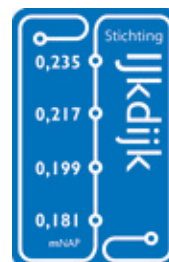
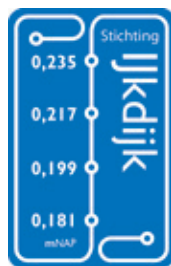


Lessons Learned

Stichting FloodControl IJkdijk

Ervaringen en lessen uit het eerste- en tweede IJkdijk ontwikkelprogramma





Een project van Stichting FloodControl IJkdijk in samenwerking met het Nederlands bedrijfsleven. Mede gefinancierd door het Ministerie van Infrastructuur en Milieu en Economische Zaken.

Auteur: Suzanne Stoorvogel-van der Horst, Deltares

Vormgeving: mariëtte jongen vormgeving

Referentie: Stoorvogel-van der Horst, S.A. (2016). Lessons Learned Stichting Flood Control IJkdijk: Ervaringen en lessen uit het eerste- en tweede IJkdijk ontwikkelprogramma. FloodControl IJkdijk.

© 2016 FloodControl IJkdijk

Trefwoorden:

Lessons Learned, reflectie, evaluatie, Stichting Flood Control IJkdijk, eerste- en tweede IJkdijk ontwikkelprogramma, meet- en monitoringssystemen, meerwaarde van monitoring voor beheer- en onderhoud-, beoordeling- en versterkingsfase

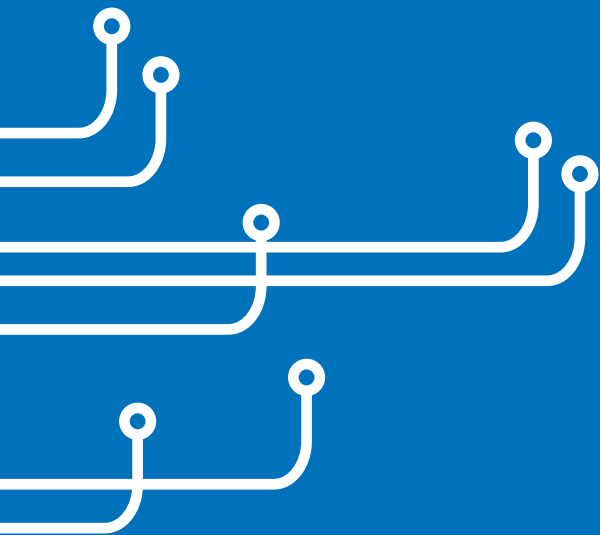
Met tekstuele bijdragen van: respondenten uit de Gouden Driehoek, Miramap BV, Intech BV, VolkerWessels Telecom en Landustrie Sneek BV, Fugro Geoservices BV, BZ Innovatiemanagement B.V, Waterschap Noorderzijlvest, TNO, Deltares.

Lessons Learned Stichting FloodControl IJkdijk

Ervaringen en lessen uit het eerste- en tweede
IJkdijk ontwikkelprogramma

Auteur
Suzanne Stoorvogel-van der Horst *Deltares*

april 2016



Samenvatting

In de eerste- en tweede IJkdijk ontwikkelprogramma's is binnen de verschillende activiteiten (onder meer de LiveDijken en veldproeven, veel kennis ontwikkeld. Dit betreft kennis over faalmechanismen aan keringen en de (door)ontwikkeling van innovatieve toepassingen en technieken voor de beheerderspraktijk.

Deze Lessons Learned rapportage is gebaseerd op veertien interviews met betrokken partijen afkomstig uit de zogenaamde Gouden Driehoek (overheid, bedrijven en kennisinstellingen). Tijdens de interviews is gereflecteerd – vanuit technisch-, bestuurlijk- en procesmatig perspectief - op de ervaringen van deze partijen ten aanzien van de acht geselecteerde projecten.

De meeste lessen zijn geleerd op het gebied van procesorganisatie: procesinrichting, -begeleiding en implementatie van meet-, visualisatie- en monitoringssystemen binnen de eigen organisatie. Respondenten geven aan dat op dit vlak dan ook de meeste winst te behalen valt, teneinde de doorwerking van de resultaten van de projecten en proeven binnen beleidskaders en interne processen te optimaliseren.

Het onderzoek laat zien dat in de afgelopen 10 jaar geleidelijk aan een veranderende overwegend positieve houding tegenover het gebruik van sensoren en monitoren is ontstaan en dat meer experimenteer ruimte ontstaat in en rondom de dijk.

De eerste- en tweede IJkdijkontwikkelprogramma's hebben hier zeker aan bijgedragen. Daarnaast zijn er resultaten behaald bij de koppeling van actuele metingen aan het uitvoeren van modelberekeningen. De LiveDijken hebben het proces van ontwikkeling hiervan versneld. Voor de waterstanden in rivieren is dit al 10-15 jaar mogelijk middels FEWS (Flood Early Warning System), voor de dijkenwereld was dit nog geen gemeengoed. Mede door Stichting FC IJkdijk is dit op de kaart gezet.

Hetzelfde geldt voor het versnellen van de ontwikkeling om de koppeling te maken tussen gegevens naar de monitor van de beheerder.

Ook hebben de stichtingen (Floodcontrol 2015 en IJkdijk) er toe geleid dat monitoren met sensoren op een georganiseerde, consistente manier wordt toegepast. Naast meer informatie uit herhaalde metingen met sensoren, zijn er binnen de projecten ook meer sonderingen uitgevoerd, waardoor er meer bekend is over de opbouw van de dijk. Dit laatste stelt de beheerder in staat om – in combinatie met visuele inspecties -, in het geval van bijvoorbeeld een scheur in de dijk er sneller achter te komen wat de reden hiervan zou kunnen zijn.

Naast het georganiseerd- en systematisch gebruik en toepassing van meet- en monitoringssystemen zoals sensoren hebben de diverse speciale proeven baanbrekende inzichten opgeleverd in de faalmechanismen piping (proeven in 2009 en 2012, praktijkonderzoek in 2013-2015), zettingsvloeiing (proef in 2014) en microstabiliteit (proeven in 2012, praktijkonderzoek in 2015). Ook het valideren van technieken binnen zowel de All-in one sensor validatie test, als van technieken afzonderlijk binnen projecten hebben waardevolle inzichten opgeleverd, zoals het monitoren van droogte aan veenkaden, die ook op andere locaties toepasbaar is en invulling geeft aan de zorgplicht bij veenkaden.

Naast deze ervaren meerwaarde met betrekking tot de ontwikkelprogramma's is opgemerkt dat nu de stap van ontwikkeling naar reguliere toepassing gemaakt moet worden binnen de interne processen van de waterkeringbeheerders: Tot nog heeft dit beperkt plaatsgevonden daar de nadruk binnen de programma's vooral op ontwikkeling heeft gelegen.

Aanbevolen wordt de waterkeringbeheerders nog nadrukkelijker te betrekken bij dit proces, door de (technisch inhoudelijke) vragen te articuleren die belangrijk zijn voor de beheerders en deze te verbinden aan de eigen werkprocessen en taakstellingen. Met behulp van bepaalde project- of programmastructuren kan hier organisatorisch vorm en handvatten aan gegeven worden met het oog op het organiseren, overtuigen en implementeren binnen de eigen organisatie.

In bestuurlijk opzicht hebben de IJkdijkontwikkelprogramma's bijgedragen aan het vergroten van inzicht in de staat van primaire- en regionale keringen. Meer inzicht in de staat van assets wordt zeer waardevol geacht in het licht van asset management en optimalisatie principes: meer kennis over de kering geeft meer handvatten en

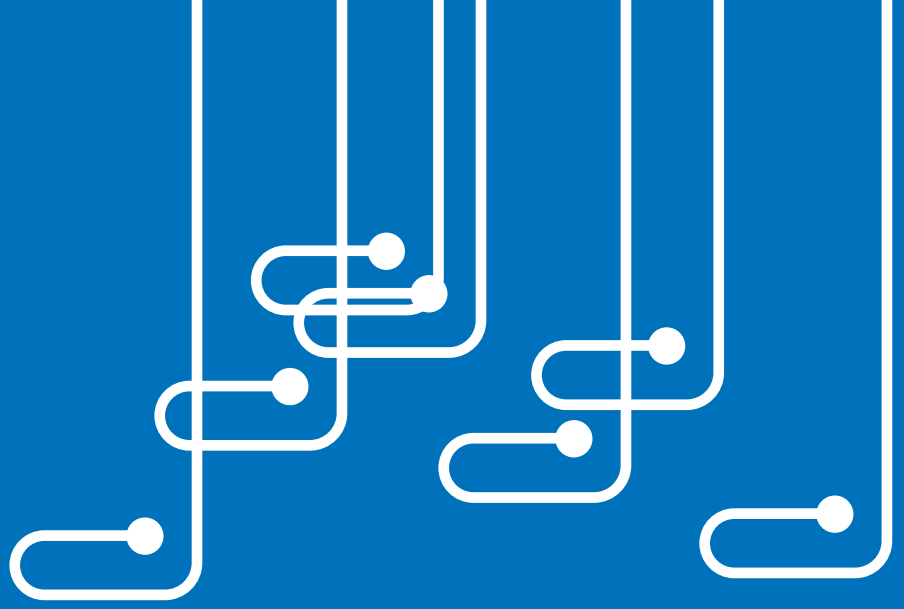
handelingsperspectieven met betrekking tot beoordeling, ontwerp en versterking. De 'nieuwe' zorgplicht wordt daarbij ook genoemd als reden voor het gebruik van innovatieve meet- en monitoringssystemen.

De informatie die beschikbaar komt uit deze systemen wordt als een waardevol hulpmiddel beschouwd in het kader van geïnformeerde besluitvorming, als signaleringsfunctie in het geval van calamiteiten, in het informeren van bewoners en stakeholders uit het beheersgebied en daarmee in het vervullen van de wettelijke taken en aflegging van verantwoording.

Om vervolgens innovatieve meet- en monitoringssystemen binnen de eigen organisatie toe te kunnen passen worden echter een aantal uitdagingen beschreven op organisatorisch vlak: communiceren, overtuigen van de meerwaarde van monitoren aanvullend op de visuele inspecties en inbedding van inspanningen binnen beleidskaders en interne processen zijn door respondenten meermalen aangestipt. Het organiseren van het proces hieromheen met de inzet van procesinstrumenten - zoals een proceshandboek waarin organisaties de eigen succesvolle ervaringen en lessen hebben gedocumenteerd en dit intern delen - wordt als zeer belangrijk gezien, waar op het moment nog te weinig aandacht voor is.

Het Dijk Data Service Centrum (DDSC) wordt in deze context genoemd als mogelijk instrument. De toegevoegde waarde van de database wordt gezien, vooral de grote capaciteit aan data dat het systeem kan verwerken en de mogelijkheden op het gebied van big data en data mining – het zoeken en combineren van historische data - worden genoemd. Respondenten geven aan het DDSC vooral als hulpmiddel te zien, waar nog verschillende doorontwikkelingen voor nodig zijn op het gebied van anomalie detectie en de validatie van data om het systeem goed bruikbaar te laten zijn voor beheerders binnen de analysefase. Middels gebruikersoverleggen en een gebruikersplatform wordt reeds gehoor gegeven aan de doorontwikkeling van het DDSC waarbij gebruikerswensen goed worden meegenomen.

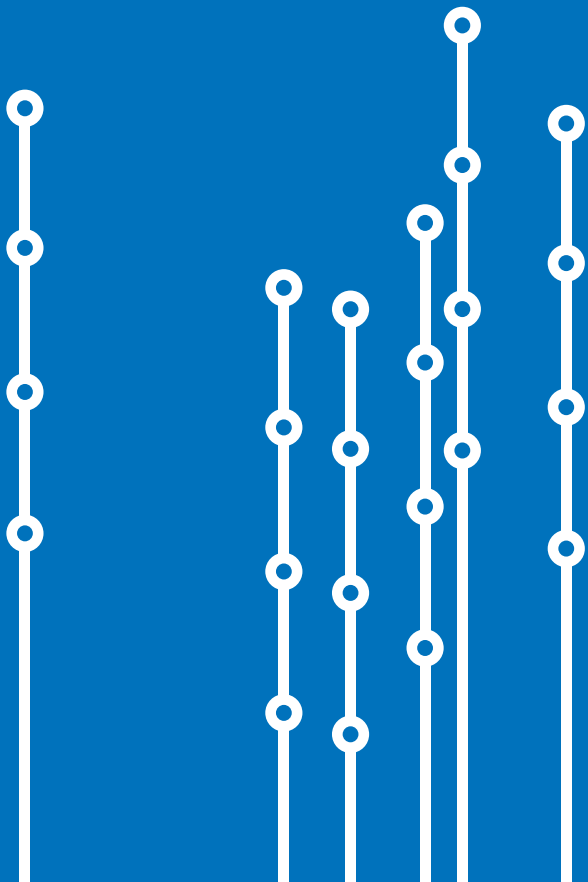
Kwalitatief goede- en betrouwbare data begint met een juiste positionering, aanbreng, inmeting en toepassing van de meet- en monitoringstechnieken ter plekke door technisch inhoudelijke experts. Herhaaldelijk is door betrokkenen aangegeven dat optimalisatie op dit gebied mogelijk is en dat dit de kwaliteit van het proces en berekeningen ten goede komt. Aanbevolen wordt binnen projecten hier de mogelijkheden voor op te zoeken en niet in te leveren op technische procesrandvoorwaarden. Dit geldt tevens voor het juist, volledig en in context aan kunnen leveren van data uit projecten aan het DDSC. Aangeraden wordt experts en betrokkenen hier voldoende tijd voor te bieden binnen het projectbudget, daar de database in termen van kwaliteit en betrouwbaarheid deels afhankelijk is van een juiste en volledige inhoud en aanlevering van deze data.





Inhoudsopgave

Samenvatting	5
Voorwoord	11
1 Inleiding	13
1.1 Aanleiding	13
1.2 Focus en werkwijze	14
1.3 Leeswijzer	15
2 Factsheets geselecteerde projecten	17
LiveDijk XL	17
LiveDijk Ameland	18
LiveDijk de Veenderij	19
LiveDijk Utrecht	20
Proef Zettingsvloeiing	21
All in One sensor validatietest	22
SUCCESS methodiek	23
Dijk Data Service Center (DDSC)	24
3 Procesmatige lessen	25
3.1 Lesson learned – Meerwaarde van programma werkwijze binnen stichting Flood Control IJkdijk	25
3.2 Lesson learned – Resultaten IJkdijk ontwikkelprogramma's te beperkt toegepast in reguliere processen van waterschappen en Rijkswaterstaat	26
3.3 Kennisdisseminatie: communicatie en publicaties	27
4 Lessen vanuit bestuurlijke inzichten	29
4.1 Lesson learned – Meerwaarde van eerste- en tweede IJkdijk ontwikkelprogramma vanuit bestuurlijk opzicht	29
4.2 Lesson learned – Draagvlak binnen de organisatie	30
4.3 Organisatiestructuur en –verandering	31
5 Lessen vanuit de techniek	33
5.1 Lesson learned – Belang van validatie	33
5.2 Lesson learned – Kwaliteit van data: afhankelijk van vele factoren	33
5.3 Lesson learned – DDSC in de praktijk	36
6 Conclusies en aanbevelingen	39
7 Geraadpleegde bronnen	41
Bijlagen	
1 Interviewleidraad	43
2 Belangrijkste uitkomsten per project	45



Voorwoord

FloodControl IJkdijk werkt sinds 2004 aan innovaties voor de waterveiligheidssector. In de FloodControl IJkdijk-programma's werd gericht op het meten aan dijken en stresstesten, het analyseren van deze meetgegevens in relatie tot de dijksterkte, enkele innovatieve dijkversterkingsconcepten en het bieden van concrete handelingsperspectieven aan beheerders, voor beheer en onderhoud van waterkeringen en crisismanagement.

Met de rapportage van het project *Kennisdoorbraak* zijn de belangrijkste resultaten van de afgelopen jaren gebundeld. De gegevens afkomstig uit de uitgevoerde projecten (bezwijkexperimenten, LiveDijken, modelleringen, visualisatieprojecten, data- en informatieprojecten, etc.) zijn verzameld. Meet- en monitorresultaten zijn opgenomen in het Dijk Data Service Centrum. De in ieder project getrokken conclusies zijn met elkaar vergeleken zodat algemene conclusies ten bate van het beheer van waterkeringen en versterkingen hiervan getrokken kunnen worden. Hierbij wordt specifiek gericht op de waarde voor de beheerder ten bate van doelmatig en efficiënt waterkeringbeheer.

Belangrijk onderdeel van de eindrapportage zijn kennisborging en –deling op een dusdanige wijze dat beheerders en hun adviseurs de resultaten goed kunnen toepassen. Zij moeten in staat zijn om over de inzet van de ontwikkelde kennis, kunde en systemen goede afwegingen te kunnen maken en handvatten hebben om dit te kunnen toepassen in de praktijk. De basis ligt hierbij in de technisch aangetoonde werkzaamheid van oplossingen in combinatie met financiële aspecten en concrete toepassingsvelden.

Op basis van de in de afgelopen jaren uitgevoerde projecten zijn er *best practices* opgesteld waarmee beheerder en adviseurs concrete handvatten krijgen om met de ontwikkelde en gevalideerde kennis in de beheerpraktijk te werken. De enige succesvolle innovatie is immers een innovatie die wordt gebruikt. Daarom focust FloodControl IJkdijk zich bij de integrale eindrapportage op ontsluiting, borging en actief gebruik. Hiervoor is als middel een Kennisplatform Dijkmonitoring (www.dijkmonitoring.nl) opgericht.

Om ervoor te zorgen dat ontwikkelde kennis gebruikt kan worden in de reguliere praktijk, is naast het kennisplatform een cursus ontwikkeld door stichting Wateropleidingen in samenwerking met FloodControl IJkdijk. In de cursus wordt actief gebruik gemaakt van de inhoud van dijkmonitoring.nl zodat de ontwikkelde kennis actief wordt ingezet.

De grootste uitdaging ligt nu in de volgende stap van gevalideerde innovaties naar toepassing in de praktijk concreet in te vullen. Hiervoor is en blijft intensieve samenwerking tussen de partners van de gouden driehoek nodig. Beheerders en bedrijven kunnen tot elkaar komen in het streven naar reguliere toepassing. Kennisinstellingen spelen een belangrijke onafhankelijke rol in kwaliteitsbewaking. De gouden driehoek waaraan FloodControl IJkdijk in de afgelopen jaren heeft gewerkt moet dit nu oppakken.

drs. I.L. Ritsema

wnd. voorzitter stichting FloodControl IJkdijk

0,181
mNAP

0,235 0,199

0,35
0,235 0,217 0,181
0,17 mNAP

0,217 0,199

0,199 0,181
81 mNAP

NAP
0,181
mNAP

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

In de eerste- en tweede IJkdijk ontwikkelprogramma's (resp. 2008 – 2012 en 2012 – 2014) is binnen de verschillende activiteiten (onder meer de) LiveDijken en veldproeven veel kennis ontwikkeld. Dit betreft kennis over faalmechanismen van waterkeringen en de (door)ontwikkeling van innovatieve toepassingen en technieken voor de beheerderspraktijk.

Vanuit stichting Flood Control IJkdijk ontstond de behoefte tot het realiseren van een 'Kennisdoorbraak'. Deze kennisdoorbraak bestaat uit het bijeenbrengen van opgedane kennis en toepassingen en dit breder toepasbaar maken voor gebruikers en (kering)beheerders in de praktijk middels verschillende activiteiten, te weten:

- Een Lessons Learned rapportage;
- Een Best Practices beschrijving;
- Een monitoringshandleiding voor het faalmechanisme piping;
- Het verbeteren en integreren van de beschikbare online omgevingen;
- Informatie aansprekend beschikbaar stellen middels infographics;
- De ontwikkeling van een cursus aanbod.

Voor dit project zijn omwille van scope en budget acht projecten uitgekozen, waarop de voorgenoemde activiteiten worden toegepast, te weten:

- LiveDijk Ameland, aan de Waddenzeekering op Ameland.
- LiveDijk XL aan de Lauwersmeerdijk en Ommelanderzeedijk in Groningen.
- All in One sensor validatie test op de testlocatie in Booneschans.
- De SUCCESS methodiek, toegepast bij waterschap Groot Salland (sinds één januari 2016 gefuseerd met waterschap Reest en Wieden en heet voortaan Drents Overijsselse Delta).
- LiveDijk de Veenderij: een boezemkade ten zuiden van Amsterdam.
- LiveDijk Utrecht: deze bestaat uit zowel de Grechtdijk in Woerden als de Voorhavendijk bij de Beatrixsluizen in Nieuwegein.
- Proef zettingsvloeiing aan de Plaat van Walsoorden in de Westerschelde.
- Ten slotte de database Dijk Data Service Center (DDSC).

De locaties zijn op de kaart aangegeven respectievelijk van boven naar beneden en van links naar rechts:



Figuur 1 Overzicht geselecteerde projecten.

Het voorliggende rapport beschrijft het onderzoek waarin gevraagd is te reflecteren op de ervaringen van de partijen betrokken bij de genoemde acht projecten, afkomstig uit de zogenaamde Gouden Driehoek (overheid, bedrijven en kennisinstellingen). Bij deze reflectie is er voor gekozen om de acht projecten vanuit technisch-, bestuurlijk- en procesmatig perspectief te analyseren. Hiertoe zijn veertien respondenten geïnterviewd, een tabel met de betreffende organisaties is te vinden onder paragraaf 1.2.

De belangrijkste bevindingen van deze Lessons Learned rapportage hebben als input gediend voor de Best Practices rapportage (Koelewijn, Bakkenist, Stoorvogel-van der Horst, 2016), tevens onderdeel van het Kennisdoorbraak project. Een van de belangrijkste inzichten uit de Lessons Learned rapportage is het besef dat de activiteiten binnen de eerste- en tweede IJkdijkontwikkelprogramma's zeer veel waardevolle kennis hebben opgeleverd, maar nog te beperkt doorwerken in de toepassing binnen de reguliere werkprocessen van waterkeringbeheerders.

In de Best Practices rapportage wordt om deze reden de meerwaarde van de projecten bekeken vanuit drie primaire processen van de waterschappen: beheer en onderhoud (zorgplicht), beoordelen (voorheen toetsen) en versterken. Betrouwbare informatie over keringen, bereikt door analyse van rationeel en gestructureerd meten en monitoren aan deze keringen, levert een bijdrage aan inzicht in de toestand van de dijken. Deze informatie stelt de beheerder in de gelegenheid om op ieder gewenst moment (tot real-time) inzicht in zijn beheersgebied te hebben. Hiermee wordt aangesloten op trends en behoeften als assetmanagement, continu inzicht en de zorgplicht. Specifiek kan dit daarnaast bijdragen aan het beoordelingsproces (door meer inzicht minder afkeuren of beter geprioriteerd) en bij het scherper ontwerpen (binnen de versterkingsopgave).

Ten slotte bieden de beschreven meet- en monitoringstechnieken inzicht en handvatten in het geval van calamiteuze situaties, informatie uit monitoringssystemen kan worden benut voor een betere (crisis)besluitvorming.

Binnen de Best Practices rapportage is daarmee de *impact* van de activiteiten die binnen de projecten zijn ondernomen voor de beheerderspraktijk beschreven. Dit betreft onder andere kennis die een bijdrage levert aan het vaststellen van piping risico voor dijken, de validatie van inzet van infraroodmetingen voor verschillende doeleinden zoals kweldetectie en oppervlakte watertemperatuur en antwoord op kennisvragen omtrent dominante mechanismen die een rol spelen bij het ontstaan van zettingsvloeiingen.

Naast de beschreven impact wordt in een aparte rapportage een extra verdiepingsslag gemaakt met het opstellen van het generieke monitoringsplan Piping. Dit plan geeft de keringbeheerder praktische handvatten in de beoordeling en monitoring van het faalmechanisme piping. Deze handleiding is in mei 2016 gereed

Naast de rapportages worden de bestaande online omgevingen met elkaar geïntegreerd. Dit betreft een upgrade van de inhoud en het gebruikersgemak van het platform dijkmonitoring (www.dijkmonitoring.nl) en een duidelijkere link tussen voorgenoemde website, de website van het Dijk Data Service Center (www.openddsc.nl) en de algemene website van de stichting Flood Control IJkdijk (www.floodcontrolijkdijk.nl). Zowel de Lessons Learned rapportage als de Best Practices rapportage worden op deze websites ontsloten.

Om de bevindingen en resultaten op een aansprekende wijze aan een breder publiek te kunnen ontsluiten wordt van de geselecteerde projecten een infographic gemaakt en worden op termijn via de website ontsloten.

Ten slotte wordt een leerhuis ontwikkeld met een cursus aanbod, met daarin een uitgewerkte cursus.

1.2 Focus en werkwijze

Om te onderzoeken wat de belangrijkste lessen waren vanuit technisch-, bestuurlijk- en procesmatig perspectief zijn in de periode van november 2015 tot en met maart 2016 14 respondenten geïnterviewd. Zij zijn allen betrokken geweest bij een of meerdere projecten gehouden binnen het eerste- en/of tweede IJkdijkontwikkelprogramma van 2008 tot en met 2016 en werkzaam bij overheidsinstellingen, de commerciële sector en kennisinstellingen.

Tabel 1 Bevraagde organisaties naar project.

	Project/casestudy	Bevraagde organisaties op onderwerp
1	LiveDijk XL	Waterschap Noorderzijlvest, Intech (inzet technieken binnen meerdere projecten), Deltares
2	LiveDijk Ameland	Deltares, Intech
3	LiveDijk de Veenderij	Deltares, Intech, schriftelijke informatie van Miramap,
4	LiveDijk Utrecht	Rijkswaterstaat, Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden, Deltares
5	DDSC	TNO, input van alle andere partijen
6	SUCCES	HKV Lijn in Water
7	Zettingsvloeiing	Deltares, Rijkswaterstaat
8	All-in one Sensor Validatie Test	Deltares, Intech
	Strategie en beleid	Rijkswaterstaat, Waternet

De interviews waren semigestructureerd van opzet, wat wil zeggen dat de hoofdonderwerpen en specifieke vragen van te voren gedefinieerd waren (zie Bijlage A). Doordat betrokkenen uit drie verschillende sectoren werden bevraagd op drie verschillende onderdelen (zie tabel 2), lag het accent van de vragen voor elk van deze groepen anders. Hier is binnen de vragenlijst aandacht voor geweest door deze groepen uit te splitsen en vragen hierop toe te spitsen. De vragenlijst werd tijdens het gesprek als leidraad gebruikt, maar niet als vast format. Tijdens het gesprek werd doorgevraagd naar aanleiding van het verhaal van de geïnterviewde(n) en werd op hoofdlijnen gestuurd. In een semigestructureerde opzet komt de visie van de geïnterviewde goed naar voren, wel kan het zijn dat er accentverschillen ontstaan tussen de interviews. De uitgewerkte interviews zijn daarom ter controle teruggestuurd naar de geïnterviewden zodat zij de gelegenheid hadden deze aan te scherpen.

Enkele respondenten hebben de wens geuit om niet met naam vermeld te worden. Om deze reden zijn de letterlijke interviewverslagen niet als bijlagen opgenomen en wordt in het rapport gesproken over 'de betrokkenen'. In plaats van de interviewverslagen zijn in het rapport zogenaamde *factsheets* opgenomen. Dit zijn projectbeschrijvingen waarin de aanleiding, het doel en de bevindingen van het project op overzichtelijke wijze zijn weergegeven. Het rapport begint hiermee in hoofdstuk twee om op die manier bekend te raken met de projecten.

Tabel 2 Verdeling input rapportage per onderdeel.

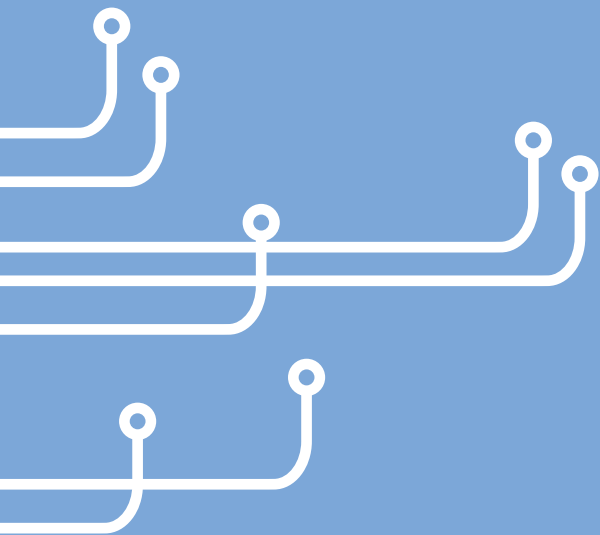
Respondenten	Technisch	Procesmatig	Bestuurlijk
Overheid		x	x
Marktpartijen	x	x	
Kennisinstelling	x		

1.3 Leeswijzer

Hoofdstuk twee beschrijft de factsheets van de acht geselecteerde projecten. Op een overzichtelijke manier is beschreven wat de aanleiding en het doel van het project was, wat het project inhield en wat de uitkomsten zijn. Waar mogelijk zijn deze uitkomsten vertaald naar de gebruikerspraktijk van waterbeheerders. Binnen de Best Practices (Koelewijn, Bakkenist, Stoorvogel-van der Horst, 2016) rapportage is hier dieper op ingegaan en is te downloaden op de website www.dijkmonitoring.nl.

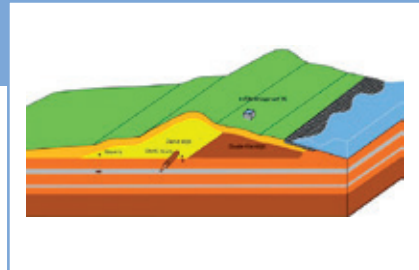
Vanaf hoofdstuk drie zijn de daadwerkelijke Lessons Learned beschreven.

Uit de interviews bleek dat de lessen vooral geleerd waren op het vlak van proces, organisatie en communicatie. Daarbij speelden aspecten een rol als het krijgen van draagvlak binnen de eigen organisatie, intern overtuigen en het verschil tussen de aanwezigheid van een technisch inhoudelijke vraag als aanleiding voor het houden van een project en een meer bestuurlijke vraag voor het organiseren hiervan. Hierop is de hoofdstukindeling gebaseerd: met achtereenvolgens procesmatige lessen (hoofdstuk 3), bestuurlijke inzichten (hoofdstuk 4) en lessen op het gebied van techniek (hoofdstuk 5). Tenslotte beschrijft hoofdstuk zes de conclusies als aanbevelingen.



2 Factsheets geselecteerde projecten

LiveDijk XL



In 2011 zijn grote delen van de Ommelanderzeedijk tussen Delfzijl en Eemshaven in de verlengde derde toetsronde afgekeurd op binnenwaartse macrostabiliteit. Op grond van de bestuurlijke en maatschappelijke verantwoordelijkheid is een verscherpt inspectieregime opgezet om in de periode tot aan versterken de dijk grootschalig te monitoren.

Wat is er onderzocht?

Op zeven locaties zijn o.a. waterspannings-meters geplaatst om daarmee een beter beeld te krijgen van het verloop in de tijd van de ongunstige, hoge freatische lijn in de dijk. Een belangrijke onderzoeksvraag was in hoeverre de op de vigerende richtlijnen gebaseerde verhoging van die freatische lijn bij stormomstandigheden terecht was (onduidelijkheid bestond in hoeverre de aan te nemen verdere verhoging richting maatgevende omstandigheden reëel was).

Oorspronkelijk dacht men dat er naast het probleem met binnenwaartse macrostabiliteit op enkele trajecten in de Ommelanderzeedijk sprake van piping zou zijn, middels het Dijkconditionerings- en monitoringssysteem (DMC) is dit op een locatie over een lengte van 400 meter onderzocht. Tijdens de voorbereidingen werd een oude kleidijk binnen de bestaande dijk herontdekt, waardoor ook bleek dat er geen probleem was met piping, maar met microstabiliteit.

Daarnaast zijn met het DMC systeem twee infiltratieproeven uitgevoerd waarbij de doorlatendheid van de kleilaag werd onderzocht. Deze bleek een stuk kleiner dan was aangenomen. In de afgelopen jaren is ook een proef uitgevoerd naar de toepasbaarheid van keileem in dijkversterkingen. De uitkomst daarvan was op zichzelf positief, maar deze proef bracht min of meer toevallig ook aan het licht dat een dunne zandlaag als voortzetting van het zandcunet, uitermate effectief werkt als drainage van de zandkern.

Wat heeft het opgeleverd?

Naast de reeds beschreven bevindingen hebben de metingen geleid tot een aanzienlijke kostenbesparing, die verder is toegenomen doordat deze de aanleiding vormden tot aanvullende metingen en proeven. Een uitsplitsing naar de impact per onderdeel is niet gemaakt doordat het geheel aan informatie tot grotere zekerheid en daarmee grotere besparingen leidt dan de losse onderdelen.

Aanvankelijk was de verwachting dat een dijkversterking nodig zou zijn bestaande uit bijvoorbeeld een verbreding van de binnendijkse berm met zo'n 20 meter. Met alle verworven inzichten zou dit kunnen worden teruggebracht tot enkele beperkte maatregelen zoals verbeterde drainage. Ook zonder DMC kan al een verlaging van de freatische lijn in de dijk onder maatgevende omstandigheden met 2 meter worden gerealiseerd over een lengte van ongeveer 5 km. De kosten van de oorspronkelijk benodigde dijkversterking zijn geschat op 4 miljoen euro per km, zodoende bedraagt de kostenbesparing ongeveer 20 miljoen euro. Daar staat ongeveer 1,5 miljoen euro aan uitgaven voor de monitoring in de afgelopen jaren tegenover. Deze investering zou daarmee met een factor groter dan tien worden terugverdiend.

Wie deden er aan mee?

Stichting Flood Control IJkdijk, Waterschap Noorderzijlvest, Fugro Geoservices bv, IDS systems, MiraMap, VolkerWessels Telecom, Landustrie, Alert Solutions, TNO, Siemens, Witteveen en Bos, Deltares, STOWA

LiveDijk Ameland

In de periode van september 2013 tot augustus 2015 is gemonitord aan de Waddenzeedijk op Ameland.



Aanleiding en doel project

De Waddenzeedijk van Ameland is in de tweede toetsronde deels afgekeurd, onder andere op het faalmechanisme piping. De dijk moest naar aanleiding hiervan versterkt worden, de beheerder Wetterskip Fryslân wilde weten of de voorziene maatregelen (een stalen damwand) voor het te versterken traject van 300 meter heroverwogen zou kunnen worden middels nader onderzoek.

De verwachting was dat tijdsafhankelijkheid van hoogwater in rekening kon worden gebracht, waardoor de dijk wellicht voldeed ten aanzien van piping, te baseren op waterspanningsmetingen.

Wat is er onderzocht?

Doordat er zich voor de Waddenzeedijk op het traject ter hoogte van 6.8-7.1 km een geul bevindt waarvan de invloed op de metingen nog niet duidelijk was, is aan Stichting FloodControl IJkdijk opdracht verleend om op een locatie op de dijk met gelijksoortige bodemopbouw, geometrie en zonder geul een vergelijkbare monitoringsproef uit te voeren (op 2.4 km).

De gedachte was dat de uitkomsten op dit vlak ook vertaald zouden kunnen worden naar het traject 6.8 km – 7.1 km.

De vergelijkbare monitoringsproef op het traject 2.4 km werd LiveDijk Ameland genoemd. Monitoring vond plaats aan waterspanningen, temperatuur op geringe diepte middels sensoren aan de waterspanningsmeters en temperatuur aan de oppervlakte (gemeten met infraroodtechnieken).

Wat heeft het opgeleverd?

De vraag van het waterschap of met aanvullende monitoring de voorziene maatregelen mogelijk heroverwogen kunnen worden, kan met 'ja' worden beantwoord.

De grootste winst van het project is dat de metingen uit de vergelijkbare monitoringsproef op traject 2.4 km. de metingen van traject 7.0 km hebben ondersteund. Waarmee is aangetoond dat er geen versterkingsmaatregelen nodig zijn. De dijk voldoet en is niet langer afgekeurd. Het heeft grote waarde voor het waterschap omdat kosten en inspanningen worden voorkomen omdat een dijkversterking niet langer nodig is voor piping. Voor de overige faalmechanismen (bekleding) waarop wel afgekeurd is, wordt de Waddenzeedijk versterkt.

Ook hebben de inzichten bijgedragen aan kennisontwikkeling over faalmechanismen. Zo wordt binnen de project overstijgende verkenning (POV) macrostabiliteit onderzocht hoe de piping module in samenwerking met tijdsafhankelijk rekenen binnen het grondwaterstromingsmodel DgFlow te valideren. Het was wenselijk en zinvol geweest om DgFlow toe te passen binnen LiveDijk Ameland, helaas was dit niet mogelijk omdat het model op dat moment nog niet ver genoeg ontwikkeld was om toe te passen.

Andere winsten uit het project die bijdragen aan kennis over het faalmechanisme zijn:

- Tijdsafhankelijke analyse van waterspanningen om veiligheid tegen piping aan te scherpen.
- Infraroodmetingen tijdens natuurlijk hoogwater om risico van interne erosie (o.a. piping) vast te kunnen stellen (zowel bij LiveDijk XL als LiveDijk Ameland toegepast).

Wie deden er aan mee?

Stichting Flood Control IJkdijk, Wetterskip Fryslân, Intech, Witteveen & Bos, Fugro, Deltares.

LiveDijk de Veenderij



LiveDijk de Veenderij is gelegen in het beheergebied van Waternet (Waterschap Amstel, Gooi en Vecht). De kade ligt even ten zuidwesten van Amsterdam en grenst aan een watergang van de Klein Duivendrechtsche Polder.

Aanleiding en doel project

In 2012 is in LiveDijk de Veenderij middels sensortechnologie gemeten aan droogte. Droogte kan voor dijken een groot probleem vormen, op het gebied van meetinstrumenten en monitoring was hier nog niet eerder diepgaand onderzoek naar gedaan. De doelstelling binnen het project was het onderzoeken of er meettechnieken zijn die kunnen meten aan de verdroging van een veenkade.

Binnen het project lag de focus op het uitvoeren van onderzoek primair op een gedetailleerde en locatie specifieke schaal. Aanvullend zijn de eigenschappen van het dijklichaam ter plaatse bepaald met in situ monitoring en laboratoriumonderzoek.

Wat is er onderzocht?

Vijf parameters zijn onderzocht: grondwaterstand en de waterdrukken in de veendijk, het vochtgehalte rondom de verzadigde zone, het volume krimpedrag en de temperatuur van het veen.

Zes gebruikte monitorings technieken:

- Geobeads door Alert Solutions
- Multispectrale fotografie door Ecoflight
- Passieve microgolven scanner door Miramap
- Remote sensing techniek voor grondvochtigheid door ITC
- GeoDetect® mat met glasvezelkabels met een geotextiel door Ten Cate
- Remote sensing techniek met infrarood door Intech

Wat heeft het opgeleverd?

Binnen LiveDijk de Veenderij is onderzocht welke meettechnieken wel en niet zinvol zijn om te gebruiken door de keringbeheerder in het meten aan de verdroging van een veenkade. De inspanningen binnen het project hebben geleid tot gebundelde kennis over zinvolle technieken in deze context. Voor de keringbeheerder kan de meerwaarde gezien worden als een pakket aan technieken om een vinger aan de pols te kunnen houden wat betreft de conditie van de dijk. Dit is waardevolle informatie, daar de beheerder – in combinatie met visuele inspecties – verbeterd inzicht krijgt in de staat van zijn kering. Dit is in het bijzonder van waarde voor primaire keringen in het kader van de zorgplicht.

Naast het pakket aan zinvolle meetinstrumenten voor de beheerder is een waardevolle uitkomst dat op basis van het rapport in bepaalde gevallen een doorvertaling gemaakt kan worden naar andere dijklocaties (met een zelfde opbouw van veen). Ook wordt de stelligheid in uitspraken aangemerkt als winst van het project, dit heeft veel duidelijkheid gegeven in zowel uitkomsten en communicatie als procesbegeleiding. Een belangrijke randvoorwaarde voor het succes van het project was daarnaast de aanwezigheid van partijen op het moment van instrumentinstallatie. Vaak is dit een van de aspecten waarop als eerste bezuinigd wordt. Bij monitoring is het gehele proces van belang en binnen het project had men de mogelijkheid om hier verschillende keren bij aanwezig te zijn.

Wie deden er aan mee?

Stichting Flood Control IJkdijk, STOWA, Waternet, Deltares, TNO, ITC, Ten Cate/Inventec, Ecoflight, Intech, Alert Solutions en Miramap.

LiveDijk Utrecht

Binnen dit project zijn twee dijken onderzocht: de regionale kering de Grechtdijk in Woerden en de Voorhavendijk bij de Beatrixsluizen in Nieuwegein. Hoogheemraadschap de Stichtse Rijnlanden (HDSR) is beheerder van de Grechtdijk, Rijkswaterstaat Midden-Nederland is de beheerder van de Voorhavendijk.



Aanleiding en doel project

In het project wilden de partijen ervaring op doen met de realtime monitoring van dijken door middel van sensoren. Bij de Voorhavendijk bestaat het voornemen om dijkkring 15 samen te voegen met dijkkring 14 en 44. Hierdoor zullen de toetsnorm en de randvoorwaarden wijzigen. Omdat de dijk volgens de laatste toetsing veilig is maar de norm mogelijk gewijzigd gaat worden, wordt er gezocht naar een monitoringstrategie gericht op het verzamelen van aanvullende gegevens die meer inzicht geven in het gedrag van de dijk.

Wat is er onderzocht?

Sensoren hebben aan de dijken onder andere waterspanning, temperatuur en meteorologische informatie gemeten. Met deze indicatoren kan bepaald worden hoe stabiel de dijken zijn. Waterbeheerders gebruiken deze informatie om verstevigingsontwerpen en beheerplannen te optimaliseren.

Wat heeft het opgeleverd?

Voor HDSR heeft het monitoren aan de regionale kering de Grechtdijk meer inzicht opgeleverd in de toestand van de kering. Hieruit bleek dat de werkelijke waterstand (waargenomen door monitoring) niet veel hoger bleek dan gedacht. Hierdoor is de geïnformeerde beslissing genomen dat monitoring bij soortgelijke regionale dijken geen additionele informatie biedt om naar aanleiding hiervan maatregelen te nemen. Op deze manier heeft monitoring een meerwaarde geleverd aan besluitvorming doordat zij beslissingsondersteunend werkte.

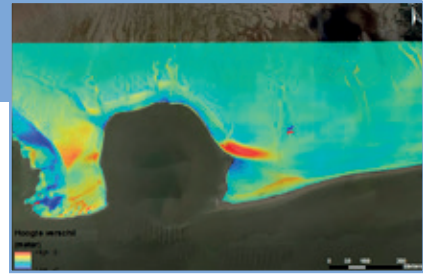
Bij de Voorhavendijk is de opgeleverde kennis van waarde voor het ontwerp van de komende versterkingsopgave: het gaat om inzichten zoals het waterspanningsgedrag in de dijk dat de buitenwaterstand volgt: die gaan vrijwel gelijk met elkaar op: het tijdsverschil is kleiner dan waarop was gehoopt. Gemeten is aan de binnenwaartse stabiliteit, kennis hierover heeft ondersteunende informatie opgeleverd ten behoeve van besluitvorming in het geval van hoogwater. Er waren vele gegevens voorhanden waarmee deze stabiliteit regelrecht afgeleid kon worden. De keringbeheerder heeft hiermee een heel concrete waarde waarbij hij de stabiliteit in de gaten kan houden in het geval van hoogwater. Een belangrijk gegeven t.b.v. inspecties is daarbij dat de afwijking (Δ) informatie geeft over het intredepunt. Deze informatie is ook van belang voor de kennisinstellingen.

Beide beheerders hebben deelname aan het project als nuttig ervaren vanuit beslissingsondersteunend oogpunt bij de verwachting dat de dijk afgekeurd zal worden met de nieuwe beoordelingsmethodiek binnen de nieuwe normering. Meer kennis over de dijk kan leiden tot een scherper ontwerp, waarmee ongewenste omgevingshinder en kosten kunnen worden bespaard.

Wie deden er aan mee?

Stichting IJkdijk, HDSR, Rijkswaterstaat Utrecht, Provincie Utrecht, STOWA, AGT International, TNO en Deltares.

Proef Zettingsvloeiing



Aanleiding en doel project

In 2014 is het verschijnsel zettingsvloeiing onderzocht bij de Plaat van Wals-oorden in de Westerschelde. Het grootschalige validatie-experiment diende meerdere doelen:

- Het optreden van zettingsvloeiing beter kunnen voorspellen door meer kennis over het proces te vergaren en hiermee rekenmodellen te toetsen en te valideren.
- Meer kennis over het gebruik van ingezette data en sensorsystemen.

Wat is er onderzocht?

Het proces van zettingsvloeiing is niet eerder waargenomen op 1:1 schaal. Normaal gesproken weet men dat het fenomeen heeft plaatsgevonden door middel van verschilpeilingen. Met deze proef wilde men meer kennis krijgen van het begrip en hiermee de rekenmodellen toetsen en valideren. Op korte termijn levert deze proef veel kennis op over het meten onder water en hoe dit proces goed gemonitord kan worden. Voor de lange termijn levert deze proef kennis op over de aard en het functioneren van het mechanisme zelf. Deze kennis wordt de komende jaren doorontwikkeld om te kunnen gebruiken binnen richtlijnen voor de adviespraktijk.

Hoe is het onderzocht?

Het onderzoek naar zettingsvloeiing is gedaan met zowel meettechnieken en visualisatiesystemen. *Grondonderzoek* vond plaats middels: Hydraulic Profiling Tool, Standaard boringen en sonderingen.

Meten aan faalmechanisme: Multibeam sonar system, Subbottom profiler, M3 sonar, ADCP, Laserscanner, Waterspanningsmeters Fugro Pressio Balg, Digitale camera, Infraroodcamera.

Visualisatiesystemen: ReadyMind, Lizard

Modellering: HMBreach/HMTurb, SLIQ2D, MPM, Delft3D- Flow, Retrobreach, Target

Wat heeft het opgeleverd?

De resultaten van de proef dragen bij aan het verbeteren van rekenmodellen, zoals het verkleinen van onzekerheden waar voorheen mee werd gerekend. Model-verbetering draagt bij aan besparing op versterkingsmaatregelen. De resultaten van de proef hebben ook bijgedragen aan een beter begrip van *turbidity currents* en modellen om deze te voorspellen. Het fenomeen vormt een serieus gevaar voor belangrijke infrastructuur op de zeebodem zoals glasvezelkabels en oliepijpleidingen.

Tenslotte levert de proef inzicht in het optimaliseren van herstel van zandplaten en daarmee aan natuurbehoud. Meettechnieken, monitoring strategieën en data-analyse technieken zijn gevalideerd om de waterbeheerder te ondersteunen. Deze kunnen zo ook toegepast worden als extra veiligheidsmaatregel tijdens versterking en beheer.

Wie deden er aan mee?

Stichting Flood Control IJkdijk, Rijkswaterstaat, Waterschap Scheldestromen, Waterschap Hollandse Delta, HWBP, STOWA, NV NOM, Deltares, Universiteit Utrecht, TU Delft, National Oceanography Centre (GB), Universiteit Gent (België), University of New Brunswick (Canada), Fugro, Miramap, AGT, Nelen & Schuurmans, Target en GeoXYZ (België).

All in One sensor validatietest



In 2012 werden negen meettechnieken en drie visualisatiesystemen toegepast binnen de proef All-in One Sensor Validatie Test (AIO SVT).

Aanleiding en doel project

Het experiment had twee doelstellingen:

- 1 Inzicht krijgen in de functionaliteit en de prestaties van de dijkmonitoringsystemen en het voorspellen van de dijksterkte (realtime voorspellingen) aan de hand van innovatieve dijkmonitoringsystemen.
- 2 De opgaven waren even belangrijk. Het nieuwe aan de proeven was het voorspellende element: de deelnemende partijen wisten op voorhand niet op welk faalmechanisme de dijk zou bezwijken. Bij eerdere proeven (IJkdijk macrostabiliteit en piping) werd achteraf geanalyseerd wat men tijdens de proef had waargenomen. Deze wijze van analyse is gemakkelijker doordat het bezwijkmoment reeds bekend was waardoor op basis van de verzamelde data kon worden geanalyseerd in plaats van observaties op het moment zelf.

Wat is er onderzocht?

Binnen de AIO SVT zijn drie proeven gehouden: een stabiliteitsproef en twee piping/microstabiliteit proeven waarbij de volgende meettechnieken zijn toegepast:

- Ten Cate/Inventec: Geotextiel
- StabiAlert: Inclinatie
- Koenders: Deformatie (X, Y en Z); Waterspanning; Temperatuur; Rek
- ITC: Weerstandsmeter
- InTech: Infraroodcamera
- Empec Survey: grondradar
- Volker Wessels Telecom/ Landustrie: DMC
- Alert Solutions: GeoBeads

Siemens, HR Wallingford, Fugro Geoservices, Nelen & Schuurmans en AGT International werkten aan de visualisatie- en voorspellingssystemen die niet eerder in FC IJkdijkprojecten waren toegepast.

Wat heeft het opgeleverd?

De AIO SVT is één van de grootste experimenten waarin een full service dijkmonitoringsysteem toegepast is.

Binnen de eerdere IJkdijkprojecten lag de focus altijd op de meetsystemen zelf, niet eerder was de koppeling met visualisatie-technieken toegepast. Nu het doel ook was gericht op de voorspellingen en niet alleen op het meten, was het zinvol om visualisatietechnieken hier bij te betrekken om een vollediger beeld en oordeel te kunnen geven. De meest nauwkeurige voorspellingen zijn gedaan door de partijen die het overzicht hadden van alle meetsystemen. Dit geeft het belang van deze koppeling aan.

In het experiment is een beoordelingskader opgesteld en gehanteerd. Niet eerder was binnen de IJkdijkprojecten op deze wijze een dergelijk beoordelingskader gehanteerd: op een open manier en met gefundeerde uitspraken over meetsystemen.

Dijkbeheerders worden met deze waarderings voorzien van een overzicht van de prestaties van verschillende meettechnieken en visualisatiesystemen. Daarmee zijn zij zelf in staat te bepalen welke meettechniek of visualisatiesysteem het beste past bij hun eigen praktijksituatie en specifieke wensen. Dijkbeheerders namen ook deel binnen de onafhankelijke commissie.

Ten slotte is als zeer belangrijke uitkomst geleerd: het kunnen aangeven wat wel werkt en wat niet werkt wat betreft voorspellingen aan de hand van tussentijdse uitkomsten.

SUCCESS methodiek



Onder het Flood Control 2015 programma, waarin de focus op de calamiteitenfase lag is in 2009 een pilot uitgevoerd genaamd 'Groot Salland'. De pilot vond plaats in de Mastenbroekpolder die in het beheergebied van waterschap Groot-Salland ligt (sinds 1 januari gefuseerd met Reest en Wieden tot Drents Overijsselse Delta).

Aanleiding en doel project

Over een lengte van een kilometer van Dijkkring 10 (Mastenbroek) is een systeem opgezet om te kijken of een meer integrale benadering van belasting, sterkte en gevolgen bijdraagt aan een betere informatievoorziening, om hiermee de operationele overstromingskans te berekenen. Dit gebeurde met de methode SUCCESS (Safety Under Control Civil Engineering Support System). Door de ontwikkeling van een dashboard voor de beheerder krijgt het waterschap de mogelijkheid bij calamiteiten te beschikken over benodigde gegevens om snel antwoorden te kunnen geven over veiligheid.

Wat doet het?

Binnen het project is een informatiemodule ontwikkeld waarmee metingen van de belastingen (waterstanden, opstuwing door wind, golfslag) in het watersysteem vertaald worden naar de sterkte van de waterkering, en naar een veiligheidsfactor voor de waterkering zelf (risico op dijkdoorbraak en/of piping) en het gebied dat daardoor beschermd wordt. Momenteel is HKV bezig met de doorontwikkeling van het dashboard.

Wat heeft het opgeleverd?

Flood Control 2015 heeft in samenwerking met waterschap Groot Salland een operationeel systeem ontwikkeld dat informatie over de belasting van een dijk, de dijksterkte, en de gevolgen van de belasting genereert, integreert en presenteert. Statische en realtime-gegevens over de conditie waarin een waterkering verkeert en de belasting ervan worden gebruikt om de dijksterkte te berekenen. Hieruit volgt een inschatting van de faalkansen van dijkvakken waaruit vervolgens de overstromingskans van de dijkkring kan worden herleid. Tot slot volgt hieruit het overstromingsrisico. Het systeem definieert het overstromingsrisico in termen van schade en slachtoffers.

Het systeem kent de vorm van een dashboard en fungeert als het ware als een cockpit waarin verschillende systemen en bronnen worden gecombineerd, dit geeft operationele informatie om de operationele overstromingskans te berekenen. Database DDSC kan ook aan SUCCESS worden gekoppeld om op die manier meer vormen van data als input te gebruiken.

Het dashboard is zo ingericht, dat bediening en inzicht op verschillende niveaus mogelijk is, van bestuurder tot expert. Momenteel wordt het systeem nog door ontwikkeld.

Wie deden er aan mee?

Flood Control 2015, voormalig Waterschap Groot Salland, HKV Lijn in water en Fugro.

Dijk Data Service Center (DDSC)



Het Dijk Data Service Center (DDSC) is een portal voor waterkeringbeheerders om monitorings-informatie beheersbaar te verzamelen, op te slaan en beschikbaar te maken voor verdere verwerking. In 2013 is het DDSC in de eerste operationele versie gelanceerd.

Aanleiding en doel project

Het DDSC is een platform voor de opslag van real-time en historische meetdata van waterkeringen. Het systeem is ontworpen en gebouwd voor Big Data. Door koppeling van gegevens van meerdere waterschappen, kan de data van soortgelijke dijken in de tijd worden vergeleken.

Kwaliteit van data en de borging daarvan

Het systeem staat of valt met de kwaliteit van de data. Data kan handmatig worden gevalideerd, eventueel met ondersteuning van AI (artificiële Intelligentie) technieken. Daarbij worden tijdseries met elkaar vergeleken en worden onlogische data uitgefilterd en ter beoordeling aangeboden aan de gebruiker.

Wat wordt opgeslagen?

Voorbeelden van data die kan worden opgeslagen zijn: hoogtemetingen, zettingen (in x,y,z-richting), (grond)waterstanden, bodemvocht, temperatuur, infrarood- en radarscans. Door koppeling met geotechnische modellen kan real time inzicht in de dijksterkte worden verkregen.

Een belangrijke bron van data zijn de Livedijken. De eerste is opgezet in oktober 2009, dus er wordt al ruim 6 jaar dijkdata ingewonnen. Er zijn inmiddels zo'n 15 Livedijken. Het DDSC bevat zo'n 100 verschillende kaartlagen, onder meer het AHN 1, AHN 2, kaarten van gemalen en kaarten van LiveDijken.

Wat heeft het opgeleverd?

Toepassing in de praktijk: DDSC en infiltratieproef XL

Een belangrijke praktijk case voor het DDSC is de "Livedijk XL", opgezet nadat in 2010 in Groningen 20km zeedijk was afgekeurd. Een zeedijk aanpassen kost tijd, daarom wordt in de tussentijd de dijk goed in de gaten gehouden, onder andere door sensoren in de dijk. Het DDSC levert informatie over de huidige toestand van de dijk en kan zo nodig ook alarmen genereren. Het DDSC levert daarnaast input voor het ontwerp voor de dijkversterking. Als aanvulling op deze data werd in 2014 een infiltratieproef uitgevoerd. Met een bak water werd een situatie van extreem hoogwater nagebootst en werd gekeken hoe snel het water door de kleilaag van de dijk drong. Samen met deze aanvullende resultaten kan de dijkversterking aanzienlijk goedkoper uitvallen.

Wie werkte er aan mee?

Het DDSC is ontwikkeld door het consortium Nelen & Schuurmans / Fugro in opdracht van Stichting IJkdijk. Daarnaast zijn onderzoeksactiviteiten uitgevoerd voor het DDSC door TNO, Deltares, Target en HKV. Investerende waterschappen waren: Noorderzijlvest, Waternet, Wetterskyp Fryslan, de Stichtse Rijnlanden, Rivierenland, Vallei en Veluwe en Rijkswaterstaat

3 Procesmatige lessen

3.1 Lesson learned Meerwaarde van programma werkwijze binnen stichting Flood Control IJkdijk

Stichting Flood Control IJkdijk werkwijze

De stichting FloodControl IJkdijk en voorgangers Stichting FloodControl 2015 en Stichting IJkdijk, hebben de afgelopen tien jaar uitgebreid onderzoek verricht naar de ontwikkeling en toepassing van internationaal vermarktbare monitoring- en informatiesystemen van dijken. Onderzoek betrof onder andere het valideren van monitoringtechnieken- en data-analysetechnieken, ontwikkeling van systemen en toepassing in de praktijk.

Eerste- en tweede IJkdijk-ontwikkelprogramma voorbeeldwerkwijze voor andere domeinen

De Flood Control IJkdijkprojecten (hierna FC IJkdijk) hebben een belangrijke rol gespeeld als voorbeeldproject en -traject. De werkwijze heeft als voorbeeld gediend voor projecten die in het verlengde hiervan liggen. Een voorbeeld hiervan is STOOOP (Sensortechnologie Toegepast Op Ondergrondse Pijpleidingen). Kennisinstelling TNO werkt hierbij samen met de netbeheerders van gasleidingen en waterleidingen. Hierbij wordt gekeken wat de invloed is van zettingen op de risico's van breuken in leidingen. Dezelfde werkwijze wordt toegepast door leidingen op testlocaties in het noorden van Nederland te begraven en gecontroleerd te belasten en d.m.v. sensoren metingen te verrichten, zoals bij de IJkdijk proeven is gedaan. Op een aantal locaties in Nederland wordt ook het gedrag van echte leidingen bestudeerd. Daarnaast is er het project Smart Dairy Farming waarbij door middel van sensor technologie op afstand onder andere de gezondheid van koeien gemonitord kan worden. Het FC IJkdijkprogramma heeft geleerd dat deze werkwijze zowel inhoudelijk als procesmatig toegepast kan worden binnen andere domeinen. De werkwijze heeft betrekking op zowel samenwerkingsverbanden binnen de Gouden Driehoek als de werkwijze met testlocaties en 1:1 proeven.

Ook is er binnen de projecten interesse vanuit het buitenland getoond om aan proeven deel te kunnen nemen. Binnen de All-in one sensor validatie test bijvoorbeeld wilden buitenlandse partijen innovatieve technieken toepassen om hier meer ervaring mee op te doen.

Betrokkenen binnen de acht projecten geven aan dat de waterwereld geleidelijk aan het veranderen is, en positief tegenover het gebruik van sensoren en monitoren staat. Dit is in de afgelopen tien jaar gegroeid, aangegeven wordt dat monitoren met sensoren al veel langer gebeurde, maar dat men hier in de afgelopen jaren meer open voor is gaan staan. Respondenten ervaren dat er veel meer mogelijk is. Het voorbeeld wordt genoemd van 'niet boren in mijn kering', naar een infiltratieproef XL en drainagesysteem aan de Ommelanderzeedijk in Groningen waarbij water in de dijk is gepompt. Ook ervaren partijen op de jaarlijkse Kennisdag Inspectie Waterkeringen in Burgers Zoo deze veranderende houding.

Een betrokkene geeft aan dat het monitoren van (real time) waterstanden en waterspanningen voor waterschappen niet nieuw is, de koppeling van een meting en een berekening is echter wel van de laatste jaren. De LiveDijken hebben het proces van ontwikkeling hiervan versneld. Voor de waterstanden is dit al 10-15 jaar mogelijk middels FEWS (Flood Early Warning System), voor de dijkenwereld was dit nog geen gemeengoed. Mede door Stichting FC IJkdijk is dit op de kaart gezet. Ook de koppeling van deze gegevens naar de monitor van de beheerder is een ontwikkeling die de afgelopen jaren is versneld.

Geïnterviewden vertellen dat er dankzij de FC IJkdijk projecten veel meer informatie is ontstaan en dankzij de ontwikkelprogramma's wordt monitoren met sensoren op een georganiseerde, consistente manier gedaan. Naast meer informatie uit herhaalde metingen met sensoren, zijn er ook meer sonderingen uitgevoerd, waardoor er meer bekend is over de opbouw van de dijk, meer input is hierdoor gegenereerd om bijvoorbeeld in het geval van een scheur in de dijk er sneller achter te komen wat de reden hiervan zou kunnen zijn. Dit is zinvolle informatie voor beheerders, uiteraard dient meer inzicht over het gedrag van de dijk altijd gecombineerd te worden met visuele inspecties. Bepaalde gebeurtenissen zoals het graven van gaten door muizen, of een afslaand stuk gras bij een storm kunnen ook schade veroorzaken en worden door sensorsystemen lang niet altijd gesignaleerd.

Met het uitvoeren van de Livedijk projecten en de proeven is zoals gezegd veel informatie verkregen. In veel gevallen betrof dit technisch-inhoudelijke kennis over faalmechanismen. In de Best Practices rapportage is dieper ingegaan op die onderwerpen waarop volgens ondervraagden de meeste 'inhoudelijke winst' is geboekt. Het opdoen van ervaring met het gebruik van sensoren was ook een reden voor partijen om deel te nemen aan LiveDijken. De ervaring om sensoren toe te passen binnen de eigen werkprocessen was voor sommigen geheel nieuw en werd vanuit bestuurlijke overwegingen zinvol geacht om op deze manier een meer volledig beeld van de dijksituatie te krijgen om hier vervolgens geïnformeerd beslissingen over te kunnen nemen. Vanuit de optiek van een waterkering beheerder was deelname zeer relevant vanwege de verwachting dat zijn dijk afgekeurd zou worden met de nieuwe beoordelingsmethodiek binnen de nieuwe normering, meer kennis over de dijk kan hierin leiden tot een scherper versterkingsontwerp.

3.2 Lesson learned Resultaten IJkdijk ontwikkelprogramma's te beperkt toegepast in reguliere processen van waterschappen en Rijkswaterstaat

Naast de vele positieve geluiden over de meerwaarde die de ontwikkelprogramma's hebben gebracht in kennisontwikkeling en bewustwording is er ook een veel gehoorde kritische noot. Respondenten hebben de toepassing van de ontwikkelde kennis en/of gevalideerde meet- en sensortechnieken binnen de eigen werkprocessen als te beperkt ervaren. De op voorhand gestelde doelstelling om de stap te maken van gevalideerde innovaties naar reguliere toepassing, waarbij aangesloten wordt op aan de zorgplicht gerelateerde onderwerpen, is volgens de ondervraagden nog te beperkt gebeurd. Ook wordt verwezen naar de doelstelling van valorisatie op basis van gevalideerde innovaties. Hierbij wordt ernaar gestreefd om de eerder geïnvesteerde gelden in het nieuwe programma ten minste éénmaal terug te verdienen. Doordat de nadruk binnen de programma's voornamelijk heeft gelegen op kennisontwikkeling, toepassing in pilotsfeer en validatie van technieken en methoden heeft de nadruk minder gelegen op het terugverdienen van de investeringen.

Institutionele fit: FC IJkdijk producten en aansluiting met potentiële gebruikers

Om investeringen terug te verdienen zijn afnemers van producten nodig. Een veel gehoorde opmerking is dat potentiële afnemers van de IJkdijk producten zowel te weinig zijn geïdentificeerd, als te weinig zijn betrokken binnen het programma en de projecten. Te beperkt is de verbinding gezocht tussen de technisch inhoudelijke vragen die beheerders zoals waterschappen en Rijkswaterstaat hebben (vraag) en de ontwikkelingen die vervolgens binnen de projecten volgden (aanbod). Hierdoor is de stap naar de toepassing en inbedding van technieken in de toolbox bij de klant onvoldoende gelukt en was er een te beperkte fit met potentiële afnemers.

Een betrokkene geeft aan dat de ontwikkelde kennis, technieken en toepassingen voor generiek gebruik zijn ontwikkeld, maar dat de toepassing ervan in de gebruikerspraktijk echter individueel opgepakt en daarmee ook geïmplementeerd dient te worden. Doordat hier betrekkelijk weinig sturing en strategie op was is het lastig om potentiële afnemers in kaart te brengen en is een gefragmenteerde werkwijze ontstaan, er is geen collectief platform van vraag en aanbod ontstaan. Hierdoor werd het lastig om toepassingen in groter volume collectief af te zetten, om de investering terug te verdienen.

Een van de redenen voor de beperkte aansluiting tussen de aanbieder van de producten en de vrager waardoor een reguliere toepassing van de producten bij de waterkeringbeheerders in relatief geringe mate heeft plaatsgevonden is dat de individuele wensen van de beheerders onvoldoende zijn geïnventariseerd en vraag en aanbod daardoor onvoldoende op elkaar zijn afgestemd. Aanbevolen wordt om te zoeken naar klanten die de producten toe willen passen waarbij maatwerk bij implementatie voorop staat. Een waterschap sterk gericht op innovatie pakt dit voor zichzelf op door de totale opgave die zij voor haar keringen heeft te bekijken in het licht van slimme en innovatieve mogelijkheden en deze binnen de bedrijfsvoering te implementeren.

Een andere respondent geeft aan dat een reden voor de beperkte betrokkenheid van de waterkeringbeheerders voor een deel toe te wijzen is aan de afstand die er bestaat tussen de beleidsdirectie Ruimte en Water van het ministerie van Infrastructuur en Milieu en Rijkswaterstaat, en ook naar de waterschappen toe. De financiering voor FC IJkdijk vond vooral in de eerste fase plaats vanuit de beleidsdirectie en daarbij was minder aandacht voor het implementatietraject dat vooral in een latere fase speelde.

Vanuit deze financierings- en organisationele constructie lag de focus voornamelijk op het verrichten van onderzoek en minder op de toepassing en implementatie aansluitend bij de technische inhoudelijke- en beleidsvragen van de potentiële afnemers.

Praktische oorzaak

Ten slotte geeft een marktpartij aan dat een reden voor een beperkte afname van producten en diensten komt doordat potentiële klanten niet weten waar ze moeten zijn hiervoor. Jaren geleden bestond er een lijst met producten maar zonder STOWA of ENW keurmerk, hierna was er een keurmerk gegeven aan producten, maar hier stond weer niet met naam en toenaam bij welke producten dit waren en bij welke bedrijven en contactgegevens deze waren af te nemen.

Vraaggestuurde- of aanbodgestuurde projecten?

Eerder is aangegeven dat de waterkeringbeheerders volgens respondenten te weinig zijn betrokken in de projecten en de vraagstelling die hierbinnen centraal stond.

Betrokkenen geven aan dat de indruk hierdoor weleens werd gewekt dat projecten meer aanbodgestuurd (vanuit bestuurlijke interesse, beschikbare dijklocaties voor proeven) waren, dan vraaggestuurd (vanuit beheer-, optimalisatie-, of versterkingsopgaven vanuit de waterbeheerder en Rijkswaterstaat als kennisleverancier). Zo zouden grote aantallen stakeholders binnen projecten geleid kunnen hebben tot zeer algemeen geformuleerde doelstellingen binnen bepaalde projecten, daarnaast zijn te weinig gesprekken gevoerd over de problemen (faalmechanismen) die worden ervaren in de praktijk en waaraan beheerders zouden willen monitoren. Opgemerkt wordt dat meten en monitoren geen doel op zich moet zijn, het zijn methoden die ondersteunend dienen te zijn aan andere doelen en processen. Betrokkenen geven aan in toekomstig onderzoek de vraag leidend te laten zijn. Hiervoor is het nodig dat de vraag 'hoe kan ik mijn dijk beter beheren' door de juiste persoon wordt gesteld: de dijkbeheerder en de dijkgraaf zouden dezelfde vraag en visie moeten hebben (bestuur en uitvoering). Nu komt deze vraag bij de bestuurder vandaan uit kostenbesparing, maar ziet de beheerder niet altijd de noodzaak, en vice versa, er ligt een meerwaarde in het verenigen van deze visies.

Een betrokkene geeft aan dat de vraag van de beheerder centraal moet staan bij een monitoringsstrategie: wat heeft hij nodig voor zijn versterkingsopgave, en wat draagt daar aan bij? Dat staat in contrast met hoe het nu doorgaans gaat (ook buiten FC IJkdijk projecten). Data die uit de sensoren komt is afkomstig van technieken die de aannemer nodig dacht te hebben. De vragen van de beheerder welke informatie hij nodig heeft en welke technieken je dan daarvoor in moet zetten waren hierin niet leidend. In vervolprojecten wordt daar meer regie op gevoerd. Een betrokkene wil alles weten wat er door aannemers wordt gemeten. Het zou zonde zijn als een aannemer klaar is met zijn metingen en de instrumenten uit de dijk haalt, de informatie hiermee ook verloren is gegaan voor het waterschap.

Het organiseren van het proces van ontwikkeling richting de implementatie wordt door respondenten als erg belangrijk gezien. (Conservatieve) organisaties zijn zich vaak niet bewust of ze wel een vraag hebben om te veranderen of zaken op een andere manier aan te pakken, bijvoorbeeld gebruikmakend van asset management principes. Werkwijzen en afdelingen zijn vaak al lang op een bepaalde wijze geïnstitutionaliseerd, een bepaalde begeleiding is hierbij nodig, waar de dijkgraaf een belangrijke rol in kan spelen, hij /zij moet de urgentie duiden. In paragraaf 4.2 wordt hiervan een praktijkvoorbeeld belicht.

3.3 Kennisdisseminatie: communicatie en publicaties

Respondenten hebben ervaren dat het succes van de IJkdijk ontwikkelprogramma's voornamelijk lag in kennisontwikkeling en in de validatie van technieken: via validatie experimenten en proeven zijn de technieken gevalideerd waarmee diensten en producten zijn (door)ontwikkeld. Zij gaven aan dat in de eerste- en tweede ontwikkelprogramma's sterk onderzoek is gedaan naar de gedragingen van een dijk, met een goede PR, wereldwijd was er notie van de veldproeven en het niveau van kennis in Nederland. Wat betreft kennisdisseminatie in de vorm van artikelen leeft het gevoel dat dit aantal nog wat kan worden verbeterd. Kennisinstellingen hebben publicaties geschreven over het gedane onderzoek (inhoudelijke aspecten (kennis)) en proef opzet, amper over de meettechnieken zelf (en de toepassing van de kennis)). Enkele bedrijven hebben artikelen geschreven (onder andere in Land en Water)

over de toepassing van een meettechniek en de meerwaarde hiervan voor de praktijk van de keringbeheerder. Een technisch inhoudelijk betrokkene geeft aan dat de IJkdijk Ontwikkelprogramma's hiermee een platform aan partijen heeft geboden. Onduidelijk is in hoeverre partijen hier op ingesprongen zijn. Zo was het project All-in one sensor validatie test (AIO SVT) groot in omvang, zowel met het aantal partijen dat hierin participeerde als met de verschillende soorten technieken die ingezet werden. Het aantal publicaties dat hieruit voort is gekomen wordt als betrekkelijk weinig beschouwd. Het is een betrokkene onduidelijk hoe meetpartijen tegenover kennisontwikkeling binnen het project staan en of/hoe zij dat hebben gecommuniceerd: hebben bedrijven met dit project een platform gekregen om hun producten te ontwikkelen of blijft het bij dit ene project? Het is onbekend of er een spin-off van dit project is geweest, bijvoorbeeld in contacten met beheerders. De gedachte heerst dat men communicatie inspanningen of te weinig naar buiten brengt, of er is geen overzicht van. Het wordt aanbevolen een overzicht van alle publicaties op de vernieuwde website www.dijkmonitoring.nl te plaatsen.

4 Lessen vanuit bestuurlijke inzichten

4.1 Lesson learned Meerwaarde van eerste- en tweede IJkdijk ontwikkelprogramma vanuit bestuurlijk opzicht

In Nederland is de dijkversterkingsopgave veelal complex. De (regionale)keringen bevinden zich veelal in stedelijk en bebouwd gebied, waarbij altijd rekening gehouden moet worden met beschikbare ruimte, budget en het netwerk van actoren waar belangen en (wederzijdse) afhankelijkheden een rol spelen. Het monitoren van dijken middels meettechnieken en visualisatiesystemen kan hier meer inzicht bieden in de versterkingsopgave en in het handelingsperspectief hoe hiermee om te gaan. Het ontstaan van FloodControl en later ook stichting IJkdijk komt vanuit de maatschappelijke innovatieagenda water (voorloper van het topsectoren beleid). FloodControl is gestart vanuit een initiatief van private partijen en vanuit de beleidsdirectie van het ministerie van Infrastructuur en Milieu bestond de wens om innovaties op waterveiligheidsgebied te bundelen, vanuit bestuurlijk-politieke kant was de link met innovaties ook wenselijk om de innovatieve aspiraties van het ministerie te benadrukken.

Meet- en monitoringstechnieken ten behoeve van informeren, signaleren en verantwoorden van keuzes

Respondenten geven aan dat deelname binnen het eerste- en tweede IJkdijkontwikkelprogramma heeft bijgedragen aan de vermeerdering van kennis en inzicht over het te beheren gebied. Een betrokkene geeft aan dat deelname aan het programma ertoe heeft geleid dat de organisatie ervaring heeft kunnen opdoen met innovatieve meet- en monitoringstechnieken. De uitkomsten van het project zijn ondersteunend aan besluitvorming geweest. Door de technieken zijn inzichten verkregen waardoor geïnformeerd en onderbouwd besluiten genomen konden worden.

Daarbij is aangegeven dat data en informatie verkregen uit de meet- en monitoringssystemen ondersteunend zijn aan de taken van waterschappen op het gebied van watersysteembeheer, zoals het bieden van veiligheid en het verschaffen van informatie in het geval van een calamiteit. Meer informatie en inzicht worden als waardevolle hulpmiddelen ervaren als signaleringsfunctie in het informeren van de democratie.

Ook wordt de extra ingewonnen data (naast reguliere visuele inspecties) afkomstig uit de meet- en monitoringssystemen gezien als waardevol instrument in het afleggen van verantwoording door bestuurders aan de inwoners en stakeholders van hun beheersgebied. Zoals gezegd kunnen gemaakte keuzes in het geval van een calamiteit, of toekomstig te maken keuzes transparant worden onderbouwd door de ingewonnen data.

In sommige gevallen is op basis van de uitkomsten van metingen de bewuste keuze gemaakt om niet door te gaan met monitoring omdat de metingen juist aantoonde dat er niet veel gebeurde in de regionale kering (aan veranderende buiten waterstand). De keuze om te stoppen met monitoren heeft inzicht in de specifieke situatie opgeleverd, en daarnaast bewustwording gecreëerd, om bij grotere projecten met voldoende aanleiding, dijkmonitoringssystemen te overwegen. Aangegeven wordt dat het onderzoeken van de meerwaarde van de systemen zinvol is in het kader van het mee financieren van de tien procent eigen bijdrage van het uitvoerende waterschap bij dijkversterkingsmaatregelen in het kader van het HWBP.

Besparing op dijkversterkingsmaatregelen

Een andere genoemde beweegreden voor waterschappen om in te zetten op meet- en monitoringssystemen is een besparing op dijkversterkingsmaatregelen,

Zo heeft Waternet in haar beheersgebied een business case uitgevoerd, middels innovatieve technieken is aan en in de dijk gemeten: zowel in situ (sensoren) als remote sensing: met satellieten en met meettechnieken bevestigd aan quads. Door de expertise van werknemers, bij elkaar gebracht in een speciaal dijkteam, te verbinden aan de innovatieve meet- en monitoringstechnieken en aan het Actueel Hoogtebestand Nederland (AHN) kon een nieuwe prioritering worden gemaakt met het oog op de versterkingswerken. 30% van de regionale keringen kon door deze inspanning worden goedgekeurd, dit heeft miljoenen euro's besparing opgeleverd.

Waternet heeft onderzocht dat de methode gebruikt kan worden voor regulier toetsen. Wetgeving schrijft voor wat er op orde moet zijn en wie hiervoor verantwoordelijk is, een bestuursverordening geeft aan wanneer. Nergens in de wet wordt voorgeschreven op welke wijze dit dient te gebeuren. Het doel is om veiligheid te garanderen, Waternet heeft hierna zelf de werkwijze opgesteld aan de hand van het in kaart brengen van de benodigde gegevens,

de termijn waarin de opgave gerealiseerd diende te zijn en tegen welke kosten. De keuze voor de gehanteerde monitoringstechnieken en werkwijzen lag hierdoor meer voor de hand dan om dit op traditionele wijze handmatig uit te voeren.

Zorgplicht

Ten slotte wordt als motivatie voor het gebruik van innovatieve meet- en monitoringssystemen het vermeerderd inzicht in de assets van de beheerder aangegeven. In het kader van de zorgplicht binnen de nieuwe normering, waarbij de beheerder de wettelijke taak heeft om de primaire kering aan de veiligheidseisen te laten voldoen en voor het noodzakelijke preventieve beheer en onderhoud te zorgen, geven respondenten aan als beheerder (continu) op de hoogte te willen zijn van de staat van de keringen onder hun beheer. Binnen LiveDijk XL is de meettechnologie van Miramap ingezet waarbij middels radarmetingen is onderzocht of er zich holle ruimtes onder de toplaag van het asfalt bevinden. De vraag hierbij was in hoeverre de radarbeelden de werkelijkheid weergaven, dit is geverifieerd middels boringen. Drie maal is aan het asfalt traject gemeten met tussengelegen periodes, om te onderzoeken of degeneratie aan het asfalt is opgetreden, de volledige 8,5 km betreffende dijk is ook gemeten. Lees hierover meer in de Best Practices rapportage waarbij de techniek en toepassing uitgebreid zijn beschreven. Vanuit de zorgplicht filosofie werd het als zinvol ervaren om het traject 'alvast' te laten inmeten om op deze manier de stand van het asfalt en eventuele zwakke plekken hierin te kunnen ontdekken. Dit gebeurt wederom in combinatie met visuele dijkinspecties. Door het in kaart brengen van de zwakke plekken kunnen onderhouds- en vervangingswerkzaamheden aan het asfalt geprioriteerd worden, waarmee planologisch geoptimaliseerd kan worden. Zonder het IJkdijk programma was dit niet ontdekt c.q. toegepast.

4.2 Lesson learned Draagvlak binnen de organisatie

Respondenten hebben ervaren dat het overtuigen van de eigen (ambtelijke) organisatie van de meerwaarde van monitoringssystemen en sensorgebruik in veel gevallen de nodige aandacht behoefde.

Bij de regionale keringen van Waternet zaten in 2010 de eerste sensoren in de dijk, het proces om dit voor elkaar te krijgen nam veel tijd en energie in beslag. Een respondent heeft intern een jaar lang gesproken om het project van de grond te krijgen. Er zitten vele aspecten aan waar mensen achter moeten staan. Zo was er bestuurlijk draagvlak nodig van de dijkgraaf en portefeuillehouder, het politiek klimaat moet mee zitten: de urgentie om door te zetten en organisatorisch hiervoor mensen vrij te spelen moet aanwezig zijn. Bestuurlijk lef is nodig om hiervoor te durven gaan, daarnaast zijn er financiële middelen nodig om een 'dedicated team' aan te stellen en in de lucht te kunnen houden.

Om een dergelijk project uit te voeren, medewerkers mee te krijgen, en bestuurlijke bereidheid te vinden, was bestuurlijke timing belangrijk, er bestond momentum om het binnen de organisatie anders aan te kunnen pakken. Vanuit de gedachte van optimalisatie, life cycle monitoring en asset management paste het om verantwoord buiten de gebaande paden te treden. De bestuurder kreeg een prominente rol toebedeeld vanuit zijn verantwoordelijkheid die hij met zijn functie bekleedt.

Ook de dijkbeheerders moesten worden overtuigd van het nut van monitoring middels sensoren en remote sensing technieken. Door te beargumenteren dat met sensoren een nauwkeurigheid van 5 cm op de freatische lijn wordt behaald, in tegenstelling tot 10-20 cm met het gebruik van een peilbuis werden de dijkbeheerders overtuigd van het voordeel dat dit kan opleveren met betrekking tot sneller en slimmer versterken met de beperkt beschikbare ruimte in de stad (smallere steunbermen). De bestuurders moesten ook worden overtuigd van de meerwaarde van deze werkwijze en technieken, dit lukte door de besparing in kosten en tijd aan te kunnen tonen.

Aandacht voor de procesmatige aspecten zijn als erg belangrijk ervaren voor het behalen van de doelstellingen binnen het project. Dit lijkt een open deur, echter het organiseren (en de wijze waarop stakeholders worden betrokken) hiervan blijkt regelmatig als sluitstuk van een project aan de orde te komen. Genoemde procesinstrumenten om de interne organisatie 'mee' te krijgen zijn het schrijven en hanteren van een proces handboek: hier zijn geleerde zaken omtrent samenwerking en vergunningverlening opgenomen en de rol die een ieder hierin heeft, evenals de overtuigingskracht die nodig was om het eigen bestuur van het waterschap en interne vergunningverleners mee te krijgen, het instellen van een speciaal dijkteam en de samenstelling hiervan.

Aangegeven wordt dat waterschappen er baat bij kunnen hebben om organisatorisch te veranderen door middel van een interdisciplinair team meer en sneller gedaan te krijgen. Kennis raakt minder gefragmenteerd, er is meer slagkracht en korte communicatielijnen zijn erg belangrijk voor snelheid. Het vrijspelen van mensen qua tijd en dit organisatorisch faciliteren, werkte heel goed, organisatiestructuren werden niet gewijzigd, het ging om kleine wijzigingen met groots effect.

Vanwege het innovatieve karakter van de business case waren vergunningen benodigd vanuit de eigen organisatie. Deze werden niet afgegeven vanwege het nieuwe karakter waarbij sensoren in de dijk moesten worden aangebracht en doordat verschillende afdelingen hierover wat te zeggen hadden. Vergunningverleners zijn mee op locatie genomen om geïnformeerde beslissingen te kunnen nemen en de testlocatie met eigen ogen te zien. Wetgeving rondom het indrukken van sensoren in de dijk werd tegen het licht gehouden, het proces met verschillen van mening en verschillen van beleids- en wetinterpretatie heeft de organisatie het inzicht gegeven dat het belangrijk is om met elkaar in gesprek te gaan of dit wel de manier is waarop de organisatie met waterveiligheid en vooral de uitvoering daarvan om wil gaan.

De waarde van interne communicatie en bestuurlijke overtuigingskracht bleek binnen verschillende projecten van grote waarde. Door de boodschap te blijven herhalen bij de verschillende betrokkenen: onder zowel bestuurders en beleidsmakers, maar zeker even belangrijk om gedragenheid onder beoordelaars en operationele medewerkers te verkrijgen ontstond meer draagvlak en vertrouwen in het toepassen van (relatief) nieuwe meet- en monitoringsystemen. Het herhaaldelijk duiden van het doel en de meerwaarde van de monitoring- en visualisatiesystemen waarbij aangegeven werd dat de inspanningen niet ten koste gingen van veiligheid en andere prioriteiten hebben geholpen in het wekken van vertrouwen binnen de eigen organisatie.

4.3 Organisatiestructuur en –verandering

Veranderingen doorvoeren binnen organisaties is (in verschillende mate) lastig binnen elke sector, en is als een uitdaging ervaren binnen vrij conservatieve instituties met een lange historie en diepgewortelde gebruiken. Om deze reden merken betrokkenen het als zinvol aan om de projecten en proeven aan te laten sluiten aan interne processen, onderzoek en beleidsvraagstukken. Respondenten hebben ervaren dat de LiveDijken niet altijd zijn gekoppeld aan beleid of dieper ingebedde institutionele doelstellingen van de eigen organisatie, daardoor hebben projecten in sommige gevallen vertraging opgelopen, of leeft bij sommigen een gevoel dat de procesorganisatie en analyse van follow ups van meetperioden niet goed (budgettair) zijn opgenomen binnen organisatorische doelstellingen. Het is zinvol op voorhand te bekijken aan welke beleidskaders en ontwikkelingen komende inspanningen gekoppeld kunnen worden om de resultaten en doorwerking van bevindingen optimaal doorwerking te laten krijgen.



5 Lessen vanuit de techniek

5.1 Lesson learned Belang van validatie

In de interviews werd herhaaldelijk het belang van de kwaliteit van data benadrukt. Hieronder werd ook het valideren van de data gerekend - meten we wel wat we willen meten? – evenals de wijze waarop meetinstrumenten in- en aan de dijk zijn aangebracht. De wijze waarop sensoren en meetinstrumenten al dan niet juist worden aangebracht kan implicaties hebben voor de meetresultaten, variërend in de ernst van de situatie. Zoals in de factsheet beschreven is binnen de All-in One Sensor Validatie Test (AIO SVT) is inzicht verkregen in de functionaliteit en de prestaties van de dijkmonitoringsystemen en in het voorspellen van dijksterkte (realtime voorspellingen). De eerste doelstelling van het experiment betrof het valideren van de innovatieve dijkmonitoringsystemen. In dit kader is een beoordelingskader ontwikkeld dat als zeer waardevol is beschouwd.

Beoordelingskader

Binnen AIO SVT is een beoordelingskader opgesteld en gehanteerd. Niet eerder was binnen de IJkdijkprojecten een dergelijk beoordelingskader gehanteerd zoals het binnen deze proef is gedaan: op een open manier en met gefundeerde uitspraken over meetsystemen. De opzet van het kader is in het begin van het project met de participanten besproken. In het beoordelingskader is veel aandacht geschonken aan wat je er wel en niet mee kunt, in plaats van alleen wat 'goed' en 'fout' is. Het vormen van het kader is op een heel open en transparante wijze vormgegeven. De onafhankelijke beoordelingscommissie voerde een dialoog met de participanten, waarbij de mening van beide partijen werd gehoord en in de vorming van het kader werd meegenomen. Een betrokkene is erg tevreden over het beoordelingskader: "het is een hele nette manier om inzicht te geven in de resultaten van een project. Een goede organisatie en begeleiding van het proces is hierbij heel erg belangrijk: het er in meenemen van de deelnemers. Wanneer een meettechniek in de proef niet goed functioneert, kun je dan ook expliciet aangeven waarom dat zo is, zolang het maar transparant en eerlijk gaat".

Dijkbeheerders worden met deze kwalificaties voorzien van een overzicht van de prestaties van verschillende meettechnieken en visualisatiesystemen binnen de All-in-one Sensor Validatie Test. Daarmee zijn zij zelf in staat te bepalen welke meettechniek of visualisatiesysteem het beste past bij hun eigen praktijksituatie en specifieke wensen. In de onafhankelijke commissie zaten ook beheerders.

De respondenten geven aan dat het beoordelingskader het belangrijkste resultaat van het experiment is geweest. Het geeft inzicht wat per techniek wel en niet werkt wat betreft voorspellingen aan de hand van tussentijdse uitkomsten.

5.2 Lesson learned Kwaliteit van data: afhankelijk van vele factoren

Het belang van positionering, aanbrengen, inmeting en aanwezig zijn op locatie

Door de reeks van praktijktoepassingen van monitoring op dijkvakken is er een hoop geleerd over een goede werkwijze waarop een monitoringstoepassing tot stand komt en functioneert. Dit begint steeds met het overwegen welke informatievraag er is en welke technieken ingezet kunnen worden. Na het opmaken van het meetplan volgt een installatieplan door de aanbieder(s) en kan gestart worden met installatie. Om een goed werkend meetsysteem te krijgen is het van belang gebleken tijdens het installatieproces de correcte werking van de sensoren, de juiste aansluitingen van sensoren op meetkasten en de datadoorgifte nauwkeurig te controleren en vast te leggen. Deze stap draagt in belangrijke mate bij aan de betrouwbaarheid van het systeem en de latere benutting van gegevens.

Een andere door de respondenten aangegeven belangrijke randvoorwaarde voor het succes van het project was de aanwezigheid van partijen op het moment dat instrumenten werden geïnstalleerd op de proeflocatie. Vaak is dit een van de aspecten waarop als eerste bezuinigd wordt in dergelijke projecten. Bij LiveDijk de Veenderij had men de mogelijkheid om hier verschillende keren bij aanwezig te zijn, aangegeven wordt dat het bij monitoring juist om

het gehele proces gaat en de aanwezigheid van experts bij het aanbrengen van (innovatieve) meettechnieken is als erg waardevol ervaren ten behoeve van de kwaliteit van het project. In het begin van het project is hier hard op ingezet, om de analyse uit te kunnen voeren werd dit als voorwaarde gesteld.

Dit is gebaseerd op de ervaring uit de grote IJkdijkproeven; uit deze proeven is onder andere geleerd dat monitoren bij dijken meer is dan een analyse uitvoeren aan de hand van getallen, het gaat vooral om de inhoudelijke betrokkenheid in het proces: kennis over uitvoering en details geeft de mogelijkheid om mee te kunnen discussiëren. Een betrokkene geeft aan dat de kritische momenten van monitoren bij de IJkdijkproeven zijn ontdekt. Er is geleerd dat wanneer je een goede analyse wilt uitvoeren en goed wilt begrijpen wat er wordt gemeten en de vertaling naar de praktijk wilt kunnen maken, je moet kunnen begrijpen hoe de installatieprocedure werkt en de manier waarop data wordt verwerkt en welke correctie erop wordt uitgevoerd. Dit hebben de stakeholders in interactie ontdekt.

In een aantal andere projecten zijn ervaringen opgedaan waarvan lessen getrokken kunnen worden met het zicht op verbeteringen binnen toekomstige projecten, zo bleek in een aantal van de SFCIJ veldproeven en Livedijk opstellingen de in-meting van positie en vooral de vaststelling van de diepteligging van de instrumenten door de uitvoerder/aanbieder onvoldoende nauwkeurig.

Proef zettingsvloeiing

Bij de zettingvloeiing proef bleek de positionering van de meetinstrumenten onder de meetboten in eerste aanleg niet goed uitgevoerd. Meerdere schepen in het testgebied om op deze manier meer meetmogelijkheden onder de vaartuigen aan te kunnen brengen en met een hogere frequentie het proefgebied te kunnen monitoren (aangezien een vloeiing vrij snel kan plaatsvinden) was achteraf wenselijk geweest. In de proef bevonden zich drie peilvletten en een baggerschip. Nu hing bepaalde meetapparatuur zoals de M3 apparatuur en de HDCP metingen onder één schip. Het was goed geweest om dezelfde apparatuur over meerdere schepen te verdelen zodat een groter oppervlak zou zijn gemeten.

Gezien het feit dat er meerdere kleine zettingsvloeiingen zijn opgetreden was de testopstelling voldoende. Zou er een grote vloeiing zijn opgetreden (zoals was voorspeld en gehoopt) dan was de testopstelling tekort geschoten en was belangrijke informatie gemist. Dit is een les wat betreft capaciteit voor een volgende proef. Binnen de proef was een aantal sensoren (waterspanningsmeters en FPB's (Fugro Pressio Balg)), in het zand gepositioneerd om metingen van een grote zettingsvloeiing te kunnen verrichten, daar deze niet voor is gekomen in de meetperiode zijn er geen metingen aan zettingsvloeiing binnen deze proef verricht vanuit het zand. Getijdenmetingen, het aanbrengen van de sensoren in zand en grondonderzoek zijn wel verricht en (vooral het laatste) gaven interessante en bruikbare bevindingen, maar metingen met betrekking tot zettingsvloeiing zijn in deze proef vanuit het water, schip en de lucht verricht, aangegeven is dat dit ook de belangrijkste metingen waren.

Daarnaast wordt aangegeven dat het wenselijk was geweest om de akoestische technieken op voorhand te testen om de geschiktheid van de instrumenten voor de specifieke locatie te kunnen testen. Dit is niet gebeurd vanwege budgettaire redenen, op basis van expert judgement zijn deze technieken gebruikt. De sensoren die in de grond waren geplaatst waren bevestigd aan kabels om contact te kunnen maken met de datalogger welke in verbinding stond met het DDSC. Een ingewikkelde constructie was bedacht om de sensoren bevestigd aan de kabels toch te kunnen laten functioneren bij het optreden van een grote zettingsvloeiing. Onduidelijk is of de sensoren en koppeling naar DDSC hadden gewerkt in het geval van een grote zettingsvloeiing.

LiveDijk XL

Bij Livedijk XL bleek de installatielocatie van sensoren op de Lauwersmeerdijk ongeschikt om ook macrostabiliteitsommen mee te maken; ook de inmeting van de hoogteligging ten opzichte van NAP is onvoldoende vastgelegd. In het project is geleerd dat de sensoren die op deze locaties zijn geplaatst verschillende metingen konden verrichten, zoals het meten aan waterspanningen, helaas is er niet nagedacht om de sensoren op zo een wijze te plaatsen dat ook een goede macrostabiliteit som gemaakt kon worden. De som is uiteindelijk wel gemaakt, maar de sensoren waren op een onjuiste diepte in de ondergrond geplaatst. Hierdoor kon de freatische lijn niet op basis van metingen in de berekening gemodelleerd worden. De plaatsing van de sensoren is door de betrokken partijen onvoldoende onderling afgestemd en de juiste dieptelocatie hiervan had geoptimaliseerd kunnen worden. Ook was het mogelijk meer zinvol geweest om meer sensoren te plaatsen dan nu het geval was (meer sensoren op meerdere plekken en

op meerdere dieptes). Onvoldoende afstemming was van een meer procesmatige aard dan dat er technische onduidelijkheden waren. Wel hadden partijen verschillende meningen over wat precies de juiste locatie zou zijn. Technisch inhoudelijk experts werden weliswaar betrokken, maar te laat bij het proces van de uitvoering en werden te laat geïnformeerd dat de sensoren op verschillende dieptes aanwezig waren. Het is onduidelijk of en in hoeverre dit de nauwkeurigheid van de uitkomsten heeft beïnvloed, aangezien er geen metingen zijn gedaan waar de sensoren wel op de gewenste plek zaten. Deze ervaring raakt aan de ervaren meerwaarde van de gehanteerde werkwijze bij de AIO SVT bij het valideren van technieken: meet je wat je wilt meten? Deze aanpak was mogelijk hier ook zinvol geweest, door op voorhand goed te documenteren en met de verschillende betrokken partijen af te stemmen wat gemeten moet worden, wordt de keuze voor aantallen sensoren en locatie vervolgens hierop afgestemd.

LiveDijk Utrecht

Een andere ervaring die is opgedaan rondom de installatie van sensoren en de nauwkeurigheid van berekeningen vond plaats bij Livedijk Utrecht.

Bepaalde gebruikte modules van sensoren meten temperatuur, waterspanning en inclinatie (hoekverdraaiing). Wanneer dit juist wordt geïnstalleerd is het mogelijk om de beweging van een dijk te meten. In dit geval zijn verschillende sensoren afgehangen met een kabel ertussen, doordat deze kabel flexibel is en kan draaien is er binnen de LiveDijk alleen de lokale hoekverdraaiing waargenomen, waarbij onduidelijk is of de dijk er een aandeel in heeft. De meting is hierdoor onnauwkeurig. De inclinatie is hier wel gemeten, maar verminderd bruikbaar. In het vervolg moet de toepassing van de techniek nauwkeuriger worden voorgeschreven. Bij de Leendert de Boerspolder zijn andere uitvoeringen gebruikt, zoals volautomatische hellingmeetbuizen ('SAAFs'), bij een juiste uitvoering komen hier heel goede resultaten uit.

Daarnaast zijn er in de Grechtdijk naast waterspanningsmeters een glasvezelmat van Ten Cate toegepast, deze meet de temperatuur. Temperatuur werd gemeten daar mogelijke scheurvorming (door droogte) een punt van aandacht was. Men weet nog niet precies wat je kunt zeggen over de parameter temperatuur op zichzelf in een dijk (geïsoleerd van andere waarnemingen om conclusies aan te verbinden, anders dan bij de pipingproeven). Het was volgens een respondent daarom interessanter geweest om ook de rek te meten, om vervormingen en dijkscheuringen waar te nemen (gekoppeld aan de temperatuurmetingen). Het verrichten van deze metingen is een stuk duurder, helaas was er geen budget om deze metingen te verrichten.

Binnen de LiveDijk Utrecht is onder andere geleerd dat op voorhand onvoldoende is afgesproken op welke momenten er tussentijdse analyses van de data zouden plaatsvinden en wanneer tussentijdse verbeteringen doorgevoerd zouden worden. Betere procesafspraken voor het beheer van het systeem zijn nodig, met een heldere verantwoordelijkheidsverdeling van rollen. Ook met betrekking tot de kennisborging is het nodig dat wordt afgesproken welke partij wanneer de data controleert op correctheid, tijdsintervallen en dergelijke.

Een betrokkene geeft als aanbeveling dat het waardevol zou zijn wanneer waterschappen naast het ter beschikking stellen van dijken, ook capaciteit en middelen ter beschikking stellen (mensen en tijd). Voor het project en de analyse wordt het als beter ervaren als er naar aanleiding van de bevindingen in data en analyse tussentijdse aanpassingen aan het meetsysteem waren gedaan. Dat is nu niet gebeurd doordat de procesafspraken niet duidelijk waren.

In de praktijkproeven van de LiveDijk kon met deze tekortkomingen worden omgegaan, mede ingegeven door de ontwikkelingsopgave van de projecten. Voor operationele monitoringsoplossingen is dit echter ongewenst. In het Livedijk XL project is daarom gestart met het werken met zogenaamde FAT- en SAT-protocollen. Hierbij wordt door een toetsende derde partij, in dit project geïnitieerd en uitgevoerd door Witteveen+Bos Ingenieurs, vastgesteld of het systeem vooraf en na installatie goed functioneert en de verkregen sensorgegevens betrouwbaar zijn.

LiveDijk Ameland

Binnen LiveDijk Ameland behoorden infraroodmetingen om de temperatuur van het water aan de oppervlakte te kunnen meten tot de innovatieve toegepaste techniek.

Ondiepe temperatuurmetingen zijn verricht, op circa 5 meter diepte, de sensoren hiervoor waren bevestigd aan de waterspanningsmeters. De temperatuurmetingen zijn 2D uitgevoerd, terwijl water 3D stroomt. Daarmee is onduidelijk in hoeverre deze metingen bruikbaar zijn, al geldt in dit geval dat er van stroming nauwelijks sprake was.

Geleerd is dat de techniek op een wijze is uitgevoerd waarbij het einddoel niet geheel duidelijk was, dit heeft als les voor de toekomst om eerst goed te bepalen wat je wilt gaan meten en welke technieken en toepassingsmethoden je daar dus voor nodig hebt. Hiermee hangt samen dat het belangrijk is om bij het aanbrengen van de technieken op de testlocatie aanwezig te zijn. Betrokkenheid vanaf het begin is erg belangrijk om onduidelijkheden en ontevredenheid te voorkomen. Wanneer dit fysiek niet mogelijk is, is een goede, snelle communicatie met korte lijnen belangrijk.

5.3 Lesson learned DDSC in de praktijk

Zoals in de factsheet over het Dijk Data Service Centrum (DDSC) staat beschreven, is het DDSC een portal voor waterkeringbeheerders om monitoringsinformatie beheersbaar te verzamelen, op te slaan en beschikbaar te maken voor verdere verwerking. Het is daarmee een database om zeer grote hoeveelheden data op te kunnen slaan, door de mogelijkheid om langdurig data over meerdere jaren op te slaan fungeert het DDSC tevens als een historische database waarin patronen over meerdere jaren bekeken en vergeleken kunnen worden. Door de omvang is de database erg schaalbaar en kan het gebruikt worden om andere platformen aan te koppelen om op deze wijze alle data die van belang is voor beheerders aan hen beschikbaar te kunnen stellen.

De ontwikkeling van het DDSC werd vanwege de omvang van het project Europees aanbesteed. Hiervoor werd ondersteuning verleend vanuit het Waterschapshuis. Het proces was redelijk uniek omdat een innovatief proces werd aanbesteed, normaliter worden meer gestandaardiseerde projecten aanbesteed. Stichting FC IJkdijk was zelfs genomineerd voor een prijs in Brussel met als onderwerp: Hoe ga je om met aanbesteding van innovatieve projecten? Het innovatieve aspect hiervan was het bieden van een platform aan de beheerder, waar big data technieken bij zijn toegepast. Ook is het open source, het doel is om een open source community te creëren waardoor uiteindelijk ook innovaties aan het systeem toegevoegd kunnen worden, zoals de toevoeging van applicaties die ook interessant zijn voor andere domeinen en innovatieve analysetechnieken zoals *DAM/live!* van Deltares of anomaliedetectie. Bij dit laatste geeft het systeem trendbreuken in data weer, waarna een expert naar de oorzaak kan kijken. In de waterwereld is dit vrij innovatief, het vormt een uitdaging om goede analysetechnieken en functionaliteiten te ontsluiten waarbij twee werelden bijeen worden gebracht, waarbij het een complicatie vormt dat de waterveiligheidswereld veelal een planningshorizon hanteert van 50 jaar en meer, terwijl in de ICT-wereld een planningshorizon slechts 3 maanden kan zijn.

Gebruik van het DDSC

Momenteel wordt het DDSC op verschillende manieren gebruikt. Binnen Livedijk Ameland is gebruik gemaakt van het DDSC om op een snelle manier een grote hoeveelheid aan informatie samengevat in een grafiek te kunnen zien, ook is daarbij te zien hoe meetwaarden in de loop van de tijd veranderen. Een andere beheerder gebruikt het DDSC momenteel vooral om de eigen servers te ontlasten: het is mogelijk om luchtfoto's met een zeer hoge resolutie weer te geven/op te slaan en de rekensommen worden drie keer zo snel gemaakt. Voor analyse doeleinden werkt het echter nog niet goed genoeg. Dit is wel de wens van beheerders die betrokken waren bij de ontwikkeling van het DDSC. Data en tijdreeksen afkomstig uit projecten worden aan het DDSC ter beschikking gesteld. Een beheerder stelt dat data en het DDSC kunnen bijdragen aan het idee van continu toetsen vanuit de gedachte van een risico-gestuurde opgave: middels een digitale kaart van het beheergebied kunnen alle assets in kaart gebracht worden met zowel de norm per asset als de toestand, wat gekoppeld de te ondernemen opgave aangeeft. Een mogelijke verdere uitwerking of verbetering zou gemaakt kunnen worden tussen het DDSC en DAMO dat wordt ontwikkeld.

Voor Livedijk XL bleek het DDSC een belangrijk hulpmiddel in de analyse van de Sinterklaasstorm van 2013. Het systeem geeft in combinatie met het Dijk monitorings- en conditioneringssysteem (DMC) allerlei informatie uit parameters, waterstanden en instrumenten waardoor informatie ingewonnen werd over het gehele dijktraject en over de actuele stand van de dijken. Te zien was in het DDSC aan de hand van informatie uit waterspanningsmeters welke mogelijke verschillen werden aangegeven in lengterichting en op dwarsraai. Ook is het mogelijk waterniveaus van verschillende locaties in een plot weer te geven om het verloop van de actuele waterstand te zien, dit was interessant daar een collega via Rijkswaterstaat de verwachtingswaarden naast deze gegevens legde. Het DDSC slaat deze waterstanden ook op, zodat er gelijk een historische database wordt gecreëerd. Ook voor de infiltratie-

proef XL had de database grote waarde, onder andere in het registreren van de vele verschillende soorten data. Lees hierover meer in de Best Practices rapportage van dit Kennisdoorbraakproject.

DDSC als hulpmiddel bij analyses

Respondenten zien de meerwaarde in de opslag van data afkomstig uit sensoren en de mogelijkheid om hier een historische (zoek)functionaliteit aan toe te voegen. Wel merken zij op dat het DDSC momenteel nog niet voldoet om te kunnen gebruiken in de dagelijkse werkzaamheden van de beheerder en ten behoeve van analyses. Hiervoor moet het nog worden doorontwikkeld waar betrokkenen input voor leveren. Een van de aspecten die moet worden verbeterd is anomaliedetectie, waarbij de uitschieters in data worden ondervangen om de uitkomsten betrouwbaarder te maken. Het is daarbij van belang om de oorzaak van de uitschieters te onderzoeken: storingen tussen verzenden en ontvangen, kapotte sensoren of onvoldoende energievoorziening. Naast de controle op correctheid is een beschrijving hieraan gekoppeld benodigd in de vorm van een logboek om een juiste interpretatie aan de data toe te kennen.

Binnen het DDSC ontbreken momenteel tussenstappen waardoor het niet inzichtelijk is waar uitschieters door veroorzaakt worden. Een controle op de juistheid van de data ontbreekt in de vorm van bijvoorbeeld een logboek waarin staat vermeld welk instrument en welke sensor op een bepaald tijdstip niet functioneerden en waardoor dit werd veroorzaakt. Wanneer dit wel aan de database wordt toegevoegd kunnen de oorzaken voor outliers worden terug gezocht en worden verklaard, dit geeft de gebruiker van de database meer vertrouwen in het hanteren ervan als hulpmiddel binnen een analyse.

Sterker sturen op de koppeling van data aan (dijksterkte)modellen

Een les waar in vervolgstappen strakker op gestuurd moet worden betreft de duiding van data: het leggen van de link tussen meetgegevens en wat dit betekent voor de te onderzoeken structuur. Dit wordt als grootste uitdaging gezien. Het duiden van data kan gedaan worden middels een koppeling met (dijksterkte)modellen, zoals DAM, om uiteindelijk uitspraken te kunnen doen over de sterkte van de dijk (zoals realtime bij DAM/live! het geval is). De ontwikkeling om data te koppelen aan modellen is binnen de Stichting IJkdijk te beperkt geweest. Aan het einde van de ontwikkelprogramma's is dit enigszins gerealiseerd, aangegeven wordt dat hier vanaf het begin af aan veel sterker op ingezet had moeten worden en dat hier vanaf het begin van de programma's door de partijen te weinig energie op is gezet, de technische mogelijkheden waren er wel. Een betrokkene denkt dat deze beperkte aansluiting een reden kan zijn waarom nog relatief weinig waterschappen zijn aangehaakt en hier gebruik van maken.

Betrokkenheid beheerders

Op dit moment is de betrokkenheid van de beheerders uiteenlopend. Beheerders van LiveDijken zijn betrokken geweest bij de ontwikkeling van het DDSC middels gebruikersoverleggen, hierin werd onder andere gevraagd welke gebruikerswensen zij hadden, welke functionaliteiten wel en niet praktisch zijn en hoe de interface eruit moest komen te zien. Ook waren beheerders betrokken bij de gebruikersacceptatietest bij de oplevering van het DDSC. Toch geven alle ondervraagden aan de eindgebruiker nog meer te willen betrekken bij de ontwikkeling van het systeem en de toepassing ervan, zoals de koppeling met andere systemen zoals hiervoor beschreven is. Een respondent stelt dat Rijkswaterstaat en waterschappen hun eigen software gebruiken, zo ontwikkelt het Waterschapshuis het DAMO Watersysteem, het nieuwe gestandaardiseerde datamodel voor de watersysteemgegevens van de waterschappen. Hij stelt voor het DDSC hierop aan te laten sluiten, een ander ziet een meer commerciële doelstelling voor de database waarbij het DDSC een interface zou moeten zijn van waaruit bedrijven producten kunnen ontwikkelen voor de watersector. Waterschappen zouden hierbij aan het DDSC kunnen betalen om producten af te nemen die het bedrijfsleven dan maakt in opdracht van het DDSC wanneer hier vraag naar bestaat.

Aanleveren informatie door partijen

Het DDSC wordt gevoed met data uit de LiveDijken. Het initiatief hiervoor kwam vanuit Stichting IJkdijk, de waterkeringbeheerders met LiveDijken zijn hier automatisch op aangesloten, dit viel onder het onderdeel dataverwerking binnen de LiveDijk projecten.

Een genoemde aanbeveling om het DDSC te verbeteren is de partijen die de betreffende data aanleveren meer tijd te geven om de data te kunnen analyseren en met 'verstand' aan te kunnen leveren. De gegevens moeten geïnterpreteerd worden en verwacht wordt dat deze niet één op één in het systeem geladen kunnen worden, om kwaliteit

te kunnen garanderen en de stap van ruwe data naar een analyse te kunnen maken waar uitspraken over gedaan kunnen worden moet deze benodigde tijd gegeven worden.

Randvoorwaarden ICT

Binnen de ontwikkeling van het dashboard SUCCESS voor beheerder waterschap Groot Salland (sinds 1 januari onderdeel van Drents Overijsselse Delta) heeft een betrokkene ten slotte geleerd dat het zeer belangrijk is om vanaf het begin van de ontwikkeling van het product rekening te houden met de IT-componenten van de opdrachtgever en de organisatie waar het in geïmplementeerd wordt qua IT-architectuur. Je hebt te maken met privacy regels waardoor bepaalde programma's en programmeertalen niet gebruikt mogen worden. Het is belangrijk vanaf het begin van het proces de IT-afdeling mee te nemen in de ontwikkelplannen. Een andere les was het belang van de beschikbaarheid van gedigitaliseerde data. Veelal wordt gezegd dat data gedigitaliseerd is, maar vaak is dat niet meer dan een gescande versie van informatie. Dat is niet hetzelfde als dat het in databases opvraagbaar is. Ten slotte is geleerd dat state-of-the-art kennis aangaande toetsing en instrumentaria (zoals het WBI) onmisbaar is om deel te kunnen nemen aan discussies, anders loop je al snel achter de feiten aan met productontwikkelingen om deze zinvol voor toepassing bij de beheerder in zijn reguliere processen te laten zijn.

6 Conclusies en aanbevelingen

Dit hoofdstuk beschrijft zowel de conclusies als aanbevelingen. Vanwege het evaluerende karakter van de rapportage waarbij met de beschrijving van de lessen de succesvolle en minder succesvolle ervaringen zijn belicht, liggen aanbevelingen in het verlengde en zijn deze in de tekst veelal beschreven, daar waar zij specifiek door respondenten werden genoemd. Om deze reden is voor een combinatie van conclusies en aanbevelingen gekozen om al te veel overlap te voorkomen.

De meeste lessen zijn geleerd op het gebied van procesorganisatie: procesinrichting, -begeleiding en implementatie van meet-, visualisatie- en monitoringssystemen binnen de eigen organisatie. Respondenten geven aan dat op dit vlak dan ook de meeste winst te behalen valt, teneinde de resultaten van de projecten en proeven te optimaliseren, en tevens de doorwerking ervan binnen beleidskaders en interne processen te optimaliseren.

Betrokkenen hebben aangegeven dat in de afgelopen 10 jaar langzaam een veranderende overwegend positieve houding tegenover het gebruik van sensoren en monitoren is ontstaan en ervaren dat er meer mogelijk wordt in en rondom de dijk.

Aangegeven is dat het eerste- en tweede IJkdijkontwikkelprogramma hieraan heeft bijgedragen, evenals aan de koppeling van metingen en berekeningen. De LiveDijken hebben het proces van ontwikkeling hiervan versneld. Voor de rivierwaterstanden is dit al 10-15 jaar mogelijk middels FEWS (Flood Early Warning System), voor de dijkenwereld was dit nog geen gemeengoed. Mede door Stichting FC IJkdijk is dit op de kaart gezet. Ook de koppeling van deze gegevens naar de monitor van de beheerder is een ontwikkeling die de afgelopen jaren is versneld. Ook hebben de stichtingen (Floodcontrol 2015 en IJkdijk) er toe geleid dat monitoren met sensoren op een georganiseerde, consistente manier wordt toegepast. Naast meer informatie uit herhaalde metingen met sensoren, zijn er binnen de projecten ook meer sonderingen uitgevoerd, waardoor er meer bekend is over de opbouw van de dijk. Hierdoor is meer input gegenereerd om in geval van mogelijke problemen er sneller achter te kunnen komen wat de reden hiervan zou kunnen zijn. Dit is – in combinatie met visuele inspecties – zinnige informatie voor beheerders.

Naast het georganiseerd- en systematisch gebruik en toepassing van meet- en monitoringssystemen zoals sensoren hebben de diverse speciale proefnemingen baanbrekende inzichten opgeleverd in de faalmechanismen piping (proeven in 2009 en 2012, praktijkonderzoek in 2013-2015), zettingsvloeiing (proef in 2014) en microstabiliteit (proeven in 2012, praktijkonderzoek in 2015). Ook het valideren van technieken, zowel gezamenlijk binnen zowel de All-in one sensor validatie test, als afzonderlijk binnen LiveDijk projecten hebben waardevolle inzichten opgeleverd, zoals het monitoren van droogte aan veenkaden, dat ook op andere locaties toepasbaar is en invulling geeft aan de zorgplicht bij veenkaden.

Naast deze ervaren meerwaarde met betrekking tot de ontwikkelprogramma's is opgemerkt dat de stap nu gemaakt moet worden van ontwikkeling naar reguliere toepassing binnen de interne processen van waterkeringbeheerders: zowel bij waterschappen als Rijkswaterstaat.

Ervaren is dat dit tot nog toe te beperkt heeft plaatsgevonden daar de nadruk binnen de programma's vooral op ontwikkeling heeft gelegen.

Aanbevolen wordt om de waterkeringbeheerders nog nadrukkelijker te betrekken bij dit proces en in dialoog achter de (technisch inhoudelijke) vragen te komen die zijzelf beantwoord zouden willen hebben om verder te komen binnen de eigen werkprocessen en taakstellingen.

Met behulp van bepaalde project- of programmastructuren kan hier organisatorisch vorm en handvatten aan gegeven worden met het oog op het organiseren, overtuigen en implementeren binnen de eigen organisatie. Aangeraden wordt om aan te sluiten bij lopende ontwikkelingen en gebruik te maken van reeds opgedane inzichten op dit vlak. In dit kader wordt verwezen naar inspanningen die zijn gedaan binnen het Corporate Innovatie Programma (CIP) - de centrale plek binnen Rijkswaterstaat waar innovatie wordt gestimuleerd en gefaciliteerd – zoals de STORM methodiek (Meijer et al. 2014). Hierbij wordt in een pril stadium een innovatief concept op waarde geschat en zicht verkregen op de kans van slagen. Ook het platform www.snellerinnoveren.nl kan veel inzicht bieden in het overbruggen van innovatiehobbels in de water- en infrasector. Op het platform is veel (project)informatie verzameld naar aanleiding van praktijk ervaringen waar men zoal tegen aan loopt bij het brengen van innovaties richting de praktijk.

In bestuurlijk opzicht hebben de Ontwikkelprogramma's bijgedragen aan het vergroten van het inzicht in de staat van primaire- en regionale keringen. Meer inzicht in de staat van assets wordt als zeer waardevol geacht in het licht van assetmanagement en optimalisatie principes: meer kennis over de kering geeft meer handvatten en handelingsperspectieven met betrekking tot beoordeling, ontwerp en versterking. De 'nieuwe' zorgplicht wordt daarbij ook genoemd als reden voor het gebruik van innovatieve meet- en monitoringssystemen.

De informatie die beschikbaar komt uit deze systemen wordt als een waardevol hulpmiddel beschouwd in het kader van geïnformeerde besluitvorming, als signaleringsfunctie in het geval van calamiteiten, in het informeren van bewoners en stakeholders uit het beheersgebied en daarmee in het vervullen van de wettelijke taken en aflegging van verantwoording.

Om voor deze redenen innovatieve meet- en monitoringssystemen binnen de eigen organisatie toe te kunnen passen zijn de uitdagingen beschreven op organisatorisch vlak: communiceren, overtuigen van de meerwaarde van monitoren aanvullend op de visuele inspecties en inbedding van inspanningen binnen beleidskaders en interne processen zijn door respondenten meermaals aangestipt. Het organiseren van het proces hieromheen met de inzet van procesinstrumenten wordt als zeer belangrijk gezien, waar op het moment nog te weinig aandacht voor is.

Het Dijk Data Service Centrum wordt in deze context genoemd als mogelijk instrument. De toegevoegde waarde van de database wordt gezien, vooral de grote capaciteit aan data dat het systeem kan verwerken en de mogelijkheden op het gebied van big data en data mining – het zoeken en combineren van historische data - worden genoemd. Respondenten geven aan het DDSC vooral als hulpmiddel te zien, waar nog verschillende doorontwikkelingen voor nodig zijn op het gebied van anomalie detectie en de validatie van data om het systeem goed bruikbaar te laten zijn voor beheerders binnen de analyse fase. Middels gebruikersoverleggen en een gebruikersplatform wordt reeds gehoor gegeven aan de doorontwikkeling van het DDSC waarbij gebruikerswensen goed worden meegenomen.

Kwalitatief goede- en betrouwbare data begint met een juiste positionering, aanbreng, inmeting en toepassing van de meet- en monitoringstechnieken ter plekke door technisch inhoudelijke experts. Herhaaldelijk is door betrokkenen aangegeven dat optimalisatie op dit gebied mogelijk is en dat dit de kwaliteit van het proces en berekeningen ten goede kan doen komen. Aanbevolen wordt binnen projecten hier zoveel mogelijk de mogelijkheden voor op te zoeken en niet te in te leveren op technische procesrandvoorwaarden. Dit geldt tevens voor het juist, volledig en in context aan kunnen leveren van data uit projecten aan het DDSC. Aangeraden wordt experts en betrokkenen hier meer tijd voor te bieden binnen het projectbudget, daar de database in termen van kwaliteit en betrouwbaarheid deels afhankelijk is van een juiste en volledige inhoud en aanlevering van deze data.

7 Geraadpleegde bronnen

[Flood Control IJkdijk]

Flood Control IJkdijk, *Zettingsvloeiing*, 2016

<http://www.floodcontrolijkdijk.nl/nl/experimenten/zettingsvloeiing>

[Flood Control IJkdijk]

Flood Control IJkdijk, *Livedijk XL Noorderzijlvest*, 2016

<http://www.floodcontrolijkdijk.nl/nl/livedijken/livedijk-xl-noorderzijlvest>

[Kennisplatform Dijkmonitoring]

Dijkmonitoring, *Projecten*, 2016

<http://www.dijkmonitoring.nl/projecten/>

[Koelewijn et al. 2016]

A.R. Koelewijn, S. Bakkenist, S.A. Stoorvogel-van der Horst. *'Best Practices Stichting Flood Control IJkdijk. Meerwaarde voor de waterveiligheidspraktijk: ontwikkelde kennis en toepassingen afkomstig van projecten uit het eerste- en tweede IJkdijkontwikkelprogramma'*. 2016, Stichting Flood Control IJkdijk.

[Meijer et al. 2014]

K. Meijer, A. Ros, M. van Aalst, *STORM gids*, versie 1.0, 2014, Corporate Innovatie Programma Rijkswaterstaat

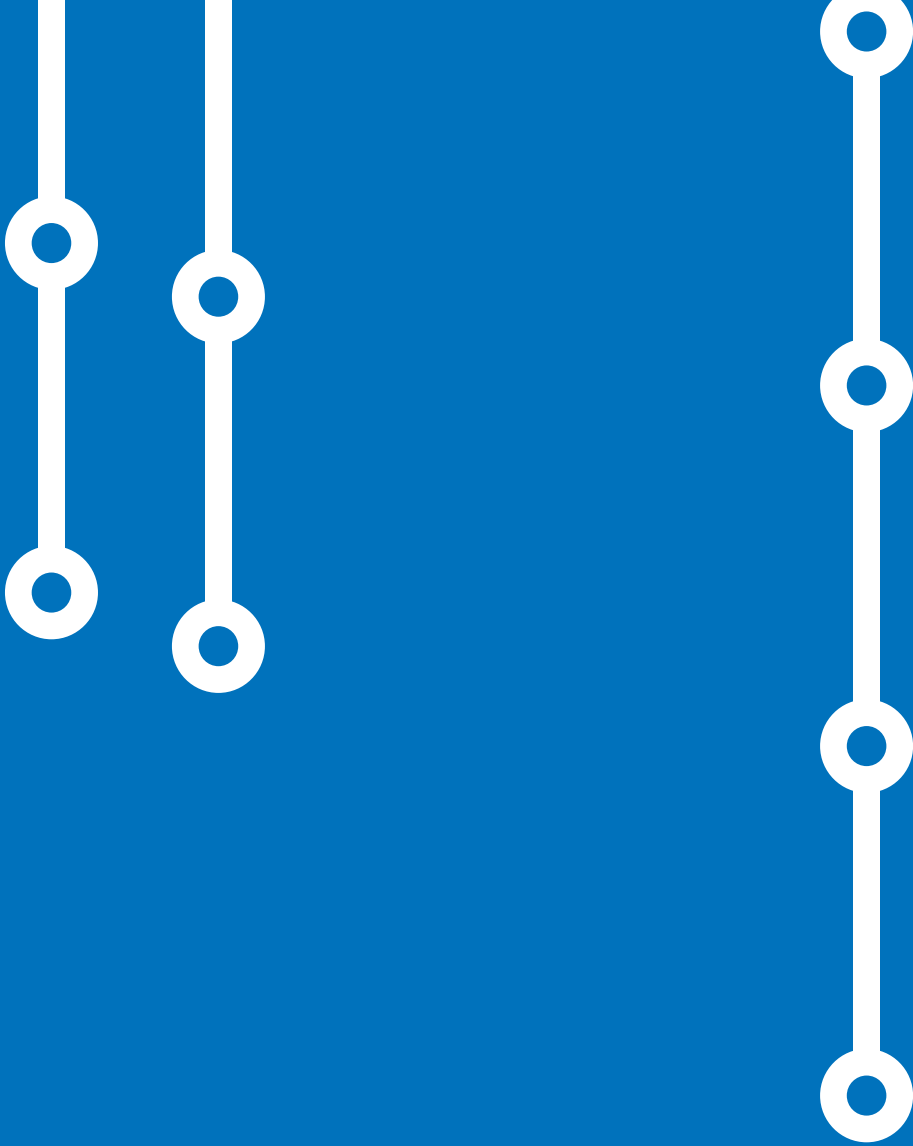
[Sneller innoveren.nl]

Sneller innoveren, *Belemmeringen en succesfactoren/evaluaties*, 2016

<http://www.snellerinnoveren.nl/4187>

[van den Berg et al. 2014]

Frans P.W. van den Berg & André R. Koelewijn, *'Monitoringsfilosofie voor de Nederlandse waterkeringen'*, *Geotechniek* 18(3):30-34. Educom 2014.



BIJLAGEN

Bijlage 1 Interviewleidraad

Interview leidraad – semi gestructureerd Rapportage Lessons Learned Eerste en Tweede IJkdijkontwikkelprogramma

Gezien het grote aantal vragen hoeft niet elke vraag aan elke respondent gesteld te worden. Afhankelijk van de achtergrond van de respondent en zijn/haar betrokkenheid binnen het project kan gekozen worden voor relevante vragenblokken.

Rol en functie

1. Op welke manier was/bent u betrokken bij de Stichting Flood Control IJkdijk projecten? (rol/verantwoordelijkheden et cetera.)
2. Was de benadering van data en monitoring zoals uitgevoerd binnen de projecten nieuw voor uw betrokkenheid/organisatie?

Opgave project

3. Wat was binnen het project waar u bij betrokken was de opgave?
4. Wat was hier de aanleiding voor? (technisch inhoudelijke vraag/bestuurlijke vraag)

Techniek

5. Welke meet- en monitoringstechnieken zijn binnen het project gebruikt waar u bij betrokken was?
6. Welke visualisatietechnieken zijn binnen het project gebruikt waar u bij betrokken was?
7. Welke technieken waren innovatief? Waren zij nog niet eerder in de waterveiligheidssector toegepast of nog niet eerder in de FC IJkdijkprojecten?
8. Kunt u de meerwaarde van monitoring duiden in relatie tot de (meet)uitkomsten van het project?
9. Bent u m.b.t. de technische aspecten binnen het project ergens tegen aan gelopen?
 - a. Nauwkeurigheid van metingen afhankelijk van toepassing: hoe ondervangen? (zoals positionering van apparatuur).
 - b. Validatie apparatuur: technieken op voorhand geijkt?
 - c. Leverde de schaal van de proef moeilijkheden of kansen op?
 - d. Uitdagingen m.b.t. data-verwerkingssysteem en visualisatiesystemen, draadloze technieken, waarnemingen in context zien, benodigde apparatuur in relatie tot budget etc.).
10. Is de opgedane kennis binnen de FC IJkdijk projecten en proeven voldoende voor toepassing in de praktijk door waterkeringbeheerders?
11. Is de opgedane kennis binnen de FC IJkdijk projecten en proeven voldoende voor toepassing in toonaangevende leidraden?

Bestuurlijk

12. Wat was de aanleiding van het project: speelde een technisch inhoudelijke vraag, of kwam de keuze voor het project en de locatie voort uit andere motieven?
13. Hoe staat monitoring binnen uw organisatie op de kaart? Hebben de FC IJkdijk projecten hier een bijdrage aan geleverd?
14. Wat hebt u nodig om dit meer op de kaart te zetten? Een enthousiaste gebruiker, een ambassadeur als het ware? Hoe bewerkstelligt u dit?
15. Bestaat de wens om een monitoringsstrategie binnen uw organisatie te implementeren? Hoe? Wie/wat voor nodig? Wat faciliteert/belemmert u hierin?
16. Wat kan dit monitoren/monitoringsstrategie betekenen voor (alternatieve) beheermaatregelen? (landelijke monitoringsstrategie voor waterkeringen i.r.t. zorgplicht)
17. Krijgen de projecten een uptake in beleid en besluitvorming: bv. in follow ups/ landelijke verkenningen/POV's via RWS/HWBP? (Zoals zettingsvloeiingen en ontgrondingskuilen.)

Proces/toepassing door en voor de gebruiker

18. Hoe is de samenwerking binnen het project verlopen? Vele partijen uit de gouden driehoek: hoe verliep het contact en werkzaamheden (andere 'taal' spreken, andere belangen nastreven)?
19. Bent u bij de ontwikkeling van de gebruikersinterface en/of het DDSC betrokken? Was de betrokkenheid naar uw mening voldoende?
20. Op welke wijze kunt u de ontwikkelde kennis en toepassingen uit de projecten toepassen op uw eigen werkzaamheden?
21. Welke procesafspraken zijn gemaakt? Waren deze afspraken toereikend om het gestelde doel binnen het project te bereiken?
22. Is er gesproken over een mogelijke follow up/verlenging van de monitoringsperiode en een rolverdeling hierbinnen? Zo ja, wat was hier de reden voor?
23. Het IJkdijk programma houdt medio 2016 op met bestaan, het doel is om het DDSC dan over te dragen aan de beheerder. Wat voor stappen zijn er tot dan nog nodig in de ontwikkeling van het DDSC om het voor u als gebruiker werkbaar en handzaam te laten zijn?

(Toepassing van) kennis

24. Heeft u gepubliceerd over het project waarbij u betrokken was? Waarom wel/niet?
25. Bent u bekend met een overzicht van publicaties door Stichting FC IJkdijk. In het kader van het stimuleren van kennisontwikkeling.
26. Wat weet u van de kwaliteit van de data? Hoe vindt kennisborging en kwaliteitscontrole plaats?
27. Hoe zou de borging van de kwaliteit en betrouwbaarheid verbeterd kunnen worden?

Data

28. Bent u bekend met de volgende websites?
 - www.floodcontrolijkdijk.nl
 - www.smartlevee.nl
 - www.ddsc.nl
 Indien ja, kunt u voor de bij u bekende site/portal aangeven:
 - a. Hoe heeft u de site leren kennen? (gezien op/gehoord van)
 - b. Waarvoor gebruikt u deze portals/site(s) in uw dagelijks werk?
 - c. Is het de bedoeling dat u het ddsc dagelijks gaat gebruiken/in uw dagelijkse processen, is het daarvoor geschikt? Is het toereikend?
 - d. Hoe maakt u gebruik van de aangeboden informatie?
 - e. Heeft u aanbevelingen voor verbeteringen of aanvullingen?
29. Heeft u een mening over onderlinge samenhang van de genoemde websites/portals? Vragen om meerwaarde duiden: voldeden de losse platforms en data niet?

Aanbevelingen

30. Als u opnieuw aan het project deel zou nemen, zou u dan iets anders willen doen? Wat zou uw prioriteit hebben?
31. Samenvattend: wat heeft u geleerd en wat kunt u daarmee (toepassing)?

Bijlage 2 Belangrijkste uitkomsten per project

Proces	Bestuurlijk	Technisch	Wat is geleerd?
LiveDijk XL			
		x	Kennis over faalmechanisme: geen piping. Wel macro- en micro instabiliteit. Ervaringen opgedaan met DMC en infiltratieproef.
LiveDijk Ameland			
		x	Metingen uit vergelijkbare monitorings-programma op km 2.4 hebben metingen van km 7.0 ondersteund. Aangetoond is dat er geen versterkings-maatregelen voor piping nodig zijn.
LiveDijk de Veenderij			
		x	Kennis over meten aan droogte: monitoringspakket aan inzicht: welke technieken wel en niet geschikt zijn om aan droogte te meten.
Livedijk Utrecht			
	x		Ervaring opgedaan met monitoringssystemen in beheergebied. Ervaring was beslissing- en besluitvorming ondersteunend.
Zettingsvloeiing			
		x	Kennis over faalmechanisme: kennis over bresvloeiingen en verwekingsvloeiingen. Bijdrage op langere termijn voor advisering richtlijnen: WBI, CUR, NEN.
AIO SVT			
x		x	Proces: succesvol beoordelingskader opgezet en getoetst. Techniek: validatie van technieken- en visualisatiesystemen.
SUCCESS			
x		x	Berekening van operationele overstromings kans en toepassing hiervan in visualisatiesysteem voor gebruiker
DDSC			
		x	Waardevolle (historische) database voor big data, nog slagen te maken in het geschikt maken van data voor analyse, validatie van en anomalie detectie in data.

Contact

Stichting FloodControl IJkdijk
Postbus 97 | 9350 AB Leek

E info@ijkdijk.nl
T 0594 55 50 50

www.floodcontrolijkdijk.nl

Stichting FloodControl IJkdijk
is gevestigd in Groningen

