, moeten beantwoord worden. Dit kan gedaan worden door situaties of voorbeelden te tonen zodat de waterbeheerder zijn omgeving ermee kan vergelijken.

Tot op heden is er binnen het dijkbeheer geen goede methodiek voor het afwegen van traditionele en innovatie maatregelen voorafgaand aan een versterkingsopgave. Het ontwikkelen van een robuust model voor het afwegen van innovatieve en traditionele versterkingsopgaven kan waterbeheerders ondersteunen in zijn beheersvragen.

Draagvlak

Binnen de organisatie van waterbeheerders zijn verschillende bestuurslagen met verschillende inzichten over dijkmonitoring. Deze verschillende inzichten ontstaan mede door verschil in kennisniveau. Door deze verschillende bestuurslagen gezamenlijk te benaderen of door ze van dezelfde informatie te voorzien, wordt het mogelijk om draagvlak te creëren vanuit alle afdelingen binnen een waterbeheerder. Daarom is het belangrijk de waterbeheerders blijvend te voorzien van informatie en mogelijkheden van dijkmonitoring. Daarbij is het belangrijk om praktijk voorbeelden te laten zien waaruit blijkt dat dijkmonitoring een betrouwbaar en robuust systeem is. Bij het aantonen hiervan is de ondersteuning van objectieve instanties gewenst. Hierbij kan worden gedacht aan STOWA.

Benaderen

Om met de waterbeheerders op een hoger niveau te komen wat betreft het gebruik van dijkmonitoring is het belangrijk om juist samen met de waterbeheerders naar oplossingen van beheersvragen te zoeken. Er moet geen onderscheid zijn tussen opdrachtnemer en opdrachtgever. Daarom dient men vanuit de vraag de markt te benaderen (market pull) en niet vanuit een technology drift (technology push). Het kan zinvol zijn om bij de waterbeheerders zonder al te veel ervaring met dijkmonitoring een pilot te doen zodat alle mogelijke situaties worden uitgekristalliseerd, de desbetreffende waterbeheerder ervaring op doet en daarmee overtuigd wordt.

Bij het benaderen van een waterbeheerder moeten de beheervragen worden gematched aan de meettechnieken en niet andersom. Wel moet duidelijk worden gemaakt dat de markt graag de waterbeheerder faciliteert met opdrachten die de waterbeheerder zelf op dit moment niet kan uitvoeren door een gebrek aan kennis, materieel en mankracht.

Dijkmonitoring.nl

Dijkmonitoring.nl dient als ondersteuning om waterschappen meer duidelijkheid te geven over mogelijkheden van monitoring in het dijkbeheer. Om deze ondersteuning te optimaliseren moet er op de site vanuit de beheersvraag geredeneerd worden, parameters matchen aan meettechnieken, voorbeelden laten zien, rekening houden met verschillende beheersvragen en verschillende situaties weergeven. Daarbij is het belangrijk om objectief te zijn. Dit kan door vermelding van verschillende experts en objectieve bronnen. Maar uiteindelijk moet de waterbeheerder de ruimte hebben om de keuze zelf te kunnen maken. Door het gebruik van de website door verschillende lagen in de organisatie van een waterbeheer, zal de inhoud aan het kennisniveau van de gebruiker aangepast moeten worden.

Niet alleen de verschillen tussen kennisniveaus in de organisatie kunnen aangepakt worden, maar ook de verschillen tussen de waterbeheerders. Door enkele vormen van benchmarking in de site te implementeren zullen de op ervaring achtergebleven waterbeheerders getriggerd worden om mee te gaan met de innovaties omtrent dijkmonitoring. Wanneer waterschappen meedoen zullen de andere vanzelf volgen omdat ze niet achter kunnen blijven volgens de theorie van Richard Dawkins: Memetica.

Memetics postulates that ideas and their associated behaviours survive in a population by being copied between people (Langley, J. 2009).

De bekendheid van dijkmonitoring.nl zal doormiddel van het netwerk van de waterbeheerder moeten worden vergroot, tijdens kennisdagen in de belangstelling worden gebracht en moet het via Google beter vindbaar zijn. Tot slot kan het door een objectieve bron onder de aandacht worden gebracht, bijvoorbeeld door STOWA.

Bronnen

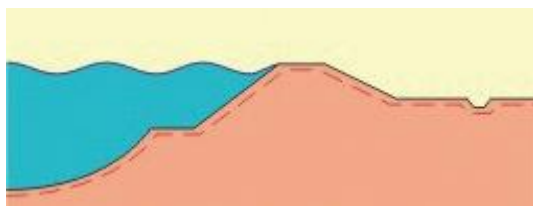
- Buyse, R. (2013) *De tweede laag*. Groningen: Noorderzijlvest
- Boeije, H. (2005) *Analyseren in kwalitatief onderzoek*. Amsterdam: Boom onderwijs
- Boer de, N. (2012) *Onzekerheid bij dijkversterkingen*. Deventer: Witteveen+Bos
- Booij, M. (2012) *Dictaat inleiding waterbeheer*. Enschede: Universiteit Twente
- BZ (2013) *Business Case Ameland*. Deventer: Witteveen+Bos
- CPB (2011) *Second opinion kosten-baten analyse waterveiligheid 21^e eeuw*. Den Haag: Ministerie van I&M
- Dixon, J. (2001) *Market pull v.s. Technoly push*. Minneapolis: BFGoodrich Aerospace
- Dijkmonitoring.nl (2013) *www.dijkmonitoring.nl* verkregen op 1-9-2013
- Eijgenraam (2013) *Presentatie Waterweek Utwente*
- ENW (2013) *www.enwinfo.nl* verkregen op 1-9-2013
- Euromot (2006) *Technology Push v.s. Market pull*. Bermingham: SAP
- Helpdeskwater (2013) *www.helpdeskwater.nl* verkregen op 1-9-201
- Hobben, dr.c., Albers, prof. Dr.m.a. (2012) *Contro-expertise kostenontwikkeling door project gebonden aandeel waterschappen aan hoogwaterbescherming*. Groningen: Rijksuniversiteit Groningen
- IJkdijk (2013) *www.ijkdijk.nl* *www.ijkdijk.nl*
- Jorissen, R. (2013) *nHWBP, Kansen voor inspectie*. Arnhem: Ministerie van I&M
- Langley, J. (2009) *Predicting the Market Demand for an Innovation Based on the Concept of Social Contagion*. Delft: TNO
- Minister Schultz van Haegen (2013) *koersbepaling waterbeleid*. Den Haag: Ministerie van I&M
- Ministerie van I&M (2006) *Spelregelkader Hoogwaterbeschermingsprogramma*. Den Haag
- Ministerie van I&M (2011a) *Derde toets primaire waterkeringen*. Den Haag
- Ministerie van I&M (2011b) *Spelregelkader Hoogwaterbeschermingsprogramma deel c*. Den Haag
- Ministerie van I&M (2011c) *Bestuursakkoord water*. Den Haag
- Ministerie van I&M (2013) *Veiligheid Nederland in kaart*. Den Haag
- Ministerie van V&W (2006) *Voorschrift toetsen op veiligheid primaire waterkeringen*. Den Haag
- Ministerie van V&W (2007a) *Hydraulische randvoorwaarden primaire waterkeringen*. Den Haag
- Ministerie van V&W (2007b) *Voorschrift toetsen op veiligheid primaire waterkeringen*. Den Haag

- Ministerie van V&W (2009) *Macrostabiliteit IJkdijk: sensoren en meettechnologie*. Den Haag
- Ministerie van V&W (2012) *Zandmeevoerende wellen*. Den Haag
- Muntinga, J.K. (2012) *Ontwerp projectplan dijkverbetering Waddenzeedijk Ameland*. Deventer: Witteveen+Bos
- Noorderzijlvest (2013) *www.noorderzijlvest.nl* verkregen op 1-9-2013
- Oedekerk, M. (2006) *Van dijkversterking naar dijkvervaging*. Groningen: Comcoast
- Oldhoff, R. (2013) *Meetkwantiteit versus toetsingskwaliteit*. Deventer: BZ Innovatiemanagement
- Rijksoverheid (2011) *Bestuursakkoord Water*. Den Haag: Rijksoverheid
- Rijkswaterstaat (2013) *www.rijkswaterstaat.nl* verkregen op 1-9-2013
- Snijders, R. (2008) *Investeren en Oogsten*. Rotterdam: Erasmus Universiteit Rotterdam
- STOWA (2005) *Informatiebehoeften waterkeringbeheerders*. Amersfoort
- STOWA (2011) *Leidraad waterkerende kunstwerken in regionale waterkeringen*. Amersfoort
- STOWA (2012) *Inspectiewijzers waterkeringen*. Amersfoort
- TAW (1994) *Handreiking constructief ontwerpen*. Den Haag: Ministerie van V&W
- TAW (1999) *Leidraad zee- en meerdijken*. Den Haag: Ministerie van V&W
- TAW (2001) *Technisch rapport waterkerende grondconstructies*. Den Haag: Ministerie van V&W
- TAW (2011) *Overzicht leidraden en technische rapporten*. Den Haag: Ministerie van I&M
- TAW (2012) *Leidraad rivieren*. Den Haag: Ministerie van I&M
- Tweede kamer der staten generaal (2012) *Memorie van toelichting Waterwet*. Den Haag
- Unie van waterschappen(2013) *wijziging van waterwet*
- Vullink, J.T. (2009) *Dijkversterking Markermeer: synergie tussen veiligheid en natuur*.
- Vries de, G., Brake Ter, C.K.E., de Bruijn, H., Koelewijn, A.R., van Lottum, H., Langius, E.A.F., Zomer, W.S. (2013) *Dijkmonitoring: beoordeling van meettechnieken en visualisatiesystemen*. Amersfoort: Stichting IJkdijk/STOWA
- Wetboek (2013) *Artikel 1 waterschapswet*. Den Haag
- Wetboek (2013) *Artikel 1.2 Waterwet*. Den Haag
- Wetboek (2013) *Artikel 2.12 Waterwet*. Den Haag
- Wester, S. (2012) *Innovatie in waterveiligheid*. Deventer: BZ Innovatiemanagement

Bijlage 1 Faalmechanismen

Er wordt gesproken van een bezwijkmechanisme als de waterkering daadwerkelijk door erosie of instabiliteit bezwijkt. Van falen is sprake als de waterkering overstroomt maar niet bezwijkt (Booij, 2012). De faalmechanismen die in dit onderzoek ter beschouwing zijn genomen zijn hieronder toegelicht.

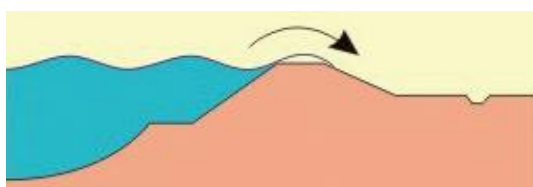
Overloop



Het faalmechanisme overloop treedt op wanneer de waterstand hoger is dan de kruinhoogte van de dijk. In dit geval zal de dijk falen aangezien het water over de dijk kan stromen. Echter zal de dijk niet bezwijken.

Figuur 8 Overloop

Overslag



Overslag vindt plaats wanneer de golven over de dijk slaan. Dit faalmechanisme treedt op wanneer de golf hoger is dan de kruinhoogte. Overslag kan beschadiging van kruin en binnentalud tot gevolg hebben. Wanneer er door toedoen van overslag er voldoende materiaal wordt vergeslagen of meegevoerd, kan het voorkomen dat de dijk zal gaan bezwijken.

Figuur 9 Overslag

Macroinstabiliteit binnen en buitenwaarts

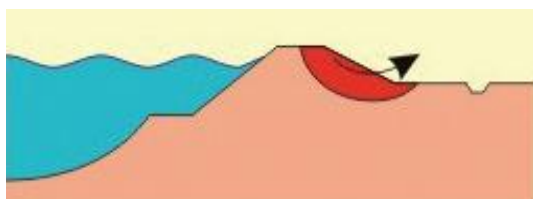


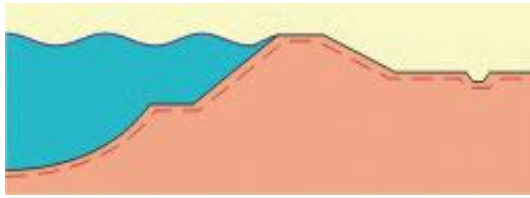
Figure 10 Macroinstabiliteit binnenwaarts



Figuur 11 Macroinstabiliteit buitenwaarts

Bij het faalmechanisme macroinstabiliteit is er sprake van een grootschalig stabiliteitsprobleem. Hierbij bezwijkt niet alleen het dijklichaam, maar ook de grondlagen onder de dijk. (Ministerie van V&W, 2009) Dit heeft als gevolg dat grote stukken dijk gaan afschuiven, wat uiteindelijk bezwijken van de dijk tot gevolg heeft. Een belangrijke factor in het al dan niet optreden van dit faalmechanisme zijn de sterke eigenschappen en waterspanningen.

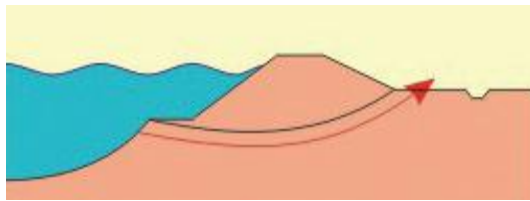
Microinstabiliteit



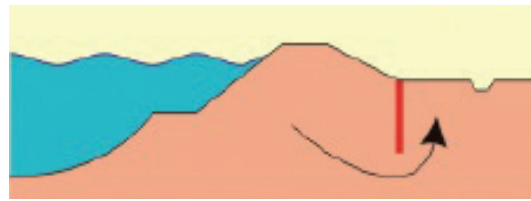
Figuur 12 Microinstabiliteit

Dit faalmechanisme treedt op wanneer de druk door de kwel zo groot is dat het zand in het binnentalud uit de dijk spoelt. Bij micro-instabiliteit komt de bedreiging van binnen: eventuele problemen worden veroorzaakt door een hoge freatische lijn in het grondlichaam (Ministerie van V&W, 2007b). Faalmechanisme kan bezwijken van de dijk tot gevolg hebben.

Piping en Heave



Figuur 13 Piping



Figuur 14 Heave

Het faalmechanisme piping ontstaat door een geconcentreerde kwelstroom die zand meevoert. Dit komt voor bij hoge waterstanden (Ministerie van V&W, 2007b). Deze geconcentreerde kwelstroom groeit uit tot een kanaalstroom onder de dijk door. Uiteindelijk zal de dijk bezwijken. Onder heave wordt het ontstaan van drijfzand bij verticaal uittredend grondwater verstaan. Heave kan optreden in situaties waarbij een geconcentreerde verticale kwelstroming optreedt, bijvoorbeeld achter een kwelscherm aan de binnenzijde van de waterkering (Ministerie van V&W, 2007b).

Instabiliteit voorland

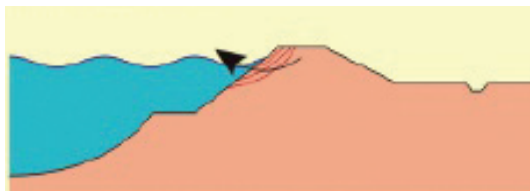


Figuur 15 Instabiliteit voorland

Het kan voorkomen dat de stabiliteit van het voorland niet sterk genoeg is. Dit kan afschuiving of zettingvloeiing van de grond tot gevolg hebben waardoor de dijk zal bezwijken. Bij zettingvloeiing ondergaat een massa verzadigd zand grote verplaatsingen als gevolg van verweking. De verweking wordt veroorzaakt doordat zandlagen met een losse pakking belast worden door

schuifspanningen en daardoor gedwongen worden tot volumeverkleining. Door deze neiging tot volumeverkleining ontstaan wateroverspanningen en neemt de schuifsterkte van de grond af (Ministerie van V&W, 2007b).

Instabiliteit bekleding



Figuur 16 Instabiliteit bekleding

De bekleding van het buitentalud, berm, kruin en binnentalud biedt bescherming tegen erosie van het dijklichaam. De bekleding kan bewijken door golfaanval, door langsstroming of in bijzondere gevallen door statische wateroverdruk, waarna de golven direct de kern van de dijk kunnen aanvallen (Ministerie van V&W, 2007b)

Bijlage 2 Meettechnieken

In voorgaande literatuurstudies zijn er verschillende categorisatie gemaakt waarin de verschillende de meettechnieken zijn onderverdeeld. Zo wordt er door (Moser & Zomer, 2006) als volgt een indeling gemaakt tussen: traditionele technieken, moderne in-situ technieken en geofysische technieken. Door (Epema & Zomer, 2005) en gevolgd door (Wester 2012) is er een indeling gemaakt tussen In-situ, Airbone en Spaceborne. Op de site dijkmonitoring.nl wordt er naast deze drie ook nog gebruik gemaakt van Close range. Naast deze indeling kan er ook nog een indeling tussen traditionele en nieuwe technieken gebruikt worden. Sonderingen, boringen, vinproeven, pomp en putproeven, infiltratieproeven en visuele inspectie behoren tot de traditionele technieken. Hieronder een lijst van meettechnieken.

Micro-Electro-Mechanical-Systems (In-situ)

Micro-Electro-mechanical-systems (MEMS) zijn kleine vervlochten systemen die uit een combinatie van elektronische, mechanische en eventueel chemische componenten bestaan. Ze variëren in grootte van een micrometer tot enkele millimeters, en het aantal dat zich in een bepaald systeem kan bevinden varieert van enkele tot miljoenen. De componenten zijn onderling met elkaar verbonden doormiddel van een netwerkkabel. Deze voorziet de componenten van energie en informatie.



Afbeelding 17 Geobeads

De systemen kunnen horizontaal in het dijklichaam worden ingebracht door het graven van sleuven. Door sonderingen kunnen de systemen ook verticaal in de dijk worden geplaatst. Het aanbrengen van systemen in het inwendige van de dijk wordt ook wel invasief aanbrengen genoemd. Voor MEMS geldt dat het invasief aanbrengen geen functionele schade hoeft op te leveren.

Voor elke locatie kan een uniek element worden opgebouwd om de gegevens te meten die benodigd zijn. Het is mogelijk om verschillende parameters waar te nemen op dezelfde meetlocatie. Dit biedt kans tot het bestuderen van correlaties tussen de verschillende metingen, zoals bijvoorbeeld waterspanning, temperatuur en beweging.

MEMS kunnen beweging, temperatuur, trillingen, vochtgehalte en waterspanningen meten. Er zijn enkele aanbieders van MEMS in Nederland. De twee systemen die de grootste resultaten hebben geboekt zijn GeoBeads van Alert Solutions B.V.

Thermografische opnamen (close range)

Het is mogelijk om met infrarood camera's informatie te geven over de staat van een dijk. Er worden met een camera beelden gemaakt van de dijk in het infrarode gebied. Uit de infrarood signalen kan de temperatuur van de verschillende delen van de dijk worden afgeleid. Op deze manier kunnen scheuren en kwelstromen snel worden gedetecteerd. Door meerdere beelden met elkaar te vergelijken zijn veranderingen in het dijkoppervlak te detecteren. Aan de hand hiervan is het mogelijk een early-warning system op te zetten.

Thermografische opnamen kunnen worden gemaakt vanaf het maaiveld (close range) en vanuit de lucht (airborne). Door middel van camera's worden infrarood beelden gemaakt van de dijk. Thermografische opnamen op maaiveld vinden onder andere toepassing door InTech met IDS systems. Naast opnamen vanaf maaiveld niveau kan deze techniek ook worden gebruikt door te meten vanaf een vliegtuig of helikopter. Thermografische opnamen vanuit de lucht vinden toepassing door VB Ecoflight en FLI-MAP van Fugro.

Passieve microgolfradiometrie (airborne)

Bij passieve microgolfradiometrie (PMR) worden microgolven variërend met een golflengte van enkele millimeters tot een decimeter naar de aarde uitgezonden. Met deze golflengte is de straling vooral afhankelijk van het watergehalte in de aarde. Daarom is deze techniek zeer geschikt voor het bepalen van de vochtigheidsgraad in de bodem. Het is mogelijk om deze meettechniek toe te passen vanaf satellieten, maar het is ook mogelijk om de straling uit te zenden vanaf vliegtuigen. MIRAMAP doet metingen met passieve microgolfradiometrie



Afbeelding 18 Passieve microgolfradiometrie

Radar en radarinterferometrie (spaceborn)

Met radargolven variërend van een centimeter tot een meter groot kunnen beelden worden gemaakt. Een SAR-beeld wordt gemaakt door een microgolfpuls op hoogte vanaf een vliegtuig of helikopter uit te zenden en de amplitude en eventueel de fase en de polarisatie van het terugverstrooide signaal te registreren. Een voordeel ten opzichte van laseraltimetrie is dat deze methode bij slecht weer wel werkt. De resolutie is echter wel lager. Fugro heeft een systeem dat werkt op basis van radar en radarinterferometrie.

Naast de toepassing vanaf een vliegtuig of helikopter is het ook mogelijk SAR beelden te maken met behulp van satellieten. Er wordt dan gebruik gemaakt van een langere golflengte. Door de langere golflengte worden de beelden echter wel onnauwkeuriger. Deformatie kan erg exact worden bepaald. Hansje Brinker is een van de aanbieders van deze techniek.

Dike Monitoring and Conditioning System

Het dijkmonitoring- en Conditioneringsysteem(DMC-systeem) voorkomt een dijkdoorbraak door de waterspanning een dijk te verlagen. Het DMC-systeem is in staat om met geavanceerde sensortechnologie de waterspanning en temperatuur van het dijklichaam te monitoren en te bewaken. Als de dijkstabiliteit in gevaar komt door micor-ofmacrostabiliteit of piping kan het systeem direct ingrijpen. Het overtollige water wordt dan door een filterbuis uit de dijk onttrokken en weggepompt.



Afbeelding 19 DMC-systeem

Het DMC-systeem wordt door middel van een gestuurde boring in een dijk aangebracht. Het systeem werkt autonoom en kan op afstand worden gemonitord. Dit webbased monitoringsysteem geeft automatisch meldingen in geval van afwijkingen in de dijk of in het systeem.

Bijlage 3 Interview format Waterbeheerders

Persoonlijke gegevens

Naam

Leeftijd

Opleiding

Waterschap

Functie binnen de waterschap

Doelgerichte vragen

Hebben jullie primaire waterkeringen die zijn afgekeurd?

Hoeveel kilometer aan waterkering is afgekeurd?

Op welke faalmechanismen zijn deze afgekeurd?

Hoe zorgen jullie dat de waterkeringen weer voldoen?

Wordt hierbij gebruik gemaakt van traditionele en/of innovatieve dijkversterkingen?

Hoe wordt er een afweging gemaakt voor de keuze van deze dijkversterking?

Hoe wordt het ontwerp voor een versterking bepaald?

Hoe worden de kosten voor de versterking gefinancierd?

Is er behoefte naar informatie over parameters voor, tijdens of na de versterking?

Wordt er door jullie dijkmonitoring toegepast?

<i>Nee</i>	<i>Ja</i>	
<i>Hebben jullie ervaringen met dijkmonitoring?</i>	<i>Voor welke toepassingen gebruiken jullie dijkmonitoring</i> ○ <i>Early warning</i> ○ <i>Ontwerp</i> ○ <i>Toetsing</i> ○ <i>Beheer en onderhoud</i>	
<i>Het niet toepassen van dijkmonitoring heeft te maken met:</i> ○ <i>Tekort aan kennis?</i> ○ <i>Beperkte informatietoever?</i> ○ <i>De kosten?</i> ○ <i>Anders nl</i>	<i>Waarom andere toepassingen niet?</i> ○ <i>Te weinig informatie?</i> ○ <i>Geen kennis</i> ○ <i>Te duur?</i> ○ <i>Anders nl</i>	
	<i>Welke meettechnieken?</i>	
	<i>Innovatieve</i>	<i>Oude peilbuis etc.</i>
<i>Wordt er door jullie onderzoek gedaan naar toepassing van dijkmonitoring?</i>	<i>Welke meettechnieken worden toegepast?</i>	<i>Welke meettechnieken worden toegepast?</i>
<i>Zal meer informatie over de mogelijkheden van dijkmonitoring van invloed zijn op de toepassing van dijkmonitoring?</i>	<i>Welken voor en nadelen zien jullie bij het gebruik van deze meettechnieken</i>	<i>Zien jullie nadelen bij het toepassen van nieuwe meettechnieken, Zo ja welke?</i>
<i>Hoe willen jullie deze informatie voorhanden hebben/krijgen?</i>		<i>Is er genoeg informatie over de toepassing van nieuwe meettechnieken?</i>

<i>Is er behoefte aan faciliteren in het selecteren van meettechnieken voor een versterkingsopgave?</i>	<i>Is er behoefte aan meer informatie over meettechnieken, parameters en combinatie mogelijkheden?</i>	<i>Welke informatiebehoeften bestaan er nog meer?</i>
<i>Welke informatie zou je graag willen zien?</i>	<i>Welke informatiebehoeften bestaan er nog meer?</i>	<i>Op welke manier moet deze informatie aangeleverd worden</i>
<i>Op welke manier moet deze informatie aangeleverd worden?</i>	<i>Op welke manier moet deze informatie aangeleverd worden</i>	<i>Is er behoefte aan ondersteuning in het selecteren van meettechnieken voor een versterkingsopgave?</i>
<i>Zou een online platform of een website hierin kunnen in faciliteren</i>	<i>Is er behoefte aan een programma die ondersteund in het selecteren van meettechnieken voor een versterkingsopgave?</i>	<i>Welke informatie zou je graag willen zien?</i>

	<i>Welke informatie moet dit programma geven?</i>	<i>Op welke manier moet deze informatie aangeleverd worden?</i>
	<i>Zou een online platform of een website hierin kunnen faciliteren</i>	<i>Zou een online platform of een website hierin kunnen faciliteren</i>

Bijlage 4 Interview format beleidsmakers

Persoonlijke gegevens

Naam

Leeftijd

Opleiding

Instantie

Functie

Doelgerichte vragen

Hoeveel kilometer aan dijk is in Nederland afgekeurd?

Hoe komen de verschillen in waarden richard jorissen, derde toetsingronde, helpdeskwater?

Hoe zijn het hwbp en het nhwbp tot stand gekomen?

Wat zijn de financiële verschillen tussen het hwbp2 en het nhwbp?

Welke verschillen zijn er nog meer?

Totale kosten, nhwbp, hwbp 2?

Hoeveel is er beschikbaar gesteld om het te bekostigen?

Hoe zorg men voor besparingen in het nhwbp?

Welke innovaties zijn er omtrent hoogwaterbescherming?

Hoe speelt dijkmonitoring een rol in het nieuwe hoogwaterbeleid?

Denk je dat dijkmonitoring een belangrijke factor kan zijn in het al dan niet afkeuren van een dijk?

Kan dijkmonitoring een noodzakelijke factor worden in het toetsingsproces?

Wat zijn volgens jou de tekortkomingen van dijkmonitoring?

Waarom werd dijkmonitoring d.m.v. sensoren niet eerder toegepast? Terwijl dit wel gebeurd in andere sectoren zoals bij asfalt?

Is er behoefte aan informatie over de mogelijkheden van dijkmonitoring?

Welke informatie behoeften zijn er vanuit jullie instantie omtrent dijkmonitoring?

Zou een online platform of website hierin ondersteuning kunnen bieden?

Hoe zit het WTI in elkaar?

Bijlage 5 Interview format Aannemers

Persoonlijke gegevens

Naam

Leeftijd

Opleiding

Instantie

Functie

Doelgerichte vragen

Welke toepassing van dijkmonitoring leveren jullie? Early warning, toetsing, ontwerp, beheer en onderhoud?

Welke meettechnieken leveren jullie?

Hoe zie jij de rol van dijkmonitoring in een dijkversterkingsopgave nu, en in de toekomst?

Wat is jou ervaring/relatie met de waterschappen?

Om welke waterschappen gaat het?

Zie je grote verschillen bij de waterschappen met betrekking tot dijkmonitoring?

Op welk gebied zie je tekortkomingen bij de waterschappen?

Waarom denk jij dat sommige waterbeheerders geen gebruik maken van dijkmonitoring?

Heb je ook relatie met aannemers die jou sensoren gebruiken?

Hoe denk jij dat waterschappen beter kunnen worden gefaciliteerd met informatie?

Welke informatiebehoefte heb jij?

Hoe zoek jij naar kennis?

Bijlage 6 interview format leveranciers meettechnieken

Persoonlijke gegevens

Naam

Leeftijd

Opleiding

Instantie

Functie

Doelgerichte vragen

Welke toepassing van dijkmonitoring leveren jullie? Early warning, toetsing, ontwerp, beheer en onderhoud?

Welke meettechnieken leveren jullie?

Hoe zie jij de rol van dijkmonitoring in een dijkversterkingsopgave nu, en in de toekomst?

Wat is jou ervaring/relatie met de waterschappen?

Om welke waterschappen gaat het?

Zie je grote verschillen bij de waterschappen met betrekking tot dijkmonitoring?

Op welk gebied zie je tekortkomingen bij de waterschappen?

Waarvoor denk jij dat sommige waterbeheerders geen gebruik maken van dijkmonitoring?

Heb je ook relatie met aannemers die jou sensoren gebruiken?

Hoe denk jij dat waterschappen beter kunnen worden gefaciliteerd met informatie?

Welke informatiebehoeften heb jij?

Hoe zoek jij naar kennis?

Bijlage 7 uitgeschreven interviews waterbeheerders

Waterschap Delfland

Naam: Jan Tigchelaar

Leeftijd: 40

Opleiding: *civiele techniek Delft, waterbouw geotechniek*

Waterschap: *Delfland*

Functie binnen de waterschap: *beleidsafdeling, projectleider, adviseur.*

Hebben jullie primaire waterkeringen die zijn afgekeurd?

Ja.

Hoeveel kilometer aan waterkering is afgekeurd?

Het aantal kilometers aan primaire waterkeringen die zijn afgekeurd is 1,1 kilometer.

Op welke faalmechanismen zijn deze afgekeurd?

Deze waterkeringen zijn afgekeurd op bekleding en op stabiliteit van het voorland.

Hoe zorgen jullie dat de waterkeringen weer voldoen?

Verbeteren door een goed ontwerp te maken en controleren of oordelen wel goed zijn. Het profiel wordt aangepast, er worden damwanden geslagen en de bekleding wordt vervangen.

Hoe wordt er een afweging gemaakt voor de keuze van deze dijkversterking?

Er wordt een afweging gemaakt op basis van criteria deze hebben te maken met impact op de omgeving, de kosten en robuustheid. Vervolgens wordt met behulp van een MCA een keuze gemaakt.

Hoe wordt het ontwerp voor een versterking bepaald?

Er wordt zoveel mogelijk binnen het ontwerp versterkt zodat er geen projectplan aan te pas hoeft te komen.

Hoe worden de kosten voor de versterking gefinancierd?

nHWBP, nog geen complete duidelijkheid hoe het exact gefinancierd gaat worden. Maar waarschijnlijk 50/50 voor rijk en waterschappen en 10 procent voor de waterschappen zelf.

Is er behoefte aan informatie over parameters voor, tijdens of na de versterking?

Is op dit moment niet voorzien, maar zou heel goed kunnen dat die behoefte er wel is.

Wordt er door jullie dijkmonitoring toegepast?

Wordt nog niet toegepast voor de afgekeurde dijken, Maar wel voor andere plekken binnen het beheersgebied. Zo zijn er geobeads gebruikt, monitoring in kader van vervormingen (satelliet), infra rood om bekleding te monitoren en peilbuis metingen om de droogte in de gaten te houden.

Voor welke toepassingen gebruiken jullie dijkmonitoring?

Er wordt gebruik gemaakt van toepassing van dijkmonitoring tijdens ontwerp en tijdens toetsing. Echter moet hiervoor de bodem informatie voorhanden zijn en dit is in heel Nederland beperkt aanwezig.

Waarom andere toepassingen niet?

Voor early warning mist er teveel informatie. Ook in beheer en onderhoud wordt geen dijkmonitoring toegepast doordat visuele inspectie tot op dit moment beter is.

Welke meettechnieken worden hierbij toegepast?

Peilbuis, geobeads, remotesensing, hoogtemetingen, infrarood(pilot)

Welke voor of nadelen zien jullie bij het gebruik van deze meettechnieken?

De sensoren kunnen falen en kunnen communicatie problemen hebben. Daarnaast zijn de beschikbaarheid en uitval van de sensoren aspecten die nog veel verbeteringen kunnen zien.

Nauwkeurigheid en betrouwbaarheid, de kwaliteit van de meetgegevens of van de meettechniek wordt niet weergegeven.

Is er behoefte aan meer informatie over meettechnieken, parameters en combinatie mogelijkheden? peilbuismetingen geven de informatie wel maar de behoefte is er nog niet. (toetsingsparameter). Andere parameters kunnen in de toekomst interessant worden. Er moet niet gekeken worden vanuit een faalmechanisme van een dijk maar vanuit een parameter die men wil weten. Fase beheer -> behoefte aan parameters -> welke technieken matchen. Niet alle waterschappen zijn hetzelfde en hebben andere informatiebehoeften met betrekking tot parameters.

Op welke manier moet deze informatie aangeleverd worden?

Kennisdagen, via collega's, netwerken, internet, ijdijk, floodcontroll, rapporten. Daarbij is het van belang dat de gegevens goed worden vastgelegd, je mist vaak informatie en daardoor wordt andere informatie onduidelijk.

Zou een online platform of een website hierin kunnen faciliteren?

Je moet zeker weten dat alle informatie bij elkaar komt, dat je niet verder hoeft te zoeken.

Is dijkmonitoring.nl bekend?

Nee, is niet bekend.

Hoe is de rol van dijkmonitoring in een versterkingsopgaven?

Op dit moment teveel onzekerheden, beter investeren in ondergrond informatie dan in dijkmonitoring.

Op dit moment is zijn we er nog niet geheel klaar voor. DDSC even wachten. De investering van mensen en middelen is enorm. Er is een kantelpunt investeren in versterken of in monitoring.

Waterschap Noorderzijlvest

Naam: Jan Willem Hendrik Nieuwenhuis

Leeftijd: 51

Opleiding: Civiele techniek aan de TU Delft, Geomorfologie

Waterschap: Noorderzijlvest

Functie binnen de waterschap: Beleidsadviseur waterveiligheid

Hebben jullie primaire waterkeringen die zijn afgekeurd?

Ja.

Hoeveel kilometer aan waterkering is afgekeurd?

Er zijn 22 kilometer aan primaire waterkeringen afgekeurd.

Op welke faalmechanismen zijn deze afgekeurd?

De primaire waterkeringen die zijn afgekeurd, zijn afgekeurd op bekleding, macro-instabiliteit en afkeuring binnen en buitenwaarts.

Hoe zorgen jullie dat de waterkeringen weer voldoen?

Door lodingen is er een geul ontdekt (Vierhuizergat). Deze geul is vervolgens deels opgevuld. Hiervan is de bodem en het buitentalud aangedikt met staalslakken aangevuld met zand en vervolgens weer afgedekt met staalslakken.

Wordt hierbij gebruik gemaakt van traditionele en/of innovatieve dijkversterkingen?

Hierbij wordt gebruik gemaakt van traditionele dijkversterkingen.

Hoe wordt er een afweging gemaakt voor de keuze van deze dijkversterking?

Lodingen hebben een geulesignaleerd. Deze kering is vervolgens door de waterschap afgekeurd.

Deltares heeft vervolgens een risico-onderzoek uitgevoerd waaruit maatregelen zijn ontstaan. Deze maatregelen zijn doorgevoerd zonder een tijdrovende vergunningsprocedure. Dit is gedaan omdat de maatregelen zo snel mogelijk doorgevoerd moesten worden.

Hoe wordt het ontwerp voor een versterking bepaald?

Oplossingen van Deltares komen terecht bij een ingenieursbureau hierbij worden ook oudere projecten vergeleken. Hieruit is vervolgens een keuze gemaakt voor de maatregel.

Hoe worden de kosten voor de versterking gefinancierd?

Het is door Noorderzijlvest voorgefinancierd omdat de maatregel noodzakelijk was en op korte termijn moest worden uitgevoerd. Het project valt onder het nHWBP en zal dus 50 procent worden bekostigd door het Rijk, 40 procent door alle waterschappen in Nederland en 10 procent door Noorderzijlvest zelf.

Is er behoefte aan informatie over parameters voor, tijdens of na de versterking?

Geen van allen, maar eigenlijk van te voren en tijdens de versterking door dijkmonitoring

Wordt er door jullie dijkmonitoring toegepast?

Ja, het wordt toegepast.

Voor welke toepassingen gebruiken jullie dijkmonitoring?

We gebruiken dijkmonitoring voor de toepassing van Early warning, beheer en onderhoud en voor innovatieve doeleinden (Het verkrijgen van meer informatie over dijkmonitoring).

Waarom andere toepassingen niet?

Voor het geval van toepassing tijdens het ontwerp is het puur voor kennisvergaring. Een toepassing van dijkmonitoring tijdens de toetsing is nog niet mogelijk. WTI 2017 kan nog niet gebruikt worden door te beperkte informatie. Er moet een minimaal aantal jaren gemeten zijn voordat de meetgegevens betrouwbaar genoeg zijn om mee te kunnen nemen.

Welke meettechnieken worden hierbij toegepast?

Satellieten (Spaceborne), Optischemetingen (in-situ), PMR (Close range).

Welke voor of nadelen zien jullie bij het gebruik van deze meettechnieken?

Er bestaat een positief beeld wat betreft deze meettechnieken. Deze leveren veel nieuwe kennis op.

Is er behoefte aan meer informatie over meettechnieken, parameters en combinatie mogelijkheden?

Met de dijkmonitoring in de Ommerlanderzeedijk is het de bedoeling om een 1+1=3 situatie te creëren.

Meer informatie dan afzonderlijke parameters. Hierdoor kun je effectiever aanleggen, veel behoefte naar verschillende parameters die andere parameters bevestigen. Hiermee wordt duidelijk hoe je de data moet interpreteren. Het wordt mogelijk om te controleren of interpretatie klopt. Afbakening om de parameters uit te leggen.

Op welke manier moet deze informatie aangeleverd worden?

Landelijk platform regionale keringen RWS, Landelijke toetsdag, kring van zeven (flyers kennis), kennis uit het netwerk, tijdschrift is passief, vergelijkingen tussen bestaande en nieuwe projecten (vers en oud asfalt)

Zou een online platform of een website hierin kunnen faciliteren?

Ja, door verslagleggingen te verzamelen, onderzoeksrapporten, naam personen met nader informatie, hoe kun je onzekerheden over je bandbreedte aanscherpen, informatie over wat je registreert.

Hoe kom je tot een informatiewebsite?

Via je netwerkkring door kennisdagen of door google-->STOWA--> helpdeswater

Waterschap Peel en Maasvallei

Naam: Arjan van Hall

Leeftijd: 54

Opleiding: HTS Civiele techniek, HBCS

Waterschap: Peel en Maasvallei

Functie binnen de waterschap: Beleidsadviseur waterveiligheid

Hebben jullie primaire waterkeringen die zijn afgekeurd?

Ja.

Hoeveel kilometer aan waterkering is afgekeurd?

We hebben 100 kilometer aan primaire waterkeringen die zijn afgekeurd.

Op welke faalmechanismen zijn deze afgekeurd?

Het overgrote deel is op hoogte afgekeurd in 2005 en dit heeft te maken met het onlangs verkrijgen van primaire waterkeringen die voorheen niet als primair werden gezien. Deze waterkeringen zijn afgekeurd op het principe one out all out, dus enkele stukken dijk kunnen ook zijn afgekeurd op stabiliteit en piping.

Hoe zorgen jullie dat de waterkeringen weer voldoen?

De dijken worden simpelweg verhoogd en verbreed.

Wordt hierbij gebruik gemaakt van traditionele en/of innovatieve dijkversterkingen?

Hierbij worden keermuren en demontabele wanden geplaatst.

Hoe wordt er een afweging gemaakt voor de keuze van deze dijkversterking?

Door varianten studies en daarbij integraal te ontwerpen.

Hoe worden de kosten voor de versterking gefinancierd?

Dat is verdeeld in een pot van maaswerken(42 miljoen euro), rest maatregelen maaswerken (10 miljoen) en nHWBP(160 miljoen).

Is er behoefte aan informatie over parameters voor, tijdens of na de versterking?

Er is meer behoefte aan informatie over de grondwaterstanden meer behoefte aan grondmechanica, behoefte aan meer informatie maar wel robuust ontwerpen dus niet kijken naar slanker ontwerpen en niet optimaliseren.

Wordt er door jullie dijkmonitoring toegepast?

Nee, eigenlijk niet er is wel eenmalig een pilot geweest en daarbij zijn grondwaterstanden gemeten.

Hebben jullie ervaringen met dijkmonitoring?

Nee, het is wel belangrijk maar onze waterschap is nog niet klaar voor deze innovatie. Daarnaast is dijkmonitoring nog niet geheel uitgekristalliseerd. We zijn geïnteresseerd in remote sensing.

Waarom wordt dijkmonitoring nog niet toegepast?

Ten eerst omdat we er nog niet klaar voor zijn. Daarnaast is er geldgestuurd geen toepassing van dijkmonitoring mogelijk. De basis van onze waterschap moet eerst op orde zijn. We hebben pas kort primaire dijken voorheen hebben we nooit met hoogwater problematiek te maken gehad. Daarnaast is het grote probleem dat de dijken per 10 meter een ander profiel hebben. Soms is het niet eens duidelijk waar de dijk precies ligt.

Zal meer informatie over de mogelijkheden van dijkmonitoring van invloed zijn op de toepassing van dijkmonitoring?

Het doel en nut van dijkmonitoring ontbreekt bij de mensen in onze waterschap. Hierop goed op inspelen zal mogelijk zorgen voor meer overtuiging.

Hoe willen jullie deze informatie voorhanden hebben?

Geen gegevens inwinnen maar landkundig inmeten.

Welke informatie zou je graag willen zien?

De gegevens die wij graag willen zien zijn vervormingen, real time, early warning en zakkingen.

Op welke manier moet deze informatie aangeleverd worden?

We willen graag zien dat het goed is. Aantonen dat het toetsbaar is. Het echt zien in een herkenbare omgeving. Bijvoorbeeld een vergelijking met Limburg. De beschrijving moeten in eenvoudige mensentaal. Het moet helder zijn omschreven en duidelijk beschreven wat je eraan hebt. Voorbeelden laten zien die relevant zijn voor het gebied.

Waterschap Rivierenland

Naam: Peter Damen

Leeftijd: 50

Opleiding: MTS, HTS Hogere Waterleiding Techniek, Geotechniek

Waterschap: Rivierenland

Functie binnen de waterschap: Geotechnisch adviseur

Hebben jullie primaire waterkeringen die zijn afgekeurd?

Ja.

Hoeveel kilometer aan waterkering is afgekeurd?

In ons beheersgebied is er tussen de 50-100 kilometer aan primaire waterkering afgekeurd.

Op welke faalmechanismen zijn deze afgekeurd?

Deze waterkeringen zijn voornamelijk afgekeurd op piping en in sommige gevallen op stabiliteit.

Hoe zorgen jullie dat de waterkeringen weer voldoen?

Traditionele dijkversterkingen waren te duur, daardoor is er gezocht naar innovatieve oplossingen. Een oplossing die gebruikt werd is Geotextiel.

Hoe wordt er een afweging gemaakt voor de keuze van deze dijkversterking?

In een workshop worden alle ideeën op een rij gezet. Het beste alternatief komt naar boven. Hierbij wordt gekeken welke oplossing eenvoudig en technisch haalbaar zijn met minimale kosten. Een criteria die is meegenomen in de keuze voor een variant, is dat er geen invloed op omliggende waterhuishoudingen mocht zijn.

Hoe worden de kosten voor de versterking gefinancierd?

nHWBP

Is er behoefte aan informatie over parameters voor, tijdens of na de versterking?

De informatie voor een dijkversterking is gegeven. Echter is deze informatie slechts gedocumenteerde informatie. De riviermorphologie verandert continu. Er is continu informatie nodig over de bodem hydrologie. Belangrijk is dat er doelgericht dijkmonitoring plaatsvindt en op locatie specifiek.

Wordt er door jullie dijkmonitoring toegepast?

Ja, peilbuis raaien. Geobeads experiment.

Voor welke toepassingen gebruiken jullie dijkmonitoring?

De toepassingen waarvoor dijkmonitoring gebruikt wordt zijn ondersteuning in ontwerp en ondersteuning in toetsing. Beheer en onderhoud eigenlijk bijna niet.

Waarom andere toepassingen niet?

Geen toepassing van dijkmonitoring voor beheer en onderhoud omdat het geld kost en de behoefte van leidinggevende is anders. De toepassing Early warning is niet een doelstelling maar Geobeads kunnen hier eventueel wel in meewerken. Meerjarige gegevens zijn nodig.

Welke meettechnieken worden hierbij toegepast?

Peilbuizen, Geobeads. Ook worden er hellingmeetbuizen toegepast voor het inzichtelijk maken van paalbelastingen: de verticale zettingen, vervormingen en horizontale vervormingen.

Welke voor of nadelen zien jullie bij het gebruik van deze meettechnieken?

Een nadeel is dat er per dijktraject wordt gekeken welke meettechnieken noodzakelijk zijn. Daarnaast is de reproduceerbaarheid en betrouwbaarheid nog te onzeker. Alles is doorsnede gericht en dat is typisch meerwaarde ontstaat juist door ononderbroken meetgegevens. Hierdoor kunnen zwakke schakels tussen twee dwarsdoorsneden liggen. Het meer verdichten van meetpunten is noodzakelijk, aanvullende monitoring is daarom gewenst. Integraal opslaan van informatie mist vaak voor een tijdelijk probleem.

Het ontbreken van hydrologische harde data. Constante veranderingen van de riviermorphologie.

Is er behoefte aan meer informatie over meettechnieken, parameters en combinatie mogelijkheden?

De kennis van dijkmonitoring is goed op de hoogte binnen onze waterschap mede doordat veel medewerkers voorheen bij Fugro actief zijn geweest.

Op welke manier moet deze informatie aangeleverd worden?

Kennis moet gedeeld worden en ook vooral het bestuur erboven moet bereikt worden.

Kennis wordt vergaard door vakliteratuur, kennis delen binnen de club, via internet. PAO-cursussen, vakdagen. Voorbeelden zien van oplossingen van dijkmonitoring en wat het oplost moet zorgen voor draagvlak.

Waarom verloopt de toepassing van dijkmonitoring gestaagd bij nagenoeg alle waterschappen?

De calamiteiten bestrijding, afdeling toetsing en dijkverbeteraars wachten op elkaar moet het uitvoeren van een versterkingen. Wanneer al deze drie partijen worden betrokken in de ontwikkeling zal de afwachtende houding verdwijnen. Onbekend maakt onbemind. Daardoor is er ook een groot verschil in hoeverre waterschappen bezig zijn met dijkmonitoring, benchmarking zal misschien kunnen helpen om het verschil te verkleinen.

Waterschap Schelderstroom

Naam: *Hans van der Zande*

Leeftijd: *56*

Opleiding: *civiele Techniek in Delft.*

Waterschap: *Schelderstroom*

Functie binnen de waterschap: *Beleidsmedewerker waterveiligheid*

Hebben jullie primaire waterkeringen die zijn afgekeurd?

Ja.

Hoeveel kilometer aan waterkering is afgekeurd?

43 kilometer aan primaire dijk is afgekeurd.

Op welke faalmechanismen zijn deze afgekeurd?

Deze zijn afgekeurd op piping, binnen en buitenwaartse stabiliteit, voorland en op hoogte(sluis).

Hoe zorgen jullie dat de waterkeringen weer voldoen?

Bestorten zijn zeer kostbaar geulen van 60 meter voorland: bestorten afhankelijk van deklaag maar wel een stortbed.

Wordt hierbij gebruik gemaakt van traditionele en/of innovatieve dijkversterkingen?

We betwijfelen het DMC omdat het niet betrouwbaar genoeg is. Althans we hebben nog steeds vraagtekens of hij het doet op het juiste moment. Er zijn veel risico's die je in de faalkans kan meenemen.

Hoe wordt het ontwerp voor een versterking bepaald?

Met behulp van MCA met kosten. Daarnaast is het belangrijk om aan innovaties mee te doen.

Hoe worden de kosten voor de versterking gefinancierd?

Met het nHWBP, hierbij is 50 procent voor het rijk, 50 procent voor de waterschappen gezamenlijk en 10 procent wordt door de waterschap zelf betaald. Dit is politiek gezien een goede zet, maar voor de burgers is het flauw want ze zullen steeds hetzelfde blijven betalen. Maar deze actie zorgt ervoor dat er meer verantwoordelijkheid komt bij de waterschappen en dat er hopelijk doelmatiger en efficiënter omgegaan wordt met versterkingsopgaven.

Is er behoefte aan informatie over parameters voor, tijdens of na de versterking?

Vooral voor de versterking. Het aantonen en daardoor veiligheid verzekeren.

Wordt er door jullie dijkmonitoring toegepast?

Voor al bodem en waterstandverloop. Het specifieker meten van een dijk kan goedkeuring van een dijk teweegbrengen. Wij meten meestal een periode van 2 maanden. Hiermee wordt voldoende resultaat verzameld om voldoende een oordeel te kunnen vellen.

Voor welke toepassingen gebruiken jullie dijkmonitoring?

Dijkmonitoring gebruiken wij voor ondersteuning in het ontwerp en voor het toetsen.

Waarom andere toepassingen niet?

Beheer en onderhoud niet maar willen we wel graag. Early warning gebruiken we niet omdat het systeem waarschijnlijk enkel malen moet worden vervangen voordat het echt in werking treedt. Verder kan early warning een schijnveiligheid veroorzaken doordat niet weet of een plek überhaupt een gevaar is of niet en daardoor misschien wel op de verkeerde locatie meten. Daarnaast wordt early warning beter om het visueel te doen.

Welke meettechnieken worden hierbij toegepast?

Visueel en dataloggers.

Welke voor of nadelen zien jullie bij het gebruik van deze meettechnieken?

Nadeel van visuele inspectie is hoogwater vaak nachts of harde wind de veiligheid voor de mensen die de inspectie doen komt in het geding. Visueel zie je niet of een verandering optreedt met meters kun je meer zien en kun je trends waarnemen. Je hebt een specifieke locatie nodig om stormen te kunnen schatten met respons op ondergrond. Continu meten stelt hoge eisen aan meetapparatuur(zoutgehalte).

De voordelen van dijkmonitoren zijn het tijd kopen en het tijdelijk oplossen van het probleem. Beter in tijd en beter in budget. Kies voor structurele oplossingen wanneer er geen obstakels zijn.

Is er behoefte aan meer informatie over meettechnieken, parameters en combinatie mogelijkheden?

We willen graag pilots zien om te kijken of het werkt.

Welke informatiebehoefte bestaan er nog meer?

Tot hoever strekt mijn aanpassing. Wat is de mate van verandering door de jaren heen. Wat is de responsiteit van een apparaat. Met monitoring een zwakke plek aanwijzen is lastig. Wel kan het gebruikt worden om een betere afschatting te maken voor sterkteparameters. Wat is de mogelijkheid tot herstel van de buffercapaciteit van bijvoorbeeld dmc.

Op welke manier moet deze informatie aangeleverd worden?

Op kennisdagen toetsdagen inspectiedagen rapporten. Monitoringstelsel is lastig voor afschatting gevaar. Zelf niet intensief op zoek naar informatie.

Welke informatie zou het dijkmonitoring moeten bevatten?

Zijn de situaties gebruikt bij de proeven op de ijdijk wel hetzelfde als bij een desbetreffende waterschap. Elke situatie is anders.

Waterschap Vallei en Veluwe

Naam: *Reindert Stellingwerff*

Leeftijd: *38*

Opleiding: *HTS Civiele Techniek, Master Constructiemanagement Arnhem*

Waterschap: *Vallei en Veluwe*

Functie binnen de waterschap: *Beleidsadviseur waterkeringen*

Hebben jullie primaire waterkeringen die zijn afgekeurd?

Ja

Hoeveel kilometer aan waterkering is afgekeurd?

We hebben volgens de derde toetsronde 12 kilometer aan afgekeurde kering. Door nader onderzoek is dit op 8 km vastgesteld.

Op welke faalmechanismen zijn deze afgekeurd?

Bij de IJssel zijn ze afgekeurd op piping en bij het Randmeer zijn ze afgekeurd op stabiliteit binnenwaarts.

Hoe zorgen jullie dat de waterkeringen weer voldoen?

Versterkingsmaatregelen. Maar gelijk ook niet te snel naar versterking grijpen omdat ruimte voor de rivier projecten meespelen. Die mogelijk andere uitkomsten biedt. Daarnaast proberen we door meer te meten ze recht te rekenen kijken naar beter HR.

Wordt hierbij gebruik gemaakt van traditionele en/of innovatieve dijkversterkingen?

Hierbij wordt gebruik gemaakt van traditioneel versterken en waar nodig is innovatief. Bijvoorbeeld de pilot met DMC.

Hoe wordt er een afweging gemaakt voor de keuze van deze dijkversterking?

Normaal gaan we uit van traditionele dijkversterking. Is er weinig ruimte of geld tekort dan worden er naar innovaties gezocht. Eerst prioriteren van afgekeurde dijken. Volgens pas een plan van aanpak maken.

Hoe wordt het ontwerp voor een versterking bepaald?

Er wordt gekeken of het traditioneel uitvoerbaar is. Vervolgens worden de knelpunten in kaart gebracht en de alternatieven worden gemaakt. Traditioneel is bewezen dat het duurzaam is.

Hoe worden de kosten voor de versterking gefinancierd?

50/50 procent verdeling tussen rijk en waterschappen en daarnaast is 10 procent voor de waterschap zelf.

Is er behoefte aan informatie over parameters voor, tijdens of na de versterking?

Door zettingen en waterspanningsmeters. Geen behoefte aan parameters voor versterking omdat versterking traditioneel kunnen worden uitgevoerd. Hierdoor minder metingen.

Wordt er door jullie dijkmonitoring toegepast?

Ja, bij de gebbedijk worden er waterspanningsmeters ingezet om continu te meten. Verder zijn er peilbuizen ingezet om te meten bij hoog water.

Voor welke toepassingen gebruiken jullie dijkmonitoring?

We maken gebruik van een toepassing van early warning omdat de beheerder wil weten wanneer er risico's zijn. Het is in verleden een gebruikt om ter ondersteuning in het ontwerp. Hierbij is destijds gebleken dat zelfs stukken sterker ontworpen moesten worden, vervolgens meer kosten. Daarnaast wordt dijkmonitoring vooral gebruikt in het beheer en onderhoud van de dijk (Gebbedijk).

Welke meettechnieken worden hierbij toegepast?

Er worden waterspanningsmeters gebruik, temperatuur meters, peilbuizen, stromingsrichtingsensor. Stromingsrichtingsensor is om te kijken waar het water nu daadwerkelijk vandaan komt. Hierbij worden kwelstromen in de dijk inzichtiger en stromingen verder in het achterland.

Welke voor of nadelen zien jullie bij het gebruik van deze meettechnieken?

Geen meettechnieken met echte hinder omdat ze specifiek voor de situatie worden ingezet. Wel spelen kosten beperkende factor wanneer ze niet gebruikt worden in de versterkingsopgave volgens het nHWBP maar voor gewone metingen. Een ander probleem is dat je van tevoren moet weten of het iets oplevert (Bunsgoten). Het beeld was dat het ontwerp te iel was ontworpen. Door extra metingen bleek dat het op sommige plekken inderdaad zo was. Maar dit boekte in feite een kleine winst door extra metingen maar er werd wel 2 jaar vertraging opgelopen. Deze metingen hebben echter wel gezorgd voor een veiliger ontwerp. Door schematisering kun je veel winnen maar ook verliezen.

Is er behoefte aan meer informatie over meettechnieken, parameters en combinatie mogelijkheden?

Er moet meer geredeneerd worden vanuit de beheerders vraag.

Is dijkmonitoring.nl bij jullie bekend?

Niet recent naar gekeken maar waarschijnlijk wel een keer gezien.

Welke informatiebehoefte bestaan er nog meer?

Een tabblad op de website dijkmonitoring.nl welke waterschap iets toepast in welke situatie bij wat voor dijk(waddenzeedijk). Zodat je kunt vergelijken. Waarom voor welk systeem dijkmonitoring toegankelijk is, welke technische winst boek je ermee en waarom heeft een waterbeheerder deze sensoren ingezet. Het verhaal erachter. Daarnaast is er behoefte om op de site te zien welke sensor technieken worden aangeleverd door welke leveranciers en de toepassing door de waterschappen waar en waarvoor.

Hoe zou je de informatie aangeleverd willen hebben?

Via beheerdersbijeenkomst, toetbijeenkomsten krijg je kennis van de website. Op de website vind je dit en dit en dit. Af en toe google ik. Het zou handig zijn dat de site via STOWA en IJkdijk wordt aanbevolen. Andere informatie vergaar ik door te bellen met ander waterkeringbeheerders hoe ze dingen toepassen en waarvoor.

Verder wordt er momenteel te veel gekeken vanuit de sensor zelf en niet naar de nut van de sensor en welke beheersvraag je oplost.

Is er behoefte aan ondersteuning in het selecteren van meettechnieken voor een versterkingsopgave?

Ja, ik wil wel graag een expert naast mij hebben om mijn keuze te maken en welke keuze je moet maken. Op dit moment weet je niet wie je moet aanspreken. Het is handig om de naam van een expert van bepaalde meettechnieken erbij te vermelden. Maar deze moeten wel objectief zijn. Het moet mogelijk zijn om meerdere mensen te kunnen raadplegen die advies kunnen geven. Maar uiteindelijk wil ik zelf bepalend zijn voor de keuze. Wellicht ook de naam erbij van de projectleider die het heeft uitgevoerd. Zou een online platform of een website hierin kunnen faciliteren?

Dit zou ik een goed idee vinden.

Waterschap Wetterskip Fryslan

Naam: *Johannes Veenstra*

Leeftijd: *52*

Opleiding: *HBO Chemische techniek en milieukunde*

Waterschap: *Wetterskip Fryslan*

Functie binnen de waterschap: *Senior projectleider*

Hebben jullie primaire waterkeringen die zijn afgekeurd?

Ja.

Hoeveel kilometer aan waterkering is afgekeurd?

Van de primaire waterkeringen die onze waterschap heeft is er 30 kilometer aan primaire waterkering afgekeurd.

Op welke faalmechanismen zijn deze afgekeurd?

Deze waterkeringen zijn afgekeurd op grotendeels bekleding. Bij Lemmer is er een klein stukje afgekeurd op piping.

Hoe zorgen jullie dat de waterkeringen weer voldoen?

De duiken zullen integraal worden versterkt.

Wordt hierbij gebruik gemaakt van traditionele en/of innovatieve dijkversterkingen?

Er worden overlagingen toegepast, grasmat versterking met open-steen-afalt. Doormiddel van klei wordt de dijk hoger en breder gemaakt.

Hoe wordt er een afweging gemaakt voor de keuze van deze dijkversterking?

In Ameland is er een MER procedure geweest. Hierbij wordt gekeken naar de cultuur historie van het landschap. Hieruit zijn vervolgens varianten ontworpen.

Hoe wordt het ontwerp voor een versterking bepaald?

De meest milieuvriendelijke alternatief wordt bepaald aan de hand van kosten en uitvoerbaarheid. Zo is er gekozen voor een variant met grote fractie en geen gietasfalt.

Hoe worden de kosten voor de versterking gefinancierd?

Het wordt gefinancierd door HWBP-2 maar ook eigen bijdragen

Is er behoefte aan informatie over parameters voor, tijdens of na de versterking?

De gegevens voor de Hydraulische Randvoorwaarden die er op dit moment zijn, zijn antiek. Recentere data zal zorgen voor beter Hydraulische Randvoorwaarden.

Wordt er door jullie dijkmonitoring toegepast?

Sinds kort op Ameland is er een toepassing van dijkmonitoring.

Voor welke toepassingen gebruiken jullie dijkmonitoring?

De dijkmonitoring wordt gebruikt om meer informatie te vergaren hoe om te gaan met een dijkversterking(ontwerp). De toepassing in het beheer en onderhoud is niet de eerste intentie van de dijkmonitoring. Alhoewel het wel mogelijk kan zijn. Mogelijkheid bestaat wel bij aftoetsing van parameters. Verschillen in kleilagen veroorzaken waterspanning verschillen en het zou kunnen dat sommige delen goed worden gekeurd. Een verschil tussen theorie en praktijk.

Waarom andere toepassingen niet?

Toepassing van early warning op Ameland is niet nodig doordat er geen piping optreedt. De toepassing voor toetsing kan niet worden gebruikt omdat de hydraulische randvoorwaarden pas na 4 jaar mogen worden toegepast.

Welke meettechnieken worden hierbij toegepast?

Infrarood, temperatuur, waterspanning

Welke voor of nadelen zien jullie bij het gebruik van deze meettechnieken?

Veel onzekerheid. Komen de meetwaarden op tijd.

Is er behoefte aan meer informatie over meettechnieken, parameters en combinatie mogelijkheden?

Met echt hoogwater kunnen je dingen zien. Ik wil live kunnen kijken wat er met de dijk gebeurt. Wellicht zijn de tabelletjes met data niet duidelijk genoeg.

Welke informatiebehoeften bestaan er nog meer?

Als er holle ruimtes ontstaan kun je die dan zien. Wat is de doortastendheid van sommige stukken in de dijk.

Op welke manier moet deze informatie aangeleverd worden?

De informatie rondom dijkmonitoring wil ik graag aangeleverd zien d.m.v. gesprekken met partijen met aangeleverde beelden. Of de informatie wordt verkregen door contact met deskundigen.

Voor de rest wordt kennis vergaard door bijeenkomsten, thema dagen, communicatie tussen andere waterschappen, Ikdijk proeven. Daarnaast ben ik niet actief op zoek naar informatie. De theorie is te overheersend er moet meer praktijk gericht te werk worden gegaan.

Is er behoefte aan ondersteuning in het selecteren van meettechnieken voor een versterkingsopgave?

Er is behoefte aan advies over kennis van de meettechnieken. Er kan gebruik worden gemaakt doormiddel van een forum maar hierop moet wel de recente informatie staan. Verder moeten de technieken en ontwikkelingen in normale mensen taal zijn weergegeven.

Waterbeheerder Rijkswaterstaat

Naam: Felix Wolf

Leeftijd: 51

Opleiding: Hydrografie Zeevaartschool, afgestudeerd in kust en rivierkunde.

Watersbeheerder: Rijkswaterstaat

Functie binnen Rijkswaterstaat: *Innovatiemanager. Mede verantwoordelijk voor het managen van de gouden driehoek (Kennisinstellingen, bedrijfsleven en overheden)*

Hebben jullie primaire waterkeringen die zijn afgekeurd?

Ja.

Hoe wordt het ontwerp voor een versterking bepaald?

Met de bewezen methode maar proberen nieuwe dingen toe te passen. Er is op dit moment nog geen goed afwegingsproces. Er bestaat nog geen lijstje met criteria bijvoorbeeld met tijd, ruimte functies om goed te kunnen bepalen welke innovatief of traditionele versterking moet plaatsvinden. Er ontbreekt hoe je tot een goeie afweging komt en waar je aan moet denken.

Hoe worden de kosten voor de versterking gefinancierd?

Straks komt alles uit de het deltafonds, deze begint in 2020 hierbij is 1 miljard euro per jaar beschikbaar.

Is er behoefte aan informatie over parameters voor, tijdens of na de versterking?

Die behoefte is er altijd. 1. Dagelijkse situatie van de dijk in de gaten houden 2. bij extreme omstandigheden 3. Aanvullende informatie inspecteurs. Het is belangrijk om het verschil voor en na een versterking te kunnen zien. Verder kunnen processen worden gemonitord.

Wordt er door jullie dijkmonitoring toegepast?

Ja in utrecht. Een pilot om kennis te vergaren en om meer te weten te komen wat er gebeurt met een dijk.

Voor welke toepassingen gebruiken jullie dijkmonitoring?

We willen alle toepassingen gebruiken. Niet alle toepassingen overal gebruiken maar waar nodig is. Je moet deze toepassingen zien als aanvulling.

Welke voor of nadelen zien jullie bij het gebruik van deze meettechnieken?

- 1. Extreme omstandigheden komen bijna niet voor. Daardoor moeten er lange meetreeksen aanwezig zijn om goed te kunnen extrapoleren. Huidige meetreeksen zijn tekort. Meettechnieken toepassen op locaties waar lange meetreeksen noodzakelijk zijn.*
- 2. Data is niet uitwisselbaar er zit vaak verschil in eenheden.*
- 3. Communicatie problemen*

Welke informatiebehoeften bestaan er nog meer?

Door ons grote netwerk wordt er kennis verzameld. Voorbeelden hiervan zijn deltares en ingenieursbureaus.

Op welke manier moet deze informatie aangeleverd worden?

Universeel toepasbaar. Goed beschreven geen miscommunicatie. Goed gedocumenteerd met name rekening houden met vraag die erachter zit. Formaat data moet aansluiten op gedachte die erachter ligt. Aansluiten bij behoefte die er is. Wat wil men nu weten. Beter aansluiten op behoeften. Afhankelijk van gebruiker wil men gewoon een waarde hebben zoals evacueren ja of nee of wil men parameters weten. Waar gaat de waterbeheerder de meettechniek voor gebruiken. De situaties zijn heel divers per beheerder.

Hoe om te gaan met innovaties omtrent dijkbeheer?

Men moet elkaar versterken door enerzijds waterschappen met elkaar te vergelijken (benchmarking) en anderzijds samenwerken tussen leverancier en waterschap. Niet als verkoper bij waterschappen komen geen opdracht en opdrachtnemer. Maar meer in de zin van ik heb wat jij hebt wat, wat kunnen we samen doen. Met samenwerken in je eentje los je niks op. De technology drift moet anders meer vanuit de vraag gaan werken. Bij welke problemen en kansen kan een sensor goed worden ingezet. Juist kijken welke behoeften ondersteund kunnen worden door sensoren. Meer vanuit de vraagkansen

Door het nu meebetalen van waterschappen aan versterkingsopgaven worden ze getriggerd tot innovatie.

- 1 ze moeten meebetalen besparingen komen ook bij hun terecht.*
- 2 weten dat ze minder geld hebben nieuwe manieren zijn noodzakelijk*
- 3 opgave moet sneller en meer. Meer geld in korter tijd.*

Innovatie ligt hier meer in het juridisch gebied en financiering constructie en sociale constructie dan in het technisch gebied.

Is dijkmonitoring.nl bij jou bekend?

Nee.

Bijlage 8 uitgeschreven interviews beleidmakers

Waterbeheerder Rijkswaterstaat

Naam: Alessandra Bizzarri

Leeftijd: 54

Opleiding: Natuurkunde, Universiteit Rome

Instantie: Rijkswaterstaat

Functie: Senior adviseur waterkeringen

Verschillen in waarden Richard Jorissen, derde toetsingsronde, helpdeskwater?

De derde toetsingsronde is een momentopname deze worden vervolgens in het nHWBP opgenomen en gekeken welke wel en welke niet worden opgenomen. De getallen van Richard Jorissen zal ik aanhouden. Voor meer informatie raadpleeg het LRT.

Hoe zijn het HWBP-2 en het nHWBP tot stand gekomen?

Door de waterwet moet er elke zes jaar getoetst worden. Deze afgekeurde waterkeringen moeten worden verbeterd. Deze toetsing zal naar eens in de twaalf jaar gaan. De beheer en onderhoud interne rapportage zal elk jaar gedaan worden.

Wat zijn de verschillen tussen het HWBP-2 en het nHWBP?

In het HWBP-2 is alleen het rijk betrokken. In het nHWBP zijn ook de waterschappen betrokken.

Hoe zorg men voor besparingen in het nHWBP?

Door 1. Prioriteren, 2. Goeie verkenning voor efficiëntie 3. Verder onderzoek en innovatie en 4. Projecten bundelen.

Welke innovaties zijn er omtrent hoogwaterbescherming?

Technische en proces innovaties.

Hoe speelt dijkmonitoring een rol in het nieuwe hoogwaterbeleid?

Dijkmonitoring is een beheersmaatregel en niet de oplossing voor het hoogwaterproblematiek. Het is een verbetermaatregel en o.a. belangrijk voor de innovatie van het hoogwaterbeleid.

Wat zijn volgens jou de tekortkomingen van dijkmonitoring?

Op dit moment kan dijkmonitoring efficiënter en doelmatiger worden toegepast. Daarnaast moeten de onzekerheden verminderd worden.

Welke informatie behoeften zijn er vanuit jullie instantie omtrent dijkmonitoring?

Rapporten, kennisdagen en persoonlijk contact.

Hoe zit het WTI in elkaar?

Het WTI is onder te verdelen in de hydraulische randvoorwaarden(HR) en het voorschrift toetsen van veiligheid(VTV). Deze VTV is op haar buurt weer onder te verdelen in het proces en de rekenmethode per faalmechanisme. Elke toetsperiode wordt er een relatie gelegd tussen de norm en het HR. Hierbij wordt gekeken naar verandering van het zeespiegel, fysische verandering, nieuwe kennis en het beleid. Het VTV verandert door nieuwe kennis en inzichten. De normering wordt kijkt naar de overschrijdingkans. Echter zal in de toekomst steeds meer de nadruk worden gelegd op overstromingskans. Met het vaststellen van de norm zal men in de toekomst rekening gaan houden met 3 parameters. De basisveiligheid, economische gevolgen en groepsrisico. Hoe dit voorheen werd gedaan staat vermeld in de grondslagen waterkering.

Bijlage 9 uitgeschreven interviews aannemers

Aannemer Volker Wessels Telecom Solutions BV

Naam: Harry Bos

Leeftijd: 52

Opleiding: HBO procestechniek Groningen

Instantie: Volker Wessels Telecom Solutions BV

Functie: Programmamanager

Betrokken met deze toepassing van dijkmonitoring?

2006-heden

Welke toepassing van dijkmonitoring leveren jullie?

Het DMC kan een toepassing zijn voor early warning maar voornamelijk voor toepassing in het ontwerp(oplossing voor een versterkingsopgave). Het systeem monitort en zorgt gelijk ook voor een versterking van de dijk. In gunstige gevallen kan het systeem een besparing van bijna 7 miljoen per km behalen.(9 miljoen traditioneel per km met het DMC 2 miljoen per kilometer). Daarbij worden glasvezel sensoren gebruikt die in tegenstelling tot elektrische elementen niet gevoelig zijn voor gebeurtenissen als bliksem en kan een glasvezel kabel oneindig lang zijn.

Welke meettechnieken leveren jullie?

Wij leveren het DMC-systeem(Dijkmonitoring- en Conditioneringsstelsel).

Welke parameters kunnen jullie sensoren meten:

De sensoren kunnen waterspanning en temperatuur meten.

Hoe zie je de rol van dijkmonitoring in een dijkversterkingopgave in de toekomst?

De productie van een dijkversterking moet 3x zo snel gaan in de toekomst. Nu zijn we gemiddeld genomen 10 jaar bezig met een versterkingsopgave. Naast het sneller gaan van het productieproces moeten de kosten met de helft gereduceerd worden.

Wat is jou ervaring met de waterschappen?

De oplossing is bij de waterschappen bekend. Maar men twijfelt aan de betrouwbaarheid. Doet het wel als het werkt wanneer we het nodig hebben. Uit een faalkans analyse is gebleken dat het DMC eens in de 250 jaar faalt.

Om welke waterbeheerders gaat het?

O.a. Rivierenland, Noorderzijlvest, Wetterskip Fryslan.

Op welk gebied zie je tekortkomingen bij de waterschappen?

Men denkt gauw mee met de gevestigde orde. Een voorbeeld: Tijdens een vergadering wordt er geopperd dat er niks aan de dijk gedaan mag worden volgens de wet. Hierbij legt men zich neer en er wordt niks ondernomen. Later blijkt dat er wel wat aan het ontwerp gedaan mag worden als het dijkversterking als doeleind heeft. Dit betekent dat het DMC in de dijk geïnstalleerd mag worden.

Beperkte toepassing van dijkmonitoring door waterschappen:

- Ze zijn traditioneel ingesteld
- Behoudend, niet iedereen maar enkelen. Maar door dit evenwicht komt het er niet door.
- Dijk moet veilig zijn, hoe ga je dat garanderen?
- Verschillende afdelingen binnen een waterschap die groen licht moeten geven.

Daarnaast gaat men van dingen uit die niet geheel kloppen. Waterschappen denken bijvoorbeeld dat een toepassing ENW goedgekeurd moet zijn. Maar het ENW keurt niet.

Waardoor denk jij dat sommige waterbeheerders geen gebruik maken van dijkmonitoring?
Een ambtenaar is veelal risico mijdend ingesteld. Door met organisatie als Deltares en Fugro om te gaan kan meer draagvlak worden verkregen. Beslissende personen betrekken zodat de toepassing van dijkmonitoring kan worden wordt gebruikt. Bijvoorbeeld door ze te betrekking in risicosessies.

Heb je ook andere partijen die gebruikmaken van jullie sensoren?
Ja, bijvoorbeeld de NAM die gebruikt maakt van sensoren om verzakkingen in Groningen te kunnen meten.

Partijen waarmee jullie nog meer samenwerken?
Landindustrie en Visscher en Smit Hanab (ook binnen Volker en Wessels)

Welke informatie behoeften heb jij?
Welke dijken zijn afgekeurd met welke faalmechanisme waar het DMC ingezet kan worden als versterkingsoplossing.

Hoe zoek jij naar kennis?
Relatie met ingenieursbureaus en deltares, omgaan met mensen en collega's binnen deze en andere organisaties. Door deze omgang wordt informatie vergaard. Onze tak kijkt niet naar ander meettechnieken. Wel naar geotextiel omdat het wel binnen een tak binnen onze organisatie zit. Wij zijn geen leveranciers maar een uitvoerende organisatie.

Aannemer Zeeuwse Stroom

Naam: Vyjay Parsan

Leeftijd: -

Opleiding: Civiele Techniek in Zwolle

Instantie: Zeeuwse Stroom(Boskalis)

Functie: Projectleider

In Krabbendijke is momenteel een project gaande waarin 6 kilometer aan afgekeurde zeedijk wordt versterkt. Deze dijken zijn afgekeurd op bekleding en worden middels nieuwe bekleding versterkt. Deze versterking bestaat uit een nieuwe kreukelberm legging van betonzuilen en een strook asfalt. Voor deze 6 kilometer aan versterkingen zijn 4 ontwerpen gemaakt met behulp van het programma cress aan de hand van de hydraulische randvoorwaarden en voorschrift toetsing op veiligheid.

Bijlage 10 uitgeschreven interviews leveranciers van meettechnieken

Leveranciers van meettechnieken Alert Solutions

Naam: *Pepijn van der Vliet*

Leeftijd: *42*

Opleiding: *Bedrijfseconomie Universiteit Tilburg*

Instantie: *Alert Solutions (2007)*

Functie: *Financieel manager en directeur*

Welke toepassing van dijkmonitoring leveren jullie?

Zowel voor een toepassing van early warning, toetsing, ontwerp, beheer en onderhoud kunnen wij sensoren leveren.

Welke meettechnieken leveren jullie?

In-situ o.b.v. MEMS

Welke parameters kunnen jullie sensoren meten:

Een brede range van parameters kunnen wij meten dit zijn: waterspanning, beweging(inclinatie), temperatuur(waterstroming). In de toekomst willen we ook meer doen met parameters zoals vochtgehalte(uitdroging) en zoutgehalte. Alert solutions is een ontwikkelaar van meettechnieken. Naast MEMS kijken we ook naar mogelijkheden met glasvezel en radar.

Hoe zie je de rol van dijkmonitoring in een dijkversterkingopgave, en in de toekomst?

Door het nHWBP moeten er veel kilometers aan dijk versterkt worden. In aanloop naar deze versterking kan er continu versterkt worden. Door drie seizoenen te meten ontstaat er meer kennis van de dijk(ontwerp). Eenmaal een systeem in de dijk geplaatst wordt het mogelijk om de dijk scherper in de gaten te houden(Early Warning). Daarnaast is het mogelijk tijdens versterking verzakkingen te monitoren(uitvoeringsmonitoring). Het is een Technology push. De waterschappen moeten ervan overtuigd worden van de werking van dijkmonitoring. Daarnaast moet men kritischer zijn wat de data gaat doen. Doelgericht toepassen van dijkmonitoring.

Wat is jou ervaring met de waterschappen?

De waterschappen nemen de tijd. Handelen nog steeds naar principes die zijn opgebouwd door jarenlange ervaring. Waterschappen weten niet goed hoe ze de data moeten gebruiken voor hun beheerproces.

Zie je grote verschillen bij de waterschappen met betrekking tot dijkmonitoring?

Ze hebben allemaal wel interesse maar wat ze nu concreet met dijkmonitoring willen is onbekend. De koppeling tussen metingen en acties is voor hun onduidelijk.

Op welk gebied zie je tekortkomingen bij de waterschappen?

Er wordt gemonitord maar niet serieus. De waterschappen moeten het zelf ook inzien dat het werkt. Waarom zou een waterschap überhaupt willen besparen. Dijkmonitoring moet zonder risico van de versterking zijn. Het mag niet voorkomen dat een dijk niet wordt versterkt maar wordt gemonitord en deze dijk alsnog faalt. Dit is niet uit te leggen naar de samenleving.

Er bestaat onduidelijkheid bij de waterschappen welke metingen causaal verband hebben met de aanpassingen van het oordeel van de dijk. Daarnaast moet men kritischer zijn bij het opstarten wat we kunnen verwachten met het meten. Ook is het vaak niet duidelijk welke informatie de waterschap helpt in het dagelijks bedrijfsproces.

Door meten kan men beoordelen en profiteren en kan er een afweging gemaakt worden om slanker te ontwerpen of (tijdelijk) minder te versterken. De waterschappen denken hier niet over na, deze relatie lijkt er in ieder geval niet te zijn. Wat betekent de data voor het versterkingsontwerp? Deze stap wordt vaak niet duidelijk gezet door de waterschappen. Groot risico is dat ze na het toepassen van dijkmonitoring alsnog dezelfde aanpassingen gaan doen, weggegooid geld. Concreet gezegd: wat de waterschappen met dijkmonitoring willen is niet helder bij de mensen in de organisatie zelf. Waardoor denk jij dat sommige waterbeheerders geen gebruik maken van dijkmonitoring? Redenen voor het niet toepassen van dijkmonitoring kunnen zijn, geen budget, geen reden om het in te zetten, non believers of ze hebben gewoonweg geen problemen met de dijken in hun beheersgebied. Het kan ook zijn dat ze andere prioriteiten hebben en geen aandacht voor dijkmonitoring. Heb je ook relatie met aannemers die jou sensoren gebruiken? Ja, Bam, Boskalis, GMB, hierbij leveren wij onderdelen van het bestek. Hoe denk jij dat waterschappen beter kunnen worden gefaciliteerd met informatie? Ze kunnen beter geïnformeerd worden over de business case. Dat door dijkmonitoring de situatie veiliger kan zijn en de versterkingsopgaven goedkoper gerealiseerd kunnen worden. Probleem zit hem echter in het scherp krijgen van deze oplossingen bij de waterbeheerders. Hoe zoek jij naar kennis? Door gesprekken met waterschappen, nieuwe mensen spreken, kennisdagen. Continu kijken wat er in de markt wordt aangeboden. Continu ontwikkelen.

Bijlage 11 Methodiek data-analyse

Vragen	Code	Arjan van hall	Johannes Veenstra	Hans van der Sande
Wordt er gebruikt gemaakt van dijkmonitoring door waterbeheerders?	1	Nee, maar er is wel eens een pilot geweest		ja, voorbal bodem en waterstandsverloop monitoring.(periodiek)
Wordt er gebruik gemaakt van oude of nieuwe meettechnieken?	2a		infrarood, temperatuur en water spanning	waterspanningsmeters.
Wat zijn de voor en nadelen van dijkmonitoring op dit moment?	2b		Er zijn veel onzekerheden. Komen de meetwaarden op tijd. Met hoogwater kun je dingen zien maar ik wil live kunnen kijken wat er met de dijk gebeurt. Wellicht zijn de tabelletjes met data niet duidelijk genoeg. Als er holle ruimtes ontstaan kun je die dan zien. Wat is de doortastendheid van sommige stukken dijk	Betwijfelen of sommige vormen van dijkmonitoring wel betrouwbaar genoeg zijn. Doet hij het op het juiste moment. Continu meten stelt hoge eisen aan meetapparatuur door zoutgehalte. De voordelen van dijkmonitoren zijn het tijd kopen en het tijdelijk oplossen van het probleem. Beter in tijd en beter in budget. Er zijn nog vragen rondom monitoring. tot hoever strekt mijn aanpassing? wat is de mate van verandering door de jaren heen? wat is de responsiteit van een apparaat? wat is de mogelijkheid tot herstel van de buffercapaciteit van bijvoorbeeld dmc? Zijn de situaties bij de proeven op de ijk dijk wel representatief voor de situatie bij de waterschappen
Waarom wordt er wel of geen gebruik gemaakt van dijkmonitoring?	3a	De dijken worden simpelweg verhoogd en verbreed. Hierbij worden keurmuren en demontabele wanden geplaatst. Er is meer behoefte aan informatie over de grondwaterstanden meer behoefte aan grondmechnica, behoefte aan meer informatie maar wel robuust ontwerpen dus niet kijken naar slanker ontwerpen en niet optimaliseren. Dijkmonitoring is wel belangrijk maar onze waterschap is nog niet klaar voor deze innovatie. Daarnaast is dijkmonitoring nog niet geheel uitgekristalliseerd. we zijn geïnteresseerd in remote sensing. Geld gestuurd is geen toepassing van dijkmonitoring mogelijk. De basis van onze waterschap moet eerst op orde zijn. We hebben pas kort primaire dijken voorheen hebben we nooit met hoogwater problematiek te maken gehad. Daarnaast is het grote probleem dat de dijken per 10 meter een ander profiel hebben. soms is het iet eens duidelijk waar de dijk precies ligt. het doel en nut van dijkmonitoring ontbreekt bij de mensen in onze waterschap. hierop goed inspelen zal mogelijk zorgen voor meer overtuiging.	Er wordt veelal traditioneel versterkt. Er worden overlagingen toegepast, grasmat versterking met open-steen-asfalt. Doormiddel van klei wordt de dijk hoger en breder gemaakt. De dijken zullen integraal worden versterkt. De gegevens voor de hydraulische randvoorwaarden die er op dit moment zijn, zijn antiek. Recente data zal zorgen voor betere hydraulische randvoorwaarden.	Door bestortingen van het voorland zorgen we ervoor dat de dijk weer voldoet. Bestoren afhankelijk van deklaag maar wel een een stortbed. We betwijfelen het of de dmc wel betrouwbaar genoeg is. Doe hij het op het juiste moment. Er zijn veel risico's die je in d faalkans kan meenemen. Er is behoefte aan parameters vooral voor het versterken. het aantonen en daardoor veiligheid verzekeren. wij meten meestal een periode van 2 maanden, hiermee wordt voldoende resultaat verzameld om voldoende een oordeel te kunnen vellen. We willen graag pilots zien om te kijken of het werkt

Voor welke toepassing wordt dijkmonitoring gebruikt en waarom?	3b		De dijkmonitoring wordt gebruikt om meer informatie te vergaren hoe om te gaan met een dijkversterkings(ontwerp). De toepassing in het beheer en onderhoud is niet de eerste intentie van de dijkmonitoring. Alhoewel het wel mogelijk kan zijn. Mogelijkheid bestaat wel bij aftoetsen van de parameters. Verschillen in kleilagen veroorzaken waterspanning verschillen en het zou kunnen dat sommige delen goed worden gekeurd. Toepassing van early warning op Ameland is niet nodig doordat er geen piping optreedt. de toepassing voor toetsing kan niet worden gebruikt omdat de hydraulische randvoorwaarden pas na 4 jaar mogen worden toegepast.	dijkmonitoring gebruiken wij voor ondersteuning in het ontwerp en voor het toetsen. Beheer en onderhoud niet maar willen we wel graag. Early warning gebruiken we niet omdat het systeem waarschijnlijk enkele malen moet worden vervangen voordat het echt in werking treedt. Verder kan early warning een schijnheiligheid veroorzaken doordat je niet weet of een plek überhaupt een gevaar is of niet en daardoor misschien wel op de verkeerde locatie gemeten wordt.
hoe wordt er een afweging gemaakt voor het type dijkversterking?	3c	Door varianten studies en daarbij integraal te ontwerpen.	Er wordt gebruik gemaakt van een mer procedure. Hierbij wordt gekeken naar de cultuur historie van het landschap. Hieruit zijn vervolgens varianten ontworpen. De meest milieuvriendelijke alternatief wordt bepaald aan de hand vn kosten en uitvoerbaarheid. zo is er gekozen voor een variant met grote fractie en geen gietasfalt.	met behulp van mca met kosten. Daarnaast is het belangrijk om sowieso aan innovaties mee te doen.
Welke eigenschappen van dijkmonitoring zijn gewenst om aanvulling te zijn op de huidige werkpraktijk van de waterbeheerder?	4	We willen graag zien dat het goed is. Aantonen dat het toetsbaar is het echt zien in een herkenbare omgeving. Bijvoorbeeld een vergelijking met Limburg.	de informatie rondom dijkmonitoring wil ik graag aangeleverd zien. D.m.v. gesprekken met partijen met aangeleverde beelden. Of de informatie wordt verkregen door contact met deskundigen. Voor de rest wordt kennis vergaard door bijeenkomsten, thema dagen, communicatie tussen andere waterschappen, ijdijk proeven. daarnaast ben ik niet actief op zoek naar informatie. de theorie is te overheersend er moet meer praktijk gericht te werk worden gegaan. Verder is er behoefte aan advies over kennis van de meettechnieken. Er kan gebruikt worden gemaakt doormiddel van een forum maar hierop moet wel de recente informatie staan.	Tot hoever strekt mijn aanpassing. Wat is de mate van verandering door de jaren heen. Wat is de responsiteit van een apparaat. Op kennisdagen toetsdagen inspectiedagen rapporten. Monitoringstelsel is lastig voor afschatting gevaar. Zelf niet intensief op zoek naar informatie.
Wat is de bekendheid van dijkmonitoring.nl?	5			niet bekend.
Wat zijn de zwakke en sterke punten avn dijkmonitoring.nl?	6	De beschrijving moeten in eenvoudige mensentaal. Het moet helder zijn omschreven en duidelijke beschreven wat je eraan hebt. Voorbeelden laten zien die relevant zijn voor het gebied.	De technieken en ontwikkelingen moeten in normale mensen taal zijn weergegeven.	Zijn de situaties gebruikt bij de proeven op de ijdijk wel hetzelfde als bij een desbetreffende waterschap. Elke situatie is anders.

Vragen	Code	Peter Damen	Jan willem nieuwenhuis	Reindert Stellingwerff
Wordt er gebruikt gemaakt van dijkmonitoring door waterbeheerders?	1	ja peilbuis raaien en geobeads pilot	ja het wordt toegepast.(pilot)	ja, waterspanningsmeters om continu te meten(gebeddijk). Peilbuizen om the meten bij hoogwater.
Wordt er gebruik gemaakt van oude of nieuwe meettechnieken?	2a	peilbuizen geobeads hellingmeetbuizen.	sattelieten(spaceborne), optischemetingen(in-situ), pmr(close range)	Waterspanningsmeters om continu te meten peilbuizen om tijdens hoogwater te meten. Maar ook temperatuur meters en stromingsrichtingssensoren.
Wat zijn de voor en nadelen van dijkmonitoring op dit moment?	2b	Er zijn meerjarige gegevens nodig voor early warning. Een nadeel is dat er per dijktraject wordt gekeken welke meettechnieken noodzakelijk zijn. Daarnaast is de reproduceerbaarheid en betrouwbaarheid nog te onzeker. Alles is doorsnede gericht en dat is typisch meerwaarde ontstaat juist door ononderbroken meetgegevens. hierdoor kunnen zwakke schakels tussen twee dwarsdoorsneden liggen. verdichten van meetpunten noodzakelijk. integraal opslaan van informatie mist vaak voor een tijdelijk probleem. ontbreken van hydrologische harde data.	er bestaat een positief beeld wat betreft deze meettechnieken. Deze leveren veel nieuwe kennis op.	
Waarom wordt er wel of geen gebruik gemaakt van dijkmonitoring?	3a	Traditionele dijkversterkingen waren te duur, daardoor is er gezocht naar innovatieve oplossingen. De informatie voor een dijkversterking is gegeven. Echter is deze informatie slechts gedocumenteerde informatie. De riviermorphologie verandert continu. Er is continu informatie nodig over de bodem hydrologie. belangrijk is dat er doelgericht dijkmonitoring plaatsvindt en op locatie specifiek. De calamiteiten bestrijding afdeling toetsing en dijkverbeteraar wachten op elkaar met het uitvoeren van een versterking. Wanneer al deze drie partijen worden betrokken in de ontwikkeling zal de afwachtende houding verdwijnen.	Er wordt veelal gebruik gemaakt van traditionele dijkversterkingen parameters zijn zowel voor en tijdens versterking gewild. Met dijkmonitoring wordt er gezocht naar een 1+1=3 situatie waarbij er door parameters te koppelen er meer informatie ontstaat. hiermee wordt duidelijk hoe je bepaalde data moet interpreteren.	er wordt gebruik gemaakt van traditioneel versterken en waarnodig is innovatief. Geen behoefte aan parameters voor versterking omdat versterking traditioneel kunnen worden uitgevoerd. Kosten spelen beperkende factor wanneer ze niet gebruikt worden in de versterkingsopgave volgens het nhwbp. Je moet van tevoren weten of het iets opleverd.
Voor welke toepassing wordt dijkmonitoring gebruikt en waarom?	3b	De toepassing waarvoor dijkmonitoring gebruikt wordt zijn ondersteuning in ontwerp en ondersteuning in toetsing. Beheer en onderhoud eigenlijk bijna niet. Geen toepassing van dijkmonitoring voor beheer en onderhoud omdat het geld kost omdat het niet in het nhwbp zit. en de behoefte van leidinggevende is anders. de toepassing early warning is niet een doelstelling maar geobeads kunne hier eventueel wel aan meewerken	We gebruiken dijkmonitoring voor de toepassing van early warning, beheer en onderhoud en voor innovatieve doeleinden. Dijkmonitoring tijdens de toetsing is nog niet mogelijk. WTI 2017 kan nog niet gebruikt worden door te beperkte informatie. Er moet een minimaal aantal jaren gemeten zijn voordat de meetgegevens betrouwbaar genoeg zijn om mee te kunnen nemen.	we maken gebruik van een toepassing van early warning omdat de beheerder wil weten wanneer er risico's zijn. Het is in verleden gebruikt ter ondersteuning in het ontwerp. (negatief effect). Dijkmonitoring vooral gebruikt in het beheer en onderhoud van de dijk.

hoe wordt er een afweging gemaakt voor het type dijkversterking?	3c	in een workshop worden alle ideeën op een rij gezet. Het beste alternatief komt naar boven. Hierbij wordt gekeken welke oplossing eenvoudig en technisch haalbaar zijn met minimale kosten.	maatregel huizergat is doorgevoerd zonder een tijdrovende vergunningsprocedure. Dit is gedaan omdat de maatregelen zo snel mogelijk doorgevoerd moesten worden. Er worden varianten gemaakt en hierbij worden ook ouder projecten meegenomen. Vervolgens wordt er een keuze gemaakt.	Versterkingsmaatregelen maar gelijk ook niet te snel naar verking te grijpen omdat ruimte voor de rivier projecten meespelen. Die mogelijk andere uitkomsten biedt. Daarnaast proberen we door meer te meten ze recht te rekenen kijken naar beter HR. Normaal gaan we uit van traditionele dijkversterking. is er weinig ruimte of geld tekort dan worden er naar innovaties gezocht. eerst prioriteren van afgekeurde dijken. volgens pas een plan van aanpak maken. Er wordt gekeken of het traditioneel uitvoerbaar is vervolgens worden de knelpunten in kaart gebracht en de alternatieven worden gemaakt. traditioneel is bewezen dat het duurzaam is.
Welke eigenschappen van dijkmonitoring zijn gewenst om aanvulling te zijn op de huidige werkpraktijk van de waterbeheerder?	4	kennis moet gedeeld worden en ook vooral het bestuur erboven moet bereikt worden. Kennis wordt vergaard door vakliteratuur, kennis del binnen de club, via interne, pao-cursussen, vakdagen.	informatie kan aangeleverd worden door landelijk platform regionale keringen Rws, landelijke toetsdag, kring van zeven flyers met kennis, kennis uit het netwerk, tijdschrift is te passief, er moeten vergelijkingen zijn tussen bestaande en nieuwe projecten. hoe kun je onzekerheden over je brandbreedte aanscherpen, informatie over wat je registreert. via je netwerkkring door kennisdagen of door google en stowa, helpdeskwater	Er moet geredeneerd worden vanuit de beheerders vraag. Er wordt teveel gekeken vanuit de sensor zelf en niet naar de nut van de sensor en welke beheersvraag je oplost. Een online platvorm zou een goed idee zijn.
Wat is de bekendheid van dijkmonitoring.nl?	5			niet recent naar gekeken maar waarschijnlijk wel gezien. Via moet aangeleverd worden via beheerdersbijeenkomst, toetsbijeenkomsten. Link op stowa en ijdijk.
Wat zijn de zwakke en sterke punten van dijkmonitoring.nl?	6	Voorbeelden zien van oplossingen van dijkmonitoring en wat het oplost moet zorgen voor draagvlak. Onbekend maakt onbemand. Daardoor is er ook een groot verschil in hoeverre waterschappen bezig zijn met dijkmonitoring, benchmarking zal misschien kunnen helpen om het verschil te verkleinen.	vergelijkingen tussen bestaande en nieuwe projecten	Een tabblad op de website welke waterschap iets toepast in welke situatie bij wat voor dijk. Zodat je kunt vergelijken. Waarom voor welk systeem dijkmonitoring toegankelijk is, welke technische winst boek je ermee en waarom heeft een waterbeheerder deze sensoren ingezet. Daarnaast is er behoefte om op de site te zien welke sensor technieken worden aangeleverd door welke leveranciers en de toepassing door de waterschappen waar en waarvoor. ik wil graag een expert naast mij hebben om mijn keuze te maken en welke keuze je moet maken. op dit moment weet je niet wie je moet aanspreken. het is handig om de naam van een expert van bepaalde meettechnieken erbij te vermelden. maar deze moeten wel objectief zijn. Het moet mogelijk zijn om meerder mensen te kunnen raadplegen die advies kunnen geven. maar uiteindelijk wil ik zelf bepalen voor de keuze. Ook de naam erbij van de projectleider die het heeftuitgevoerd.

Vragen	Code	Jan Tigchelaar	Felix Wolf
Wordt er gebruikt gemaakt van dijkmonitoring door waterbeheerders?	1	Niet voor afgekeurde dijken. Maar wel voor andere plekken. Geobeads, vervormingen monitoring van bekleding peilbuis metingen om droogte in de gaten te houden.	ja, een pilot in utrecht
Wordt er gebruik gemaakt van oude of nieuwe meettechnieken?	2a	Peilbuis, geobeads, remotesensing, hoogtemetingen, infrarood(pilot)	
Wat zijn de voor en nadelen van dijkmonitoring op dit moment?	2b	De sensoren kunnen falen en kunnen communicatie problemen hebben. Daarnaast zijn de beschikbaarheid en uitval van de sensoren aspecten die nog veel verbeteringen kunnen zien. Nauwkeurigheid en betrouwbaarheid, de kwaliteit van de meetgegevens of van de meettechniek wordt niet weergegeven.	1 extreme omstandigheden komen bijna niet voor daardoor heb je lange meetreeksen nodig. 2. data is niet uitwisselbaar verschillende eenheden etc. 3. communicatie problemen.
Waarom wordt er wel of geen gebruik gemaakt van dijkmonitoring?	3a	Wordt nog niet toegepast voor de afgekeurde dijken maar wel voor andere plekken binnen het beheersgebied. Zo zijn er geobeads gebruikt, monitoring in kader van vervormingen, infrarood om bekleding te monitoren en peilbuis metingen om de droogte in de gaten te houden. Er zijn op dit moment teveel onzekerheden, beter investeren in ondergrond informatie dan in dijkmonitoring. Op dit moment zijn we er nog niet geheel klaar voor. De investering van mensen en middelen is enorm. Er is een kantelpunt in investeren en in versterken of in monitoren.	
Voor welke toepassing wordt dijkmonitoring gebruikt en waarom?	3b	Er wordt gebruik gemaakt van toepassing v an dijkmonitoring tijdens ontwerp en tijdens toetsing. Echter moet hiervoor de bodem informatie voorhanden zijn en dit is in heel Nederland beperkt aanwezig. Voor early warning mist er teveel informatie. Ook in beheer en onderhoud wordt geen dijkmonitoring toegepast doordat visuele inspectie tot op dit moment beter is.	We willen graag van alle toepassingen van dijkmonitoring gebruik maken niet op alle plekken maar op de plekken waar nodig. Je moet het zien als aanvullend.

hoe wordt er een afweging gemaakt voor het type dijkversterking?	3c	Verbeteren door een goed ontwerp te maken en controleren of oordelen wel goed zijn. Het profiel wordt aangepast, er worden damwanden geslagen en de bekleding wordt vervangen. Er wordt een afweging gemaakt op basis van criteria deze hebben te maken met impact op de omgeving, de kosten en robuustheid. Vervolgens wordt met behulp van een mca een keuze gemaakt. Er wordt zoveel mogelijk binnen het ontwerp versterkt zodat er geen projectplan aan te pas hoeft te komen.	We gebruiken bewezen methodes. Maar proberen nieuwe dingen toe te passen. Op dit moment is er geen goed afwegingsproces waarin we innovatief en traditionele dijkversterking naast elkaar leggen en kijken naar tijd, ruimte en functies.
Welke eigenschappen van dijkmonitoring zijn gewenst om aanvulling te zijn op de huidige werkpraktijk van de waterbeheerder?	4	Er moet niet gekeken worden vanuit een faalmechanisme van een dijk maar vanuit een parameter die men wil weten. Fase beheer-> behoefte aan parameters-> welke technieken matchen. Niet alle waterschappen zijn hetzelfde en hebben andere informatiebehoeften met betrekking tot parameters. Informatie moet worden aangeleverd oor kennisdagen, via collegas, netwerken internet, ijkdijs, floocontroll, rapporten. Daarbij is het van belang dat de gegevens goed worden vastgelegd, je mist vaak informatie en daardoor wordt andere informatie onduidelijk. je moet zeker weten dat alle informatie bij elkaar komt dat je niet verder hoeft te zoeken.	geen technology drift maar market pull. Meer vanuit de vraagkansen opereren. Juist naar waterbeheerders toegaan en aangeven in welke behoefte ondersteund kan worden en welke sensoren daarbij horen. Elkaar versterken en samenwerken en niet vanuit koper verkoper rol gaan spelen.
Wat is de bekendheid van dijkmonitoring.nl?	5	Nee is niet bekend	Dijkmonitoring.nl is niet bekend
Wat zijn de zwakke en sterke punten van dijkmonitoring.nl?	6		Aansluiten bij behoefte die er is. Wat wil men nu weten. Afhankelijk van gebruiker wil men gewoon een waarde hebben zoals evacueren ja of nee of wil men parameters weten.