

State of the art dijkmonitoring bij Waterschap Rijn en IJssel



Maarten Stolwijk

Bachelor thesis civiele techniek, University of Twente

Begeleider Universiteit Twente: dr.ir. G.H.P. Campmans

Begeleider BZ Ingenieurs & Managers: ir. I.C. van Klarbergen

2^{de} Beoordelaar Universiteit Twente: R.B.A. ter Huurne MSc

25 juni 2024



**UNIVERSITY
OF TWENTE.**



Samenvatting

Door de eeuwen heen hebben Nederlanders een voortdurende strijd tegen het water gevoerd, wat resulteerde in de bouw van dijken. Na de overstromingen van 1953 en de jaren negentig is de nadruk op het monitoren van de dijken toegenomen. Met de toename in monitoring is er een achterstand in documentatie waargenomen. Om dit gat te dichten wordt in deze scriptie de state of the art van dijkmonitoring bij Waterschap Rijn en IJssel in kaart gebracht.

Het primaire doel is het verkrijgen van een overzicht van de state of the art van de meet- en monitoringstechnieken. State of the art omvat niet alleen de meest innovatieve methoden maar ook de het gebruik van de oudere methoden. De belangrijkste onderzoeksvragen omvatten de besluitvorming rond het starten met dijkmonitoring, de gebruikte technieken en hoe ze samen worden gebruikt, en hoe de gegevens worden verwerkt en gebruikt voor besluitvorming.

Voor de uitvoering van het onderzoek zijn zes interviews afgenomen bij Waterschap Rijn en IJssel. Om een overzicht te houden is de monitoring gekoppeld aan de levensfasen van een dijk. In de beheerfase en de versterkingsfase kan dezelfde monitoring gebruikt worden maar met een ander doel. Daarom is het belangrijk om de gehele levensfase door te lopen. Belangrijke meetmethoden bij Waterschap Rijn en IJssel zijn boringen, sonderingen, grondradar, infraroodkijkers, hoogtemetingen met LiDAR-technologie, en peilbuizen. Veel van deze methoden worden echter niet ingezet voor monitoring. De meeste data die wordt verzameld wordt opgeslagen in de geo-kern registraties van Waterschap Rijn en IJssel. Dit is een database die zonder aanleiding wordt gezien als statisch.

De monitoring wordt opgesplitst in twee hoofdtypen: projectmonitoring en basismonitoring. Projectmonitoring vindt plaats ter voorbereiding op projecten of als gevolg van projecten. Voorbeelden zijn het dijkversterkingsproject Den Elterweg-Zutphen en de monitoring van de overnachtingshavens bij Spijk. Basismonitoring is gericht op de zorgplicht van het waterschap om voortdurend inzicht te hebben in de staat van de dijken in de beheerfase. Voorbeelden zijn de monitoring van bevergraverijen met infraroodkijkers en het uitrollen van het Monitoringsnetwerk Primaire Waterkeringen (MPW). MPW omvat ongeveer 75 raaien met peilbuizen om langdurig grondwaterstanden te meten en inzicht te verkrijgen in de faalmechanismen piping en macrostabiliteit in het gehele areaal primaire waterkeringen.

Dijkmonitoring is de laatste decennia aanzienlijk verbeterd. Bij Waterschap Rijn en IJssel wordt voornamelijk gebruik gemaakt van vertrouwde methoden, met peilbuizen als meest gebruikte. De schaal, continuïteit en methode zelf is wel toegenomen. Zo kan de meetapparatuur in de peilbuis zelf continu data verzenden waardoor er continu inzicht kan worden gehouden. Met project MPW is ook de schaal enorm toegenomen. Om in de beheerfase continu het gehele areaal primaire waterkeringen in zicht te hebben neemt niet alleen de hoeveelheid metingen toe maar ook de dataverwerking wordt veel verbeterd.

Executive summary

For centuries the Dutch have waged a continuous battle against water, resulting in the construction of dikes. Following the floods of 1953 and the 1990s, the emphasis on dike monitoring has increased. With the increase in monitoring, a backlog in documentation has been observed. To bridge this gap, this thesis maps out the state of the art of dike monitoring at Waterschap Rijn en IJssel.

The primary goal is to obtain an overview of the state of the art of measurement and monitoring techniques. The state of the art includes not only the most innovative methods but also the use of older methods. The main research questions include decision-making around starting dike monitoring, the techniques used and how they are combined, and how the data is processed and used for decision-making.

For the execution of the research, six interviews were conducted at Waterschap Rijn en IJssel. To maintain an overview, the monitoring is linked to the life stages of a dike. In the management phase and the reinforcement phase, the same monitoring can be used but with a different purpose. Therefore, it is important to go through the entire life cycle. Key measurement methods at Waterschap Rijn en IJssel include drilling, cone penetration tests, ground-penetrating radar, infrared viewers, altitude measurements with LiDAR technology, and monitoring wells. However, many of these methods are not used for monitoring. Most of the data collected is stored in the geo-core registrations of Waterschap Rijn en IJssel. This is a database that is seen as static without cause.

Monitoring is divided into two main types: project monitoring and basic monitoring. Project monitoring takes place in preparation for projects or as a result of projects. Examples include the dike reinforcement project Den Elterweg-Zutphen and the monitoring of the overnight harbor at Spijk. Basic monitoring focuses on the duty of care of the water authority to have continuous insight into the condition of the dikes in the management phase. Examples include the monitoring of beaver burrows with infrared viewers and the rollout of the project: Monitoringsnetwerk primaire waterkeringen (MPW). MPW includes approximately 75 transects with monitoring wells to measure groundwater levels over the long term and to gain insight into the failure mechanisms of piping and macro-stability throughout the entire area of primary water defenses.

Dike monitoring has significantly improved in recent decades. At Waterschap Rijn en IJssel, mainly trusted methods are used, with monitoring wells being the most utilized. The scale, continuity, and the use of the method itself have increased. For example, the measuring equipment in the monitoring well can continuously transmit data, providing continuous insight. With the MPW project, the scale has also increased enormously. To continuously have insight into the entire area of primary water defenses in the management phase, not only has the amount of measurements increased, but data processing has also greatly improved to the point that real-time insight can be reached.

Inhoudsopgave

1	Introductie	1
1.1	Introductie betrokken partijen	1
2	Context dijkmonitoring	2
2.1	Faalmechanismen	2
2.2	Meetmethoden	2
3	Onderzoekskader	5
3.1	Probleemstelling	5
3.2	Onderzoeksdoel	5
3.3	Onderzoeksvragen	5
4	Methode	6
4.1	Monitoring in alle levensfasen	6
4.2	Interviews	7
5	Resultaten	8
5.1	Projectmonitoring	8
5.2	Basismonitoring	10
6	Discussie	13
7	Conclusie	14
8	Aanbevelingen	15
9	Bijlagen	17
9.1	Interview Bas Krewinkel, 30-04-2024	17
9.2	Interview Christien Veenstra-Huisman, 30-04-2024	21
9.3	Interview Sander van Poorten, 16-05-2024	24
9.4	Interview Wouter Zomer, 23-05-2024	30
9.5	Interview Kristina Brockotter, 23-05-2024	34
9.6	Interview Emiel Huizinga, 27-05-2024	36
9.7	Storyline dijkmonitoring Waterschap Rijn en IJssel	40

1 Introductie

Al eeuwenlang voeren de Nederlanders een strijd tegen het water. Vanaf de 13e eeuw zijn er dijken gebouwd in het Nederlandse platteland^[1]. Het was echter pas bij de oprichting van de waterschappen dat de waterveiligheid structureel werd aangepakt. Hoewel er veel dijken en polders zijn gebouwd, is het monitoren ervan niet altijd een hoge prioriteit geweest. Met de overstroming van 1953 en de rivieroverstromingen in de jaren negentig is dit inzicht veranderd, en is dijkmonitoring belangrijker geworden.

Waar 20 jaar geleden structurele, langdurige monitoring van dijken nieuw en onbekend was, wordt het steeds gebruikelijker en vaker toegepast. Er zijn steeds meer verschillende soorten technieken beschikbaar en in ontwikkeling om doelgericht de dijken te meten en te monitoren. De implementatie hiervan in het dagelijks leven van de waterkeringbeheerders is aan de gang. Deze verschuiving in interesse heeft geleid tot de behoefte aan documentatie over dijkmonitoringstechnieken en -strategieën.

In de afgelopen 15 jaar zijn er meerdere rapporten gepubliceerd over dijkmonitoringstechnieken. Met veel bedrijven die meer monitoringstechnieken verbeteren en implementeren, is de behoefte ontstaan aan een bijgewerkt overzicht van de huidige staat van dijkmonitoring. Om dit overzicht voor het meten en monitoren van dijken te creëren moet eerst de huidige situatie worden vastgesteld. De huidige stand van zaken van dijkmonitoring kan worden beschreven in storylines.

In deze scriptie wordt de de dijkmonitoring bij Waterschap Rijn en IJssel vastgesteld aan de hand van de volgende onderdelen. Eerst wordt er een achtergrond gegeven over dijkmonitoring. In de tweede sectie zal de context van het onderzoek worden beschreven en worden de doelen opgezet. Vervolgens wordt de onderzoeksmethode omschreven om uiteindelijk tot de resultaten te komen.

1.1 Introductie betrokken partijen

Waterschap Rijn en IJssel is de partij waar de state-of-the-art van dijkmonitoring is onderzocht. Waterschap Rijn en IJssel is werkt in Oost-Gelderland, het zuiden van Overijssel en het zuidoosten van de Veluwe. Interviews en onderzoek naar cases zijn in samenwerking met het Waterschap uitgevoerd.

BZ Ingenieurs en Managers (BZIM) is het bedrijf waar het afstudeeronderzoek is uitgevoerd. BZIM is een adviesbureau op het gebied van waterveiligheid en -beheer. BZIM is onderdeel van het 'Netwerk Dijkmonitoring', een netwerk dat is opgezet om kennis en ervaringen uit te wisselen.

Netwerk Dijkmonitoring is een netwerk van medewerkers van waterschappen, marktpartijen en kennisinstellingen en heeft als doel kennis over dijkmonitoring te verspreiden. Via Netwerk Dijkmonitoring wordt kennis over dijkmonitoring en het gebruik ervan verspreid, om dit in de praktijk te vergroten en de potentieel te benutten. Netwerk Dijkmonitoring heeft project State of the Art lopen waar dit onderzoek deel van uit maakt. Deltares, Arcadis, Fugro, STOWA en BZIM leiden gezamenlijk het netwerk, bieden ondersteuning en geven gezamenlijk vorm aan het kernteam van het netwerk.

2 Context dijkmonitoring

Dijkmonitoring is het uitvoeren van herhaaldelijke metingen van een dijk. In de aankomende sectie worden de belangrijkste faalmechanismen van een dijk en een aantal veelgebruikte methoden om hiernaar te meten beschreven.

2.1 Faalmechanismen

Als het doel is om dijken te monitoren, is het belangrijk om te weten waarop je moet monitoren. In het volgende hoofdstuk worden verschillende faalmechanismen van dijken besproken.

Het eerste faalmechanisme is instabiliteit van de bekleding. Dit faalmechanisme treedt op wanneer de bekleding van de dijk instabiel is en erodeert. Als de bekleding weg is, is de dijk een stuk minder stabiel en kan ook de bodem eroderen. Dit faalmechanisme kan worden gecontroleerd door te kijken naar de afmetingen van de dijk en de bekleding.

Het tweede faalmechanisme is piping. Piping treedt op als er grondwater onder de dijk stroomt. Deze grondwaterstroming komt onder de ondoorlatende laag van de dijk. De grondlaag waar de waterstroming in gebeurt heet het watervoerende pakket. De waterstroming kan leiden tot een pipe onder de dijk door die in het achterland van de dijk omhoog komt. Dit wordt ook wel opbreken genoemd. Als dit gebeurt kan er zand meegenomen worden waardoor er lege ruimte onder de dijk ontstaat wat kan leiden tot verzakking van de dijk. Door te kijken naar de grondwaterstanden en de verzadiging van de dijk kan het faalmechanisme worden gevolgd.

Het volgende faalmechanisme is instabiliteit. Zowel op macro- als op microschaal kan instabiliteit in de dijk optreden. Als de dijk instabiel is, zakt de grond in en faalt de dijk. Micro-instabiliteit treedt op bij langdurig hoogwater of waterstroming door de dijk. Er ontstaan scheuren en verzakkingen en de zandkern van de dijk komt bloot te liggen. Dit leidt tot erosie en uiteindelijk bezwijken. Macro-instabiliteit treedt op wanneer het evenwicht in het grondlichaam verloren gaat. De stabiliteit gaat verloren en een groot deel van de dijk zal verzakken en bezwijken. Macrostabieliteit kan worden gecontroleerd door veel dingen, zoals het meten van de waterspanning en verzadiging of simpelweg zoeken naar scheuren.

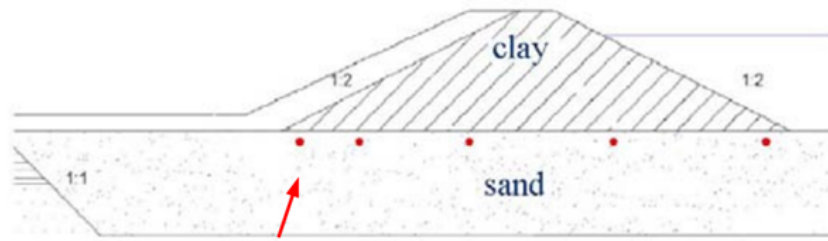
2.2 Meetmethoden

2.2.1 Boringen & Sonderingen

Boringen en sonderingen worden beide uitgevoerd om een visualisatie van de bodemlagen te maken. Bij het boren worden bodemmonsters meegenomen naar het laboratorium en geanalyseerd. Daar worden de bodemeigenschappen geanalyseerd en de verschillende bodemlagen geïdentificeerd. Bij sonderen wordt een sonde in de grond gebracht en de sensoren op de sonde geven gegevens over de bodem eromheen. Zowel sonderen als boren geven een zeer duidelijk, plaatselijk beeld van de bodem, maar vertellen weinig over grotere gebieden [\[7\]](#).

2.2.2 Glasvezel

Glasvezeloptica wordt al vele jaren op grote schaal gebruikt in structurele monitoringssystemen voor civieltechnische toepassingen. Een optische vezel is een golfgeleider met een diameter in de orde grootte van 0,1 mm waarmee licht over afstanden van kilometers kan worden getransporteerd. Er is een breed scala aan optische vezels ontwikkeld, genaamd singlemode of multimode, van glas of kunststof, met een vaste of holle kern, verpakt in zeer uiteenlopende vormen om signalen over te brengen die zichtbaar of onzichtbaar kunnen zijn [\[2\]](#). Als er vervorming optreedt in de dijk wordt de kabel uitgerekt. Door de rek wordt de vervorming gemeten. Temperatuur kan ook worden gemeten door een glasvezelkabel. Door de temperatuur te meten kunnen verschillende waterstromen door de dijk worden gedetecteerd. In figuur [1](#) staat een voorbeeldopstelling van de plaatsing van glasvezel onder de dijk. De sensoren zijn in het watervoerende pakket onder de dijk geplaatst om daar de waterstroming te kunnen meten.



Figuur 1: Dwarsdoorsnede van de dijk voor een typische plaatsing van glasvezels in rood [3]

2.2.3 Grondradar

Bij meten met een grondradar wordt er informatie verzameld over de bodemopbouw. Er wordt een elektromagnetische golf met een radarantenne de grond in gestuurd. Zowel de dikte van het afdekkende pakket, met eventuele discontinuïteiten, als de dikte van de zandlaag kunnen worden gemeten en zijn belangrijke parameters voor het bepalen van het risico op piping [7].

2.2.4 Waterspanningsmeter

Waterspanningsmeters of piëzometers zijn een van de meest gebruikte sensoren om te meten aan dijken [10]. Een piëzometer kan de waterspanning en het grondwaterpeil meten. Hiermee kan inzicht worden verkregen in de verzadiging van de dijk. De verzadiging heeft veel invloed op faalmechanismen zoals piping en macro-stabiliteit.

2.2.5 Infrarood camera

Een infrarode camera kan een visuele weergave geven van de heersende temperaturen [7]. Dit kan gebruikt worden voor het opsporen van fauna of wellen omdat er in beide gevallen een temperatuurverschil met de omgeving optreedt. Een voorbeeld van een kwel gezien door een infrarood camera staat in figuur 2. Omdat het opkomende water een andere temperatuur heeft dan de omgeving licht de kwel duidelijk op.



Figuur 2: Voorbeeld van opkomend water in een kwel door infraroodmetingen [8]

2.2.6 Hoogtemetingen

Hoogtemetingen worden vaak gedaan met Lidar-technologie. Vanaf een hoogte wordt een laser naar de oppervlakte gestuurd en de gereflecteerde straal wordt gemeten. Hiermee wordt de hoogte van het land zeer accuraat gemeten (ook door vegetatie heen). Heel Nederland is met deze methode recentelijk ingemeten vanuit een vliegtuig en in het Actueel Hoogtebestand Nederland (AHN) gezet [13].

2.2.7 Peilbuizen

Peilbuizen zijn relatief kleine buizen geplaatst in de grond. Doordat er een filter in de buis zit kan het grondwater de buis in stromen. Door een meetsensor te plaatsen in de buis kan de

grondwaterstand of stijghoogte gemeten worden. Er zijn verschillende soorten meetsensoren die in de buizen geplaatst kunnen worden die zorgen voor verschillende soorten data. Het makkelijke aan peilbuizen is dat de meetsensoren makkelijk verwisseld kunnen worden.

3 Onderzoekskader

In deze sectie wordt de aanleiding en het doel van het onderzoek beschreven. Eerst wordt de probleemstelling uitgelegd met daarna het onderzoeksdoel en de bijbehorende onderzoeksvragen.

3.1 Probleemstelling

Op dit moment is er een gebrek aan kennis over de state of the art van dijkmonitoring. Ruim 10 jaar geleden is onderzoek gedaan⁴ naar de toen gangbare meettechnieken en hoe goed ze presteerden. In de afgelopen 10 jaar is er echter veel informatie en ervaring verzameld. Het probleem is dat veel verschillende bedrijven en onderzoekers verschillende verbeteringen en ervaringen hebben en er geen verzameling is van de state of the art van dijkmonitoring. Om deze verzameling te maken moet de huidige situatie worden vastgesteld. Dit kunnen nieuwe methoden zijn, maar ook oudere methoden die in het gebruik zijn geperfectioneerd tot de huidige stand van de techniek.

3.2 Onderzoeksdoel

Om het gat in de kennis te dichten is Netwerk Dijkmonitoring bezig met project 'State of the Art'. In dit project worden bij meerdere instanties de staat van het dijkmonitoren geïnventariseerd om zo tot een overzicht te komen van de state of the art van dijkmonitoren. Het onderzoeksdoel is om een overzicht te krijgen van de state of the art van dijkmonitoring bij Waterschap Rijn en IJssel (uitgedrukt in een storyline).

3.3 Onderzoeksvragen

- Wat is de state of the art van de meet- en monitoringstechnieken bij Waterschap Rijn en IJssel?
 1. Hoe verliep de besluitvorming om te starten met dijkmonitoring?
 2. Welke meet- en monitoringstechnieken worden in combinatie met elkaar gebruikt voor welke redenen?
 3. Met welk doel is gemeten en hoe past het meet- en monitoringssysteem bij dit doel?
 4. Hoe is de dataverwerking en data-analyse georganiseerd en hoe is deze gekoppeld aan besluitvorming rondom (versterkings)maatregelen?

4 Methode

Om een compleet beeld te krijgen van de monitoring bij Waterschap Rijn en IJssel is het belangrijk om de complete levenscyclus van de dijk door te lopen. In de aankomende sectie worden de onderzoeksvragen gekoppeld aan de vier levensfasen van een dijk.

Dijkmonitoring kan een rol spelen in de verschillende fasen van de levenscyclus van een dijk: beoordeling, ontwerp, aanleg/uitvoering, beheer en onderhoud en calamiteiten [7] zoals te zien in de levenscyclus in figuur 3. In de verschillende fasen zijn er verschillende eisen voor de metingen en monitoring. Om in elke fase goed inzicht te krijgen moet er in elke fase met een ander doel gemonitord worden. In de aankomende sectie wordt voor alle fasen uitgelegd welke monitoringsdoelen bij welke fase horen en hoe deze zijn gekoppeld aan de onderzoeksvragen.



Figuur 3: Monitoring in de verschillende levensfasen van een dijk [6]

4.1 Monitoring in alle levensfasen

Om de onderzoeksvraag te beantwoorden zijn er interviews afgenomen bij Waterschap Rijn en IJssel. Tijdens deze interviews is de state-of-the-art van dijkmonitoring bij het Waterschap volledig verzameld. Dat betekent dat de monitoring in alle levensfasen compleet is opgesteld. Om overzichtelijk te houden in welke fasen van de levenscyclus bepaalde monitoring plaatsvindt wordt de cyclus doorlopen.

De interviews zijn opgesplitst in drie hoofdonderdelen of vragen. Deze zijn apart beantwoord voor beide het beheer (fase 1 & 2) en de versterking (fase 3 & 4). Ten eerste, wat moet worden gemonitord. Dit omvat de monitoringslocatie, mogelijke faalmechanismen, waarden die nodig zijn om deze faalmechanismen te monitoren en hoe deze waarden kunnen worden verzameld of berekend. Dit beantwoord deelvraag 1. Ten tweede, welke methoden worden gebruikt om te monitoren en waarom deze methoden? Dit omvat vragen over welke monitoringsmethoden samen worden gebruikt en voor welk doel. Deelvragen 2 en 3 worden in dit deel beantwoord. Ten derde, hoe worden de verzamelde gegevens verwerkt en, indien nodig, hoe wordt er ingegrepen. In dit laatste deel is deelvraag 4 beantwoord over hoe de gegevens na de monitoring worden verwerkt en gebruikt. Met het beantwoorden van al deze deelvragen is ook de hoofd onderzoeksvraag volledig beantwoord.

Tot slot is er de laatste stap van het onderzoek waarin de resultaten op een duidelijke manier worden gepubliceerd. De state-of-the-art van monitoringstechnieken wordt beschreven in een storyline. In deze storyline wordt het gehele proces van dijkmonitoring bij Waterschap Rijn en IJssel beschreven vanaf de beslissing om te beginnen met monitoren tot aan de gegevensverwerking. Dit kunnen zowel de basis stappen zijn die in de meeste gevallen worden gedaan als enkele casus specifieke technieken. De gehele storyline is te lezen in bijlage 9.7.

4.2 Interviews

De interviews zijn semi-gestructureerd afgenomen. Dit betekent dat er een specifieke set vragen is (zoals een interviewplan), maar dat de geïnterviewden de vrijheid hebben om ze vrij te beantwoorden en te interpreteren. Dit leidt tot een natuurlijk gesprek waarin de belangrijkste aspecten, zoals gezien door de geïnterviewde, worden besproken. De interviews zijn gegaan over het algemene gebruik van methoden, maar ook casus specifiek om te onderscheiden in welke gevallen bepaalde beslissingen zijn of worden genomen. Het voordeel van deze interview opzet is dat alle kennis naar voren kan komen, ook de kennis waarvan niet duidelijk was dat het bestond. Het nadeel van deze manier van interviews houden is dat veel geïnterviewden dezelfde kant op denken en daardoor relatief hetzelfde gesprek voeren. Hierdoor was het belangrijk om veel verschillende vragen voor te bereiden om elk interview een specifieke nieuwe kant op te kunnen sturen.

De interviews zijn opgezet door eerst een geraamte op te zetten voor monitoring. Dit geraamte heeft dezelfde opzet als de hoofdonderdelen hierboven. Met dit uitgebreide geraamte is er geprobeerd zo uitgebreid mogelijk de monitoringsopzet te creëren zonder aannames te doen. Het geraamte is opgezet aan de hand van het stroomschema monitoringsplan uit "Handreiking voor het opstellen van een monitoringsplan t.b.v. piping" [7]. De interview vragen zijn rondom deze opzet gemaakt met als doel deze opzet in te kunnen vullen.

1. Wat is het monitoringsdoel?
 - (a) Waar moet er gemonitord worden?(projectafbakening)
2. Waar wordt voor gemonitord?
 - (a) Welke waarden wordt voor gemonitord?
 - (b) Welke faalmechanismen wordt voor gemonitord?
3. Welke monitoringstechnieken zijn gekozen?
 - (a) Waarom zijn de technieken samen gebruikt?
4. Hoe zijn de monitoringstechnieken geïmplementeerd?
5. Hoe zijn de verantwoordelijkheden verdeeld tijdens het proces?
6. Hoe wordt er omgegaan met de verkregen data?
 - (a) Hoe wordt de data verwerkt?
 - (b) Hoe wordt er gehandeld met de data?

Omdat monitoring in de beheer- en versterkingsfase verschillende doelen en dus uitvoering hebben worden deze apart genomen. Deze worden corresponderend onderscheiden door de termen basismonitoring en projectmonitoring. Basismonitoring omvat alle monitoring die continu gedaan wordt om in de beheerfase inzicht te houden. Projectmonitoring wordt gedaan bij de uitvoering van een project om extra informatie te verzamelen.

5 Resultaten

Aan de hand van de interviews afgenomen bij Waterschap Rijn en IJssel is er een storyline opgezet over dijkmonitoring bij Waterschap Rijn en IJssel. Deze storyline wordt gebruikt door netwerk dijkmonitoring om een wiki op te zetten over dijkmonitoring. Dit overzicht over dijkmonitoring heeft als doel om kennis te verspreiden. De gehele storyline is te lezen in bijlage 9.7. De storyline is opgezet met behulp van de geïnterviewden: Bas Krewinkel, Christien Veenstra-Huisman, Sander van Poorten, Wouter Zomer, Kristina Brockotter en Emiel Huizinga. De transcripties van de interviews zijn te lezen in bijlages 1 tot 6.

In de aankomende sectie wordt de state of the art van dijkmonitoring bij Waterschap Rijn en IJssel toegelicht. Hierin worden de onderzoeksvragen beantwoord. Om dit te doen wordt er eerst onderscheid gemaakt tussen verschillende monitoringsdoelen om vervolgens bij elk doel tot de uitvoering bij Waterschap Rijn en IJssel te komen. In dijkmonitoring wordt er bij Waterschap Rijn en IJssel onderscheid gemaakt tussen twee monitoringsdoelen.

1. Projectmonitoring

Waterschap Rijn en IJssel heeft een grote database waarin geo informatie van de keringen worden opgeslagen. Naast deze database zijn er landelijke databases waar Waterschap Rijn en IJssel gebruik van maakt. Als er projecten worden uitgevoerd of vergunning worden uitgedragen op of rondom keringen worden de dijken gemonitord op veranderingen. Ook wordt er data verzameld om projecten uit te kunnen voeren.

2. Basismonitoring

Naast de behoefte om de geo-data van de dijken te hebben wil Waterschap Rijn en IJssel meer inzicht in de dijken vanuit de beheer fase. Het hebben van meer grondwater data wordt gezien als deel van de zorgplicht. Momenteel houdt dat in dat er een grootschalig netwerk peilbuizen wordt geplaatst bij de primaire waterkeringen.

5.1 Projectmonitoring

Binnen projectmonitoring zijn er voor Waterschap Rijn en IJssel twee verschillende redenen om te monitoren. Dit is monitoring als gevolg van een project en monitoring voor de uitvoering van een project.

5.1.1 Monitoring als gevolg van een project

Monitoring als gevolg van een project wordt gedaan om de geo-data van Waterschap Rijn en IJssel accuraat te houden. Bij het uitvoeren van een project op en rondom een kering kan er veel veranderen. Er worden aan de hand van een project metingen, en soms ook kortstondige monitoring, uitgevoerd om te controleren of de kering zich voordoet als verwacht na het project. Deze metingen worden op veel verschillende manieren gedaan afhankelijk van wat voor project is uitgevoerd bij de kering. De meest gebruikte meetmethoden en hun implementatie wordt in het komende deel uitgelegd. Daarna wordt er een voorbeeld gegeven bij een project uitgevoerd bij Spijk.

5.1.2 Metingen

De metingen voor Waterschap Rijn en IJssel worden opgeslagen in de geo-kernregistraties. Dit is data gekoppeld aan een specifieke locatie op de kaart. Er zijn bijna 40 lagen in de geo-kernregistraties, uiteenlopend van de plaatsing van de dijkpaaltjes tot de opbouw van de grondlagen in de dijk. Deze metingen worden vaak eenmalig uitgevoerd en zonder aanleidingen worden deze gezien als statisch. Er worden wel steekproeven uitgevoerd op datakwaliteit. Een keer per jaar worden 3 stukken van 500 meter dijk gecontroleerd door inspecteurs op de dijk. Dit is met een areaal van 140km dijk een klein stuk maar geeft wel inzicht op een mogelijke verandering in de nauwkeurigheid van de data. De geo-kernregistraties zijn voor alle werknemers van Waterschap Rijn en IJssel beschikbaar via een viewer genaamd GeoWeb. Deze metingen worden opnieuw gedaan als een project mogelijke aanpassingen heeft gedaan aan de kering. De toepassing van veelgebruikte meetmethoden van Waterschap Rijn en IJssel zijn:

- Sonderingen & boringen

Sonderingen en boringen worden gedaan om inzicht te krijgen in de bodemlagen onder de dijk. Aangezien de grondlagen veel invloed hebben op de faalmechanismen van een dijk worden deze goed in kaart gehouden door het waterschap. Het inzicht in de grondlagen wordt ook gebruikt voor het plaatsen van peilbuizen in de gewilde grondlaag. De sonderingen en boringen worden ook gebruikt voor de validatie en kalibratie van de grondradar metingen.

- Grondradar

Met grondradar worden de bovenste paar meter van de ondergrond in beeld worden gebracht. Dit is in tegenstelling tot de sonderingen en boringen een meting op een vlak in plaats van een puntmeting. Hierdoor kunnen grotere gebieden sneller in beeld worden gebracht. De grondradar wordt vaak toegepast vanaf een auto waardoor het gebruik op een helling niet kan gebeuren.

- Hoogtemetingen

Voor de hoogtemetingen wordt bij Waterschap Rijn en IJssel vaak een drone ingezet met LiDAR. Dit resulteert in een hoogte grid met blokjes van 50 bij 50 cm met een z-waarde eraan gehangen. Naast de eigen hoogtemetingen wordt ook het Actueel Hoogtebestand Nederland gebruikt om de hoogtes van de (omgeving van) keringen te zien.

- Stijghoogte met peilbuizen

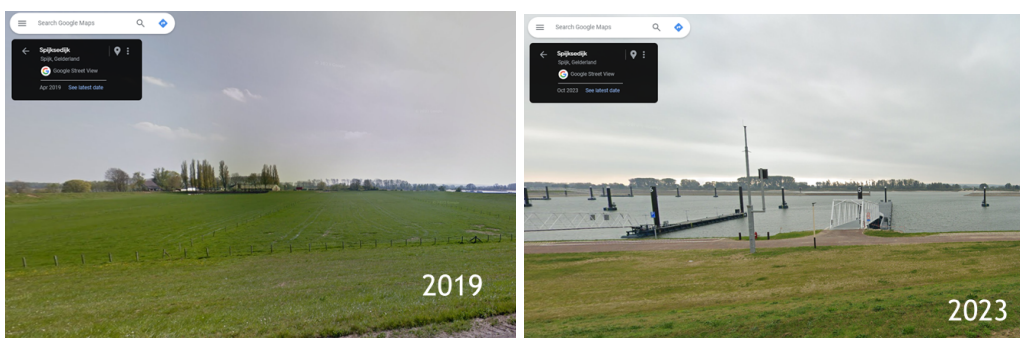
Peilbuizen worden veel toegepast door Waterschap Rijn en IJssel omdat dit een bewezen en robuuste techniek is. De peilbuizen worden bij Waterschap Rijn en IJssel vaak geplaatst in het watervoerende pakket en gebruikt om de stijghoogte te meten. Peilbuizen gaan lang mee en de data die uit de stijghoogte meters komt is veel ervaring mee en snel te verwerken.

- Inspecteurs

De aanwezigheid van inspecteurs op de dijk is nog steeds een van de meest gebruikte manieren om te meten aan de dijk. Niet alleen worden de metingen met sensoren gevalideerd maar worden de metingen die momenteel nog moeilijk uit te voeren zijn met andere methoden gedaan door inspecteurs

5.1.3 Projectmonitoring bij overnachtingshaven Spijk

Een voorbeeld van projectmonitoring na een project is de haven bij Spijk. Rijkswaterstaat heeft bij de Spijkdijk een overnachtingshaven aangelegd. Hierdoor is het voorland compleet verdwenen. Het monitoringsdoel wat hier is ontstaan is om inzicht te krijgen in de nieuwe kwelsituatie. Om dit doel te behalen zijn er peilbuizen geplaatst in de dijk. Om de peilbuizen in de bovenste watervoerende laag te kunnen plaatsen zijn de grondmetingen gebruikt. De peilbuizen meten de stijghoogte en geven het waterschap genoeg data om de nieuwe kwelsituatie op te kunnen stellen. Hierdoor is de impact van het project en de nieuwe situatie weer duidelijk in beeld gebracht.

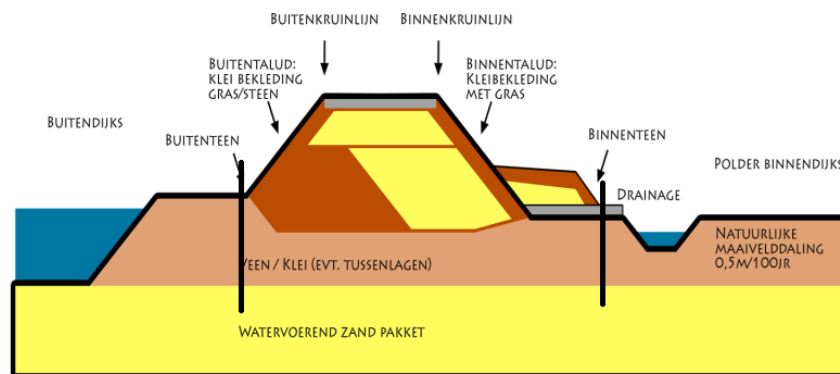


Figuur 4: Veranderingen in het voorland bij de Spijkdijk 

5.1.4 Monitoring voor de uitvoering van een project

Monitoring voor de uitvoering van een project wordt kortstondig (enkele maanden tot een jaar) uitgevoerd om meer informatie te krijgen. Zodra er een project wordt aangedragen wordt er gekeken naar de benodigde data om het project uit te voeren. Als er in de voorbereidingsfase van het project data mist kan er besloten worden om daarvoor te gaan meten en monitoren binnen de projectafbakening. De meetmethoden die hiervoor worden gebruikt zijn dezelfde als hierboven genoemd. Als de data nuttig wordt geacht wordt deze opgeslagen voor later gebruik in de geo-kernregistraties.

Een voorbeeld hiervan is het dijkversterkingsproject Den Elterweg – Zutphen. Binnen het project zijn er over het gehele projectgebied (ca. 5 km dijk) peilbuizen geplaatst om de grondwaterstand onder de dijk te kunnen meten. Er zijn 5 raaien peilbuizen geplaatst met een ongeveer gelijke afstand tussen de raaien. Elke raai bestaat uit 2 peilbuizen. De peilbuizen zijn geplaatst in de binnen en buitenteen van de dijk in het watervoerende pakket onder de dijk. Zie figuur 5 voor de doorsnede van een dijk en de theoretische van de peilbuizen in de doorsnede. De peilbuizen worden in de binnen- en buitenteen geplaatst om het verschil in stijghoogte onder de dijk te kunnen meten. Hiermee worden de, waarschijnlijk (te) veilige, aannames ingewisseld voor feiten in de beoordeling. Naast de monitoring met peilbuizen zijn er meerdere metingen uitgevoerd. Er zijn veel handboringen, sonderingen en machinale boringen uitgevoerd om de grondlagen goed in beeld te krijgen. Vanuit de Eerste Landelijke Beoordeling (LBO1) zijn tevens nog geofysische metingen beschikbaar. Die metingen zijn gebruikt voor het aantonen van een vlakdekkende, slecht doorlatende laag op delen van het voorland.



Figuur 5: Schematische weergave dijkprofiel met theoretische plaatsing peilbuizen in het zwart [12]

Waterspanningsmeters zijn bewust niet meegenomen in het project. Deze zijn namelijk vooral handig bij meer kleiige dijken waar met enige regelmaat water tegen de kering staat. Omdat bij de dijken van Waterschap Rijn en IJssel het water bijna nooit zo hoog staat zullen de spanningsmeters bijna nooit meten (B. Krewinkel, persoonlijke communicatie, 6 juni 2024).

5.2 Basismonitoring

Basismonitoring refereert naar de monitoring die gedaan wordt voor de zorgplicht van het waterschap. Waar projectmonitoring invloed heeft op een specifiek project geeft basismonitoring algemeen inzicht in de dijken.

5.2.1 Bevermonitoring

Bevergraverijen in de dijken is een relatief nieuw fenomeen. Omdat bevers in tegenstelling tot muskusratten een beschermde diersoort zijn is het moeilijker om de populatie te controleren. Om te controleren of bevergraverijen optreden en invloed hebben wordt er gemonitord. Dit wordt gedaan door inspecteurs met infraroodkijkers. Er zijn risicokaarten gemaakt met de gebieden waarvan Waterschap Rijn en IJssel weet dat graverijen kunnen optreden. Dit zijn plekken waar de bevers leven en water vrij snel tegen de dijk aan staat bij hoog water. Op deze plekken wordt er gekeken met infraroodkijkers in de schemer of nacht om te zien of de bevers zich naar de dijk verplaatsen. Op het moment dat er verplaatsing wordt waargenomen gaan er de volgende dag inspecteurs het

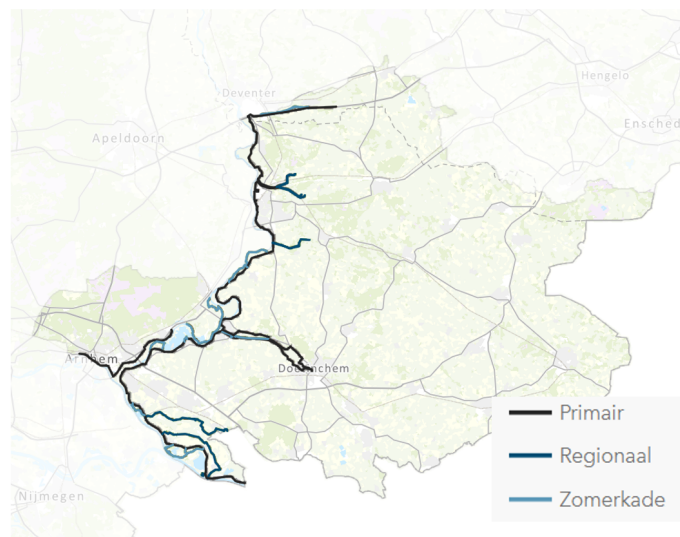
veld in om ter plekke te controleren op bevergraverijen. Deze tweede inspectie is niet per se een validatie van de monitoring met de infraroodkijkers maar een controle op graverijen. De beweging richting de dijk hoeft namelijk niet tot graverijen te leiden. Er is ook gekeken naar de mogelijkheid om met grondradar de graverijen in beeld te brengen. Dit gebeurt met een auto die over het voorland rijdt. De grondradar kan alleen ingezet worden in enkele specifieke gevallen omdat er op een vlak gebied gemeten moet worden. Dit is dus enkel op zeer specifieke locaties een mogelijkheid.

5.2.2 Monitoringsnetwerk Primaire Waterkeringen

Om standaard inzicht te krijgen in de staat van de dijken is Waterschap Rijn en IJssel bezig met het uitrollen van ‘Monitoringsnetwerk Primaire Waterkeringen’ (MPW). Het project heeft twee voornaamste doelen.

- Ten eerste is er vanuit het beheer de wens uitgesproken om langjarig inzicht te willen hebben in de grondwaterstanden.
- Ten tweede is er in 2017 een norm van kracht gegaan voor de waterveiligheidsberekeningen voor de primaire keringen. In 2050 moeten alle primaire waterkeringen in Nederland voldoen aan deze nieuwe norm. Dit houdt voor Waterschap Rijn en IJssel in dat over een groot gedeelte van het areaal piping en macro-stabiliteit een opgave wordt.

Om deze doelen te halen is langdurige monitoring met project MPW opgezet. Het monitoringsnetwerk bestaat uit ongeveer 75 raaien peilbuizen met 4 peilbuizen per raai. De raaien worden geplaatst bij de primaire waterkering te zien in figuur 6. De vier peilbuizen per raai worden geplaatst in de binnen- en buitenteen en het voor- en achterland van de dijk. De peilbuizen worden geplaatst om langdurig de stijghoogtes te meten. Het netwerk blijft ook in ieder geval 10 jaar staan. Omdat de metingen het meest effectief zijn bij hoog water is het belangrijk dat de peilbuizen lang genoeg blijven staan om de hoog water situaties te kunnen meten. Het kan jaren duren voordat er weer een hoogwatergolf langskomt dus het netwerk preventief plaatsen zorgt voor nuttige metingen zodra dat mogelijk is. In de korte aanloop naar een (versterkings)project is de kans klein dat er een nuttige hoogwatergolf langskomt tijdens de korstondige monitoring.



Figuur 6: Waterkeringen binnen het beheergebied van waterschap Rijn en IJssel [11]

Er is gekozen voor peilbuizen omdat dit een robuuste, relatief simpele en bewezen techniek is. De peilbuizen worden door het hele areaal primaire waterkeringen geplaatst op plekken waar dit nodig wordt geacht. Deze plekken worden gekozen omdat er onzekerheden zijn vanuit de opgave, omdat er vragen zijn naar specifiek dijkgedrag, maar het kan ook zijn als referentielocatie. Omdat de peilbuizen ook in het voor- en achterland staan, en niet alleen bij de teen van de dijk, kan het stijghoogteverschil door het voor- en achterland worden gemeten. Daarmee wordt gerekend en komt er een dempingsfactor uit (eigenlijk het verschil tussen de buitendijkse stijghoogte in de binnendijkse stijghoogte). Die dempingsfactor wordt gebruikt in Sellmeijer berekeningen en d-geo flow modellen. Het monitoren zorgt voor meer zekerheid door inschattingen in de berekeningen in

te wisselen voor metingen. Met de metingen die gedaan worden zijn er twee mogelijke resultaten: De kering is robuuster dan gedacht omdat er meer demping optreedt dan eerst meegenomen in de berekeningen. Aan de andere kant is het mogelijk dat de kering minder sterk is dan gedacht en een hogere veiligheid kan gewaarborgd worden met versterkingen.

Uitrollen monitoringsnetwerk

Op het moment van schrijven is er een pilot uitgevoerd op dijktraject 48-1, waarvan de locatie te zien is in figuur 7. Dit is een stuk van 24 km die volledig is afgekeurd in de beoordeling. Op dit stuk zijn ongeveer 15 raaien peilbuizen neergezet zoals het plan is binnen MPW. Het doel hierbij is om meer inzicht te krijgen voor de beoordeling maar ook om te laten zien dat het plan MPW meerwaarde heeft om uit te voeren. De pilot heeft ervoor gezorgd dat het gehele monitoringsnetwerk geplaatst wordt. De uitvraag staat momenteel uit bij marktpartijen voor het plaatsen van de peilbuizen in het gehele plan. De peilbuizen worden eigendom van het waterschap en de meetapparatuur blijft van de uitvoerder. De uitvoerder is dus ook verantwoordelijk voor de datavoorziening en onderhoud.



Figuur 7: Ligging ringdelen, dijkkringgebied 48 5

Om het netwerk peilbuizen te financieren is er de subsidiabiliteit dijkmonitoring regeling geschreven voor het Hoogwaterbeschermingsprogramma om ervoor te zorgen dat langdurige monitoring, die meerwaarde heeft voor een versterkingsproject, subsidie ontvangt. De regeling houdt in dat als je een dijk hebt afgekeurd, een ingangs toets is doorlopen en de inspectie heeft inderdaad de dijk afgekeurd komt hij op het versterkingsprogramma. Dan mag je al beginnen met monitoren en is er een bepaalde verdeelsleutel. Al de installatiekosten en ontwerpkosten die betaalt dan het Hoogwaterbeschermingsprogramma. De exploitatiekosten betaald het waterschap.

Dataverwerking en gebruik

Het verzamelen van data is alleen nuttig als de data ook wordt verwerkt en gebruikt. Omdat het voorgestelde netwerk voor project MPW zo groot is komt er erg veel data binnen. Momenteel wordt er in het datalab van WRIJ een methode ontwikkeld om alle stijghoogte data zo snel mogelijk te verwerken. Initieel kon het tot wel 10 minuten duren om de berekening uit te voeren. Met 75 raaien is het niet voor te werken om dit te doen. Het streven is om dit real time te kunnen verwerken om vervolgens real time inzicht te hebben in de dijk. De berekeningen worden gedaan via modellen in d-geo flow. De stijghoogtedata wordt gebruikt om een dempingsfactor over het voor en achterland te berekenen. Deze wordt meegenomen in de beoordeling van de faalkans van de dijk. Zodra de data real-time verwerkt wordt kan er ook real-time actie ondernomen worden. Als waarschuingswaarden worden bereikt kan er direct actie worden ondernomen. Zo kan er met de stijghoogte metingen opbreken worden gesignaleerd. Bij opbreken kan er op locatie direct onderzoek gedaan worden of er een zandmeevoerende wel is ontstaan. Dit opbreken is echter wel afhankelijk van de deklaag. Bij een relatief dunne deklaag (0.5 á 1 meter) gebeurt opbreken vrij snel en is het geen vereiste om te gaan kijken aangezien het niet slecht is. Bij een dikkere deklaag wordt opbreken wel een probleem. Hier zal het waarschijnlijk één zwakke plek zijn waar al het water geconcentreerd wordt en meer impact heeft. Bij een dikke deklaag is het dus belangrijk om eerder te gaan kijken.

6 Discussie

De voornaamste bronnen voor dit onderzoek zijn zes interviews afgenomen bij Waterschap Rijn en IJssel. Aangezien de interviews bij verschillende afdelingen binnen WRIJ zijn afgenomen zijn er verschillende kanten van de monitoring ter sprake gekomen. Zo is de technische beheer kant en de beleidskant naar boven gekomen. De grootste onzekerheid bij onderzoek met interviews is of alle data, en juiste data, is verzameld. Elk interview is een momentopname waar dingen vergeten kunnen worden. Aan de andere kant is de kennis die belangrijk is voor de geïnterviewde ook de kennis die gedeeld wordt. Dit zorgt voor grote beïnvloeding van de resultaten door de geïnterviewde. In alle interviews kwamen peilbuizen met stijghoogtemeters terug omdat dit een van de meest gebruikte meet- en monitoringsmethode is die wordt gebruikt door WRIJ. Bij vragen over het gebruik van andere meetmethoden kwamen er van meerdere kanten andere antwoorden. Het blijft dus onduidelijk of er bij herhalingsinterviews of ander geïnterviewden andere resultaten zullen komen die bij het eerste interview niet genoemd of vergeten waren.

Met alle interviews is er een beeld ontstaan van de dijkmonitoring bij Waterschap Rijn en IJssel. De vraag die nu nog overblijft is: Hoe goed werken de monitoringsmethoden die worden toegepast? Het grootste monitoringsproject (MPW) bij Waterschap Rijn en IJssel zit nog in de ontwikkelingsfase dus daar kan momenteel weinig over gezegd worden. Echter zijn er op meerdere locaties op dezelfde manier al gemeten. Het gebruik van peilbuizen is eigenlijk de veilige keuze omdat het een bewezen methode is die vaker is gebruikt door het waterschap. Er zijn tegenwoordig veel meer meetsensoren op de markt die veel meer kunnen meten dan de stijghoogte. Omdat de data die uit de peilbuizen komt vertrouwd wordt worden de peilbuizen nog gebruikt. Bij het neerzetten van een netwerk dat verwacht wordt minstens tien jaar te blijven staan is het belangrijk om naar de toekomst te kijken. Bij Waterschap Rijn en IJssel is de visie dat de methoden die nu ontwikkeld worden in de aankomende jaren steeds beter gevalideerd worden. Aangezien er peilbuizen worden geplaatst is het mogelijk om de huidige sensoren in te wisselen voor nieuwe sensoren zodra deze worden beschouwd als een bewezen techniek door het waterschap. Het tweede belangrijke argument voor het gebruik van een vertrouwde techniek is de data verwerking. Met nieuwe meetmethoden wordt er andere data verkregen. Om deze te gebruiken moet de data verwerking opnieuw ingericht worden. Dit gaat niet alleen veel werk kosten maar brengt ook onzekerheid met zich mee over de datakwaliteit.

Vanuit Waterschap Rijn en IJssel zijn er meerdere aandachtspunten naar voren gekomen die belangrijk zijn bij het opstellen van een monitoringsplan voor andere waterschappen. Ten eerste is een belangrijke aanbeveling dat het opstellen van een langdurig monitoringsplan belangrijk is en zo snel mogelijk in gang moet worden gezet. Hoe eerder de monitoring begint hoe sneller en meer data beschikbaar is. Bij een langdurig monitoringsplan is het wel erg belangrijk dat de dataverwerking goed is. Bij een groot netwerk komt namelijk veel meer data binnen dan voorheen. Bij Waterschap Rijn en IJssel is er gekozen voor peilbuizen omdat er veel ervaring is met de data die uit de stijghoogtemeters in de peilbuizen komt. Hierdoor kan de dataverwerking snel verlopen en worden de metingen ook echt gebruikt. De tweede aanbeveling is dan ook om monitoringsmethoden te gebruiken waarvan zekerheid is dat ze werken en gebruikt kunnen worden. Ten derde is het belangrijk dat er meetmethoden gekozen worden die niet alleen bij het monitoringsdoel passen maar ook bij de monitoringslocaties. Niet alle meetmethoden werken bij alle typen keringen en meerdere aspecten als ondergrond, waterhoogte tegen de dijk of bijvoorbeeld de aanwezigheid van getijden kunnen grote impact hebben op het nut van de monitoringsmethoden.

7 Conclusie

Om te concluderen is de dijkmonitoring de laatste decennia in een stroomversnelling geraakt. De wil om zekerheid te creëren is gegroeid en daarmee ook de methoden die daarvoor gebruikt worden. Bij Waterschap Rijn en IJssel zijn ze nog terughoudend in het gebruik van nieuwe technieken. De voornaamste monitoringsmethode die gebruikt wordt zijn peilbuizen. Deze bewezen en vertrouwde methode wordt wel op een grotere schaal ingezet dan eerder. Dit is waar de state of the art bij Waterschap Rijn en IJssel zich bevindt: De langdurige, grootschalige monitoring die vanuit de beheerfase is opgezet. Over het gehele areaal primaire waterkeringen gaat er gemonitord worden op grondwater waardoor er veel beter inzicht is in de dijk. Omdat de monitoring ook gestructureerd wordt opgenomen in de organisatie is de data verwerking en het gebruik ook erg snel. Monitoring is dus groots aanwezig maar wordt op de vertrouwde manier gedaan. De sensoren in de peilbuizen zijn ook doorontwikkeld. Zo wordt de data tegenwoordig verzonden vanuit de sensor in plaats van dat die er handmatig af moet worden gehaald. Dit is niet alleen gebruiksvriendelijker maar ook een stuk sneller.

Toen vanuit het beheer de wens is uitgesproken om langdurig inzicht te willen hebben in de grondwaterstanden is dit direct opgepakt. Binnen de organisatie van Waterschap Rijn en IJssel werd die wens gehoord en is Monitoringsnetwerk Primaire Waterkeringen opgestart. Ook de financiën van het project zijn daarin meegenomen en er is uiteindelijk een nieuwe subsidieregeling gekomen. Met project MPW wordt er op representatieve plekken grondwater gemonitord. De monitoring is langdurig om inzicht te krijgen in de keringen. Eerst wordt er begrepen hoe de situatie zich ontwikkeld. Als de veranderingen worden begrepen kan er een voorspelling worden gemaakt voor de toekomst.

De meet- en monitoringsmethoden worden case specifiek ingezet en samen gebruikt. Belangrijk voor het plaatsen van de peilbuizen is het grondonderzoek met de grondradar en de boringen en sonderingen. Deze metingen in de grond worden vaak eerst gedaan om de peilbuizen te plaatsen in het watervoerende pakket onder de dijk. In de peilbuizen worden stijghoogtemeters geplaatst. Naast deze combinatie worden de metingen met elektronische meetmethoden vaak gevalideerd met visuele inspecties of andersom. De aanwezigheid van inspecteurs op de dijk is nog een alledaagse manier van monitoren en blijft belangrijk.

De dataverwerking gebeurt bij Waterschap Rijn en IJssel zorgvuldig. Veel metingen worden opgeslagen in de geo-kern registraties die beschikbaar zijn voor alle medewerkers. Om data te verwerken heeft het waterschap een data lab. Momenteel is het data lab bezig met de verwerkingsmethode van de grote hoeveelheid data die gaat komen uit het project MPW. Zodra de data snel verwerkt kan worden kunnen er ook snel beslissingen gemaakt worden als er waarschuingswaarden gehaald worden. De monitoring uit de peilbuizen wordt gecombineerd met de metingen van de deklaag en aan de hand daarvan wordt de keuze gemaakt om fysiek te gaan kijken. Als de inspecteurs op de dijk aantreffen wat er wordt verwacht uit de monitoring kan er ingegrepen worden.

8 Aanbevelingen

Voor een vervolgonderzoek zijn er meerdere punten die verder onderzocht kunnen worden. Zo kan er meer focus worden gelegd op de grote hoeveelheid metingen die worden gedaan door WRIJ. In dit onderzoek is er meer gefocust op de monitoring dan op de metingen. Echter gebeurt er veel meer op het gebied van meten dan monitoren. Omdat monitoren continu meten inhoud kan er met en groter onderzoek naar alle meetmethoden meer gezegd worden over de mogelijkheden om over te gaan op monitoring. Ook kan er gekeken worden naar de berekeningen in de dataverwerking. Op dit moment wordt dit ontwikkeld, dus in de komende jaren zal dit vorm krijgen en een grote stap betekenen voor de monitoring bij Waterschap Rijn en IJssel. Een snelle manier om veel data live te verwerken kan ook heel handig zijn voor andere waterschappen en instanties.

Omdat bij Waterschap Rijn en IJssel de monitoringsmethoden zelf niet heel innovatief zijn is vervolgonderzoek naar innovatieve methoden ook belangrijk. Bij andere instanties onderzoeken welke methoden veel gebruikt worden zorgt voor een uitgebreider overzicht van de bewezen methoden. Als de innovatieve meet- en monitoringsmethoden beter worden onderzocht kan er bij instanties zoals het waterschap een uitgebreidere keuze worden aangeboden van bewezen methoden.

Referenties

- [1] Herman Gerritsen. “What happened in 1953? The Big Flood in the Netherlands in retrospect”. en. In: *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences* 363.1831 (jun 2005), p. 1271–1291. ISSN: 1364-503X, 1471-2962. DOI: [10.1098/rsta.2005.1568](https://doi.org/10.1098/rsta.2005.1568), URL: <https://royalsocietypublishing.org/doi/10.1098/rsta.2005.1568> (bezocht op 13-03-2024).
- [2] Jean-Marie Henault e.a. “Truly Distributed Optical Fiber Sensors for Structural Health Monitoring: From the Telecommunication Optical Fiber Drawling Tower to Water Leakage Detection in Dikes and Concrete Structure Strain Monitoring”. en. In: *Advances in Civil Engineering* 2010 (2010), p. 1–13. ISSN: 1687-8086, 1687-8094. DOI: [10.1155/2010/930796](https://doi.org/10.1155/2010/930796), URL: <http://www.hindawi.com/journals/ace/2010/930796/> (bezocht op 12-03-2024).
- [3] “Thermal Monitoring of Embankment Dams by Fiber Optics”. eng. In: *Proceedings of the 8th ICOLD European Club Symposium: dam safety - sustainability in a changing environment ; 22nd - 23rd September 2010*. Red. door International Commission on Large Dams. Graz: Verl. der Techn. Univ. Graz, 2010, p. 444–448. ISBN: 978-3-85125-118-0. URL: https://www.dijkmonitoring.nl/_sitefiles/file/technologieen-en-toepassingen/Paper%2048567%20Proceedings%208th%20IECS%202010%20Beck.pdf.
- [4] G. de Vries e.a. *Dijkmonitoring: beoordeling van meettechnieken en visualisatiesystemen*. Dutch. Tech. rap. 2013-09. STOWA, mrt 2013. URL: <https://www.stowa.nl/sites/default/files/assets/PUBLICATIES/Publicaties%202013/STOWA%202013-09.pdf>.
- [5] M. Arends. *Veligheid Nederland in Kaart 2, Overstromingsrisico Dijkkring 48 Rijn en IJssel*. Tech. rap. 2014.
- [6] A. Koelewijn, Sander Bakkenist en Suzanne Stoorvogel-van der Horst. *Best Practices Stichting FloodControl IJkdijk*. Tech. rap. Stichting FloodControl IJkdijk, 2016. URL: https://www.dijkmonitoring.nl/_sitefiles/file/FloodControl-IJkdijk_Best-Practices-2016.pdf.
- [7] V.M. van Beek. *Handreiking voor het opstellen van een monitoringsplan t.b.v. piping*. Tech. rap. 1221356-000-GEO-0010. Jun 2017.
- [8] Onne Rösingh e.a. *INFRAROODEMETINGEN BIJ DIJKEN Haalbaarheidsstudie voor de PoV Piping*. Tech. rap. VOF Dijk Monitoring Nederland, dec 2017.
- [9] *Google maps*. 2024. (Bezocht op 12-06-2024).
- [10] Netwerk Dijkmonitoring. *Waterspanningmeter*. Apr 2024. URL: <http://www.dijkmonitoring.nl/technieken/meettechnieken/waterspanningsmeter/>.
- [11] *Waterdata WRIJ*. Mrt 2024. URL: <https://waterdata.wrij.nl/> (bezocht op 03-06-2024).
- [12] *Definities: Dijkprofiel*. URL: <https://v-web002.deltares.nl/sterktenoodmaatregelen/index.php/Definities> (bezocht op 18-06-2024).
- [13] Universiteit Leiden. *LiDAR*. URL: <https://www.universiteitleiden.nl/erfgoed-gezocht/over-het-project/lidar> (bezocht op 10-06-2024).

9 Bijlagen

9.1 Interview Bas Krewinkel, 30-04-2024

Stel jezelf even voor?

Bas Krewinkel, adviseur waterveiligheid bij waterschap Rijn en IJssel. De meeste adviseurs waterveiligheid zitten bij de afdeling waterkering en vaarbeheer, dus eigenlijk de beheerafdeling. Ik zit zelf bij de afdeling projecten om specifiek te adviseren voor de dijkversterkingen. Dus vanuit het waterschap adviseer ik technisch managers. Ik werk een kleine 2 jaar bij het waterschap en heb daarvoor bij TAUW gezeten.

Wat houdt project MPW in?

Ik ben zelf pas een jaar betrokken bij het project dus voor mijn tijd liep het ook al. De echte opzet van het project was ik dus niet bij. Ik weet wel dat het voort komt uit de behoefte om beter inzicht te krijgen in de live data in een dijk zoals bijvoorbeeld de waterstanden. Dit komt voort uit de beoordeling, het LBO-1, waarbij een hele grote pipingopgave was en een stabiliteits opgave. Het is in dit gebied zo dat voor stabiliteit is de waterspanning in de dijk heel relevant, dat heeft te maken met het afschuiven van de dijk. Alleen die komt haast nooit voor want de teen van de dijk ligt best wel hoog. Het komt heel sporadisch voor dat de waterstand boven de buiten teen van de dijk komt. Voor piping is het wel relevant hoe de waterspanning zich in het watervoerend pakket verhoudt en dat gebeurt wel vaker. Dat is het idee geweest om met hoofddoel piping te gaan monitoren of we hoogwatergolven kunnen vangen en die data te gebruiken om de hele grote pipingopgave te verkleinen. Dat is één insteek geweest en aan de andere kant het reguliere beheer en de zorgplicht om overal live inzicht in te hebben, bij calamiteiten op te kunnen treden en weten wat er gebeurt. En ik ben zelf vanuit de dijkversterkings kant aangehaakt. Ik ben aangehaakt omdat wij bij een project, Den elter – zutphen, ook een pipingopgave met peilbuizen hebben aangepakt. Dit zit niet in hetzelfde project maar wel met hetzelfde doel. Ik was daar vooral bezig met de analyse van data van de peilbuizen, en toen leek het handig om daarom ook bij MPW erbij te zitten. Ik zit dus vooral aan de kant van data analyse. Samen met Niels Alfererink zit ik te kijken wat we met die data kunnen en hoe kunnen we dat geautomatiseerd inzetten. Dus jij bent dan meer bezig met de dataanalyse en het uiteindelijke gebruik van de data uit de peilbuizen? Vanuit het project willen we vooral de peilbuizen dienen om de opgave te verkleinen. Het komt er dus op uit je of winst pakt op veiligheid omdat je erachter komt dat de dijk minder stevig is dan gedacht. Of je hebt winst op kosten van versterken. Aan het MPW koppelen een datalab project. Het datalab is een afdeling binnen het waterschap met die bezig is met programmeren en ict. En zij besteden uren aan dit project om een methode te ontwikkelen die geautomatiseerd de meetwaarden kan verwerken en dan vooral met als belang de dempingsfactor. De dempingsfactor is als het ware verschil tussen je buiten waterstand en je meetwaarden in je Peilbuis, dus eigenlijk in je watervoerende pakket. Als je heel veel demping krijgt over je watervoerende pakket zegt dat dat je heel veel weerstand hebt in je voorland of je watervoerende ondergrond. En dan zou je stijghoogte dus veel minder zijn dan dan drukt dus veel minder snel als het ware je kleilaag op. Dat is dus eigenlijk wat je wil weten voor piping. En wat er nu vaak gezegd wordt is dat die demping heel beperkt is, want we weten het niet en dan ga je het theoretisch uitrekenen, dan ben je ben je conservatief terwijl er verwacht wordt dat er in de praktijk meer demping is. En dat bepaal je aan de hand van de dempingsfactor. In een Excel bestandje heb ik voor den Elterweg project heb ik een methode uitgewerkt om dat te kunnen bepalen aan de hand van peilbuisgegevens. En we zijn nu dus bezig met het datalab om dat te automatiseren en te zorgen dat het wat gebruiksvriendelijker wordt. Als ik mijn Excel aanklikte, duurde het ongeveer 10 minuten voor je een som kon uitrekenen en dat willen we een paar seconden hebben. Maar ze zijn eigenlijk dat dat bestand aan het professionaliseren en dat is een van de toepassingen die wij zien voor die data die uit MPW voortkomt. Dus om dat meteen te kunnen analyseren en meteen zeg maar, je demping over je watervoerendepakket inzichtelijk te krijgen. Maar we zitten ook te kijken of er meer invulling zijn met de data die we verzamelen.

Hoever staat het ondertussen met het project MPW?

Het MPW heeft 2 fases. Het begon met een pilotfase met zo'n 10 a 20 raaien waarin moest aangetoond worden dat het nut had. En de pilotfase is al geweest, en eigenlijk die pilotfase samen met uiteindelijk ook die peilbuizen van Den Elterweg - Zutphen die niet voor het MPW zijn neergezet, maar wel hebben bijgedragen aan het aantoonbaar maken van het nut van de peilbuizen. Die hebben ervoor gezorgd dat in ieder geval fase twee, dus eigenlijk het uitrollen van het grote netwerk kan gebeuren. We zijn nu bezig met uitvragen aan marktpartijen om de peilbuizen neer te zetten zoals wij ze willen. En dan moet een partij inschrijven die dat kan doen. En aan een aantal criteria

wordt dan bepaald welke partij het best is, dus het geld is een speelt een rol, maar ook kwaliteit van de offerte die je dan indient als bedrijf. Het zal dus ergens in het najaar gaan beginnen en gaan ze de eerste serie peilbuizen uitrollen. Daarom is het zo fijn dat ze de verwerking van de data nu al doen zodat als de grote hoeveelheden data binnenkomen er direct wat mee gedaan kan worden. Het mooie is ook, want het kost heel veel geld namelijk, het project. Dat je snel kan aantonen dat het het waard was om het geld erin te investeren.

Je hebt het nu erg veel over piping en over de peilbuizen die daar dan voor gebruikt worden. Zijn er ook andere manieren gebruikt of over aan gedacht?

Dat was eigenlijk in die eerste fase geweest van het traject waar ik niet bij was. Maar wat ik wel weet is in ieder geval dat die waterspanningmeters gebruik je vaak voor stabiliteit. Dus eigenlijk te gebruiken om in je dijklichaam, als je dijk vooral uit klei bestaat, klei kan je beter meten met de waterspanningsmeter dan met de peilbuis. Omdat een klei vrij traag reageert op een grondwater verandering, qua omgeving, dus dat dat werkt niet lekker. Een waterspanningsmeter kan dat wel, maar hij is wel een stuk duurder en vaak hebt je er ook al meer nodig omdat ze ook soms een foutieve meetreeks kunnen geven. Ze zijn iets foutgevoeliger, daarom is hier gezegd: de grootste opgave is piping. We willen eigenlijk gewoon iets wat gewoon robuust is, wat iedereen begrijpt en waar weinig aan kapot kan gaan. Dan kom je uit bij een peilbuis. We houden het bij misschien wel niet het meest innovatieve, maar wel wel effectief en ook niet al te kostbaar. Nou dus uiteindelijk denk ik vrij vrij oldschool wat hier de grond in gaat, maar wel effectief.

De hele primaire waterkeringen. Het is een best wel groot gebied. Zijn de plannen over het hele stuk te plaatsen of over bepaalde plekken, of zijn er dan bepaalde plekken waarvan jullie zeggen, hé, Dit is een belangrijker plek of een nuttigere plek om te gaan meten?

Volgens mij worden over het hele gebied peilbuizen geplaatst, tenzij er gewoon geen piping kan optreden. Ik weet niet of er een paar plekken zijn waar we meer monitoren. Lijkt me wel logisch als je ergens een aandachtsplek hebt. Dit is ook een ding om te vragen aan Kristien, want die is ook de technisch manager van de traject aanpak eigenlijk om te kijken naar de vertaling van de resultaten van de beoordeling richting de opmerkingsgave. Daar heb je dus dat je als ware kijkt wat zijn nou zinnige stukken om als een plek mee te pakken. Daar hebben ze ook wel deels pipingopgaves en dan willen ze dat in de toekomst ook gewoon uitsluiten met peilbuizen. Dus Ik kan me voorstellen dat je die plekken waar je dus een piping opgave hebt en een potentiële versterkingsopgave hebt, dat je daar vooral die peilbuizen hebt. Geredeneerd vanuit het project tenminste.

De peilbuizen zijn een redelijke oldschool manier van monitoren. Worden ze wel op een andere manier gebruikt, is er een vernieuwing in gekomen in het gebruik?

Eigenlijk gebruiken we ze hoofdzakelijk voor waterveiligheid, maar nu willen ze ze ook inzetten om het grondwater milieu te verbeteren. Voor de waterveiligheid van piping moeten ze vrij hoog in het watervoerende pakket staan, want die laag is vooral relevant voor je zandtransport bij piping, maar voor je model qua qua droogte, bijvoorbeeld, wil je eigenlijk dat ze ook meten bij lage waterstanden. Als je ze wat dieper weg zet worden ze wel minder relevant voor de piping opgave. Er is wel gezocht naar een optimum. Ze moeten dus niet al te diep, maar hoe diep moeten staan om ervoor te zorgen dat ze wel veel meten en niet vaak droog vallen. Er is deels geaccepteerd dat ze af en toe droog vallen, want anders dan is de meting voor piping niet echt meer relevant. De afmetingen moeten zodanig zijn dat dus de meetapparatuur tegen droogval kan. Dus als er geen water instaat, dan moet er niet iets kapot gaan aan die peilbuis. Wat ook nog wordt overwogen is eigenlijk als hoogwater hebt dan kunnen ze tijdelijk geen data leveren, want dan staat er water op en dan kan je niet niet zenden. Maar je hebt ook wel buizen die gewoon met een met een draadje of met andere methoden als ware we nog wel kunnen zenden. Alleen dat is duurder en dat is de afweging. Heb je data nodig bij hoogwater? Voor de rest is er ook de afweging hoeveel peilbuizen plaats je per raai? Nu staan er 2. Wij vonden dat 2 eigenlijk te weinig was om echt iets te kunnen zeggen over het verloop van je waterspanning onder je dijk. In fase 2 worden er 4 peilbuizen per raai geplaatst, namelijk de binnen- en buitenteen en in het voor- en achterland. Eerst stonden de 2 peilbuizen bij de binnen- en buitenteen. Dat zijn opzich de eerste plekken waar je ze wilt hebben. Op zich is het een mooie waarde, alleen als jij je lijn tekent met de stijghoogte in je watervoerend pakket, dan wil je eigenlijk ook die in het voorland en achterland hebben want dat zegt iets over de weerstand van het voorland. En juist in dit gebied denken we dat er meer weerstand in het voorland zit dan dat we nu meenemen. En dat kan je meten met peilbuizen in het voorland.

Dan is het nu het plan dat ze in ieder geval over het hele gebied geplaatst gaan worden. Wat is dan de vervolgstap? Blijven ze daar of gaan ze weer weg na een tijd? Volgens mij blijven ze 10 jaar met twee keer een contract van 5 jaar, daar is budget voor. Ik denk wel dat het afhangt van van wat er met die data wordt gedaan, of je aantoonbaar kan maken dat het nut heeft. Ik hoop dat ze blijven staan, want het is volgens mij zinnig om te blijven meten. Het ding is dat er niet heel vaak hoogwaters zijn die nuttig zijn om mee te nemen in de analyse die je maakt. Als je kijkt naar een beneden rivieren gebied met getijden. Zo heb je ongeveer elke dag twee keer een meting die relevant is. En afgelopen jaar hebben we hoogwater gehad en die waren net aan relevant. Het gebeurt misschien eens in de paar jaar dat er een hoogwaterstand bij komt. Je hoopt in die 10 jaar een paar momenten te vangen die relevant zijn. Maar daarnaast zou ik zelf altijd door blijven meten, want het mooie is als je blijft meten dat je op gegeven moment hoogwatergolven kan vangen en daar dus iets over zeggen wat die demping doet in je watervoerende pakket. Maar als jij dat 10 jaar meet een de eerste 8 jaar zie jij zie jij een bepaalde demping op optreden. en jaar 10 of 12 zie je opeens andere demping optreden, dan zegt dat iets over dat er blijkbaar iets is veranderd in het systeem waardoor je demping anders wordt. Dus je hebt ook meteen een soort van controle of je omgeving veranderd. Als je bepaalde afgravingen niet ziet of bepaalde veranderingen in uitdroging van klei bijvoorbeeld. Dat soort aspecten die kan je meenemen, of die kan je in ieder geval identificeren door als het ware een soort nul meting te hebben. Op een gegeven moment kan er dan gezien worden, dit is in het verleden geweest en de toekomst is dit en is dat hetzelfde of is het anders is dat. Dat hoort ook gewoon bij het beheer van je waterkering. Daarom zou ik zeggen, lekker lekker door blijven gaan. En volgens mij kost het relatief weinig in vergelijking met versterken van dijken. Het is vooral de vraag, wie betaalt het? Dus betaalt de beheerder het want eigenlijk is het de beheerfase, of betaalt het HWBP want het voorkomt dijkversterkingen. Alleen het waterschap vindt het veel geld en het HWBP zegt: maar de beheerder is het waterschap, u beheert de dijken, u dient de data te verzamelen, dus het is voor jullie.

De dataprocessing wordt een hoop mee verbeterd. Is het dan ook mogelijk om live data te verwerken?

Ja sowieso is het handig om live je data te kunnen verwerken omdat je opbarsten kan gaan voorstellen. Je kan theoretisch bepalen welke waterdruk nodig is om opbarsten te laten voorkomen en als die waarde wordt gehaald is het waarschijnlijk handig om te gaan kijken op die locatie. Daarmee zou je al kunnen zeggen dat het aantoonbaar is voor je dijkveiligheid omdat er een indicatie is dat de dijk potentiaal gaat bezwijken. Zodra het opbarst zal je dat merken doordat je tegen een soort grenswaarde aanloopt. Dan zie je dat die peilbuis meestijgt met de buitenwaterstand en dan bereik je de grenswaarde, want hij kan niet hoger, maar dat is dan blijkbaar de max die hij kan bereiken. En als je dat ziet in je data dan komt de conclusie dat er waarschijnlijk iets is opgebarsten. Het is wel zo dat in dit gebied de deklagen deels vrij dun zijn, $\frac{1}{2}$ meter á 1 meter, dus dat barst vrij snel op. Maar dat maakt niet altijd uit. Het kan opbarsten maar als dat vervolgens niet door gaat naar piping maakt het niet uit. Dus het hangt ook per locatie af wat dat dan zegt. Als je een dunne deklaag hebt maakt het dus eigenlijk niet uit en hoef je niet te gaan kijken. Als je een dikkere deklaag hebt wordt het wel relevant om te kijken. Bij een dunne deklaag verwacht je dat het op meerdere plekken gaat opbarsten en bij een dikke deklaag zal dat waarschijnlijk één zwakke plek zijn. Al het water zal dan daar heen gaan waardoor het nog sneller gaat. Bij een dikke deklaag is het dus belangrijk om eerder te kijken. Het zal altijd gebeuren dat het gaat opbarsten maar het is belangrijk om te kijken of er dan ook zand meekomt of niet. Het kan een onderdeel zijn van een handelswijze bij calamiteiten.

En hoe werken peilbuizen voor de macrostabiliteit?

Daarvoor staan de peilbuizen niet op de goede plek. De peilbuizen staan niet in de kruin dus daar wordt ook niet gemeten.

Wat is volgens jou de belangrijkste vernieuwing/meerwaarde aan het project?

Überhaupt dat je gewoon heel veel data meet. Eigenlijk dat je daarmee de theorie kan controleren tegen de werkelijkheid. De theorie zegt iets maar het gebied zegt eigenlijk echt hoeveel weerstand hebt. Dat is denk ik de grootste meerwaarde. Wat ook wel mooi is dat er tegenwoordig steeds meer modellen komen die op basis van de dijkgeometrie en ondergronden piping kunnen berekenen. Die zijn eigenlijk veel nauwkeuriger of gedetailleerder dan de Sellmeijer en Bligh regels. Deze nieuwe modellen kan je ook calibreren aan de hand van deze metingen. Die kan je zodanig finetunen dat je modellen hetzelfde gaan weergeven als dat je meet. Met deze data kan je dus je berekeningen beter gaan eiken aan de realiteit. En eigenlijk weet niemand echt hoe het zit en dan is de meting

maatgevend.

Zou je met deze gefinetunede berekeningen ook op andere plekken kunnen rekenen?

Ja overall waar piping is zou je dat kunnen toepassen. Het gaat vooral om welke aspecten je met zo'n wat meer nauwkeurige berekening beschouwt die je anders niet zou beschouwen. Dat is onder andere de weerstand in het voorland. Maar ook dingen zoals dat je watervoerende pakket uit meerdere zandlagen kan bestaan. Dus grindlaag en wat grovere en fijnere. Die dingen worden ook vaak buiten beschouwen gelaten en een waarde toegekend In de eenvoudige benadering. En binnen het model kan je dat wel weergeven en dat kan meerwaarde hebben. Dat hebben we wel gezien bij het project Den Elterweg – Zutphen.

En als eenmaal de peilbuizen gepland staan wie heeft dan de verantwoordelijkheid?

De peilbuizen zelf zijn van het waterschap. Er is een afdeling binnen het waterschap die de peilbuizen beheert. De apparatuur die erin komt te hangen is van de partij die de peilbuis plaatst en dingen meet. Zij plaatsen een peilbuis en die wordt van het waterschap. Dan hangen ze er meetapparatuur in en die is van hun. De data moet dan worden geleverd aan het waterschap maar als er iets van storing is in de meetapparatuur dan is dat voor die partij. Dus het is echt een datavraag die je doet aan de markt. Die data wordt dan van het waterschap. Dan krijg je ook aspecten van hoe betrouwbaar is de data en hoe groot is de foutmarge. En hoe definieer je foute data, wat nog vrij moeilijk is. Welke grenzen zet je daar op? En wat doe je als je denkt dat het niet goed is. Het beste idee is om eerst met een proefperiode te werken om te kunnen besluiten om door te gaan als het goed wordt bevonden. Op die manier kan je zeggen dat als je niet tevreden bent je van elkaar af wil. Dit is natuurlijk niet wenselijk want als er een nieuwe partij moet komen moet alles vervangen worden met nieuwe meetapparatuur wat veel kost.

9.2 Interview Christien Veenstra-Huisman, 30-04-2024

Wie ben je en wat doe je bij het waterschap?

Ik ben christien Veenstra. Ik werk als technisch manager voor de dijkversterkingen en dat doe ik nu twee jaar. Daarin daarin ben ik verantwoordelijk voor het technische ontwerp, maar ook voor het bepalen van de opgave voor de dijkversterkingen. Ik werk aan het project Den Elterweg-Zutphen. Dat is een kleine dijkversterking van 4,7 km en die zit in de verkenningsfase, dus in fase waarin we de opgave verder bepalen, maar ook het ontwerpen vorm te laten geven. Hiervoor heb ik gewerkt bij de beheerafdeling van waterkeringen bij Rijn en IJssel, ongeveer 6 jaar. Daar heb ik ook de beoordelingen van de van de dijken gedaan.

Het project Den Elterweg-Zutphen heb ik eerder ook al langs horen komen en dat is dus redelijk vergelijkbaar met het MPW?

De peilbuizen die neerzet zijn gezet, we hebben ook bij den Elterweg-Zutphen een aantal raaien peilbuizen neergezet, en toen heb ik met met Wouter afgestemd dat we op vergelijkbare wijze de monitoring uit gingen voeren. Maar de peilbuizen van den Elterweg zijn eerder uitgevoerd dan de eerste peilbuizen voor het monitorings netwerk. Dus we hebben wel met een schuin oog naar elkaar gekeken, maar het is niet helemaal hetzelfde. Het doel van het monitorings netwerk is om ook gewoon in de beheerfase inzicht te krijgen in de werking van de dijken. En als je het uitvoert voor een dijkversterkingsproject dan gaat het natuurlijk ietsje verder. Dan maak je misschien wel een iets dichtere netwerk, om voldoende informatie te hebben voor je dijkversterking.

Wat houdt project MPW in?

Nou ja, het doel van project monitorings netwerk primaire waterkeringen is het beter in beeld krijgen van de ondergrond, en van hoe de dijken in ons gebied werken. Met name voor de faalmechanismes, piping en macro-stabiliteit, om meer inzicht te krijgen in het verloop van stijghoogtes onder de dijk. Die behoefte komt voort uit de eerste beoordelingsronde. Die hebben we uitgevoerd tussen 2017 en 2023 en wat we toen constateerden, is dat met de wijzigingen in de rekenmethode het steeds belangrijker is geworden om meer gegevens te hebben van de ondergrond. En dat dat je ook heel veel inzicht kan leveren over de sterkte van de dijk. Dat was er vroeger ook wel alleen met de vroegere rekenregels van bligh, en de oude rekenregel van sellmeijer, hadden wij in dit gebied eigenlijk geen opgave, maar met de nieuwe rekenregels hebben we wel een opgave voor piping. Dan is de vraag of dat wel realistisch is. Dat is eigenlijk wel de aanleiding geweest om over te gaan op monitoren. Wat daarbij komt kijken is dat het monitorings netwerk in een bovenrivierengebied zit. Als je langs de kust zit dan kun je voor een half jaar monitoren en dan heb je een hele hoop gegevens. Maar wij hebben te maken met een boven rivierengebied met vaak uitgestrekte voorlanden en geen water tegen je dijk. Dat leidt ertoe dat je dat je best wel lang moet monitoren om die informatie krijgen die je eigenlijk over deze dijk wil hebben. Maar een paar momenten van hoog water waarop er echt gemeten vraag dus om langdurige, continue monitoring. Je kunt zeggen dat we zetten een bepaald niveau alle peilbuizen langs gaan om meetapparatuur in te hangen, maar dat is ook niet werkbaar. Op zich heb je wel de tijd, maar het kost ook geld en tijd en dan moet je dat iedere keer weer mobiliseren. Nu mobiliseer je een keer en je zet alles neer en dan kun je het van achter in je bureau kijken waar het wat het opbrengt.

Hoe is het toen begonnen, toen het plan er kwam?

Het is een aantal keer teruggegaan naar de tekentafel en uiteindelijk is het gestart met een idee, van jongens we zouden dit moeten gaan monitoren. Vervolgens zijn er een aantal redenen bedacht waarom we dat gaan monitoren. Dat is enerzijds informatie voor de beoordelingen, informatie voor beheer en informatie voor calamiteiten. Dus stel dat dat het heel erg hoog water wordt dat je aanvullende beslis informatie hebt om het bepalen wat je gaat doen. In eerste instantie, en dat is denk ik in 2021 al opgestart, is er overleg geweest, ook met het hoogwater beschermingsprogramma, over mogelijkheden voor subsidiëring. In eerste instantie waren die er niet. Het hoogwater beschermingsprogramma had toen wel zoets van, dat is eigenlijk wel gek dat het er niet is. Die zagen ook wel de meerwaarde om dat wel te gaan doen. Daar is dus eerst veel energie in gestopt om daar als waterschap op aan te sturen dat er een subsidieregeling zou komen. Het bestuur van ons waterschap heeft in eerste instantie ook gezegd, jullie krijgen geen geld want ik wil eerst weten wat er vanuit de subsidieregeling komt. Ze wilden vooral weten of er geld zou komen. In die tussentijd is er een soort pilot opgestart voor dijktraject 48-1 om al ervaring op te doen met het opzetten van het monitorings netwerk. Zodat er ervaring is met wat voor gegevens er nou uit komen en wat kunnen we daar mee. Vorig jaar is er een besluit genomen door het bestuur dat we geld hebben voor het gehele netwerk, in twee fases. Daar is Wouter nu mee bezig om dat uit te rollen. Ik deel

ervaring over het opstellen van een grondonderzoeksplan, het opstellen van een monitoringsplan, de uitvragen denk ik in mee. Omdat we het bij Den Elterweg ook doen kijk ik ook daar wel een beetje in mee.

Je zei net dat er met nieuwe rekenregels een probleem ontstond, en daarom is er begonnen met monitoren. Hoe zijn deze nieuwe rekenregels tot stand gekomen? De nieuwe rekenregel van sellmeijer is een onderzoeksrapport van Deltares, denk ik, van 2014. En daar zijn eigenlijk nieuwe rekenregels bepaald voor Nederland om te rekenen aan piping? En die zijn met het wettelijk beoordelings instrumentarium in 2017 eigenlijk opgeleverd als dit is de manier waarop je nu met piping om moet gaan. Dat was een beetje aangescherpt. Vroeger gingen we er vanuit dat je 18 keer kerende hoogte nodig had als kwelweglengte. Met de nieuwe rekenregel van Sellmeijer zou dat 30 keer de kerende hoogte zijn. Dus dat leidt tot tot een aardig verschil. Dat kan wel genuanceerd worden, want bij die oude rekenregel deden we niet zoveel met het voorland en waar we nu veel meer belang hechten aan die intrede weerstand dus de hoeveelheid klei in het voorland. Om dat te meten heb je dus metingen nodig in de binnen- en de buitenteen van de dijk. De buiten waterstand is ook wel erg handig en het liefst ook nog een punt ietsje verder binnendijs dat je daar een mooie lijn tussen kunt trekken.

Piping is dus de voornaamste opgave. Hoe wordt daarop gemonitord?

We gaan peilbuis metingen doen, dus de stijghoogte metingen en daarnaast in de calamiteitenorganisatie wordt er in het veld gekeken naar indicaties van zandmeevoerende wellen. Dat wordt allemaal in kaarten vastgelegd, dus die informatie hebben we van de afgelopen 20 á 30 jaar.

Hoe is de de beslissing gemaakt voor peilbuizen? Waarom geen andere manieren?

We hebben dat wel afgewogen. Stijghoogtes meten zou je theoretisch met waterspannings meters kunnen doen. Maar het probleem in ons gebied is dat de grondwaterstand best wel laag is in de dagelijkse omstandigheden. En water spanningsmeter zijn heel erg gevoelig voor droogstand. Dat is eigenlijk dan geen optie. Andere methoden zijn niet zo heel erg voor handen en peilbuis is daarin een wat gebruikelijkere optie. Zeker voor langdurige monitoring van die stijghoogte.

Het langdurige monitoren is dus echt wel een belangrijk onderdeel?

Ja zeker. We zien dat het heel erg hoog water gedreven is en dat je eigenlijk meerdere hoogwaters nodig hebt om om goeie goeie verbanden eruit te kunnen halen.

En er geen andere manieren om voor piping te meten?

We meten wel. We hebben ook vlakdekkend geofysisch onderzoek en grondonderzoek uitgevoerd. Geofysisch onderzoek wordt gebruikt om kleilagen in beeld te krijgen, in de ondiepe ondergrond. En het grondonderzoek om ook de diepere grondlagen beter in beeld te krijgen. De missende parameter blijft die stijghoogte en daarvoor zijn echt die peilbuizen het handigste. Het grondonderzoek wordt dan ook gebruikt om te kijken waar je peilbuizen gaat plaatsen.

Worden de peilbuizen over het gehele gebied geplaatst of zijn er specifieke plekken waar op gefocust wordt?

We focussen wel op de plekken waar we dus uit de beoordeling een hogere kans achten op piping. Maar daarin wordt ook wel gekeken naar een beetje variatie in het gebied. Het is niet zo dat we klakkeloos elke elke kilometer of elke 2 km een raai pijlbuizen neerzetten. We kijken wel echt gericht in het gebied wat wat logische locaties zijn gegeven de ondergrond. We hebben lengte profielen langs de dijk, dus je weet redelijk goed wat variatie is die je kunt verwachten. En je weet wat het oordeel is uit de uit de beoordeling, en voor die vakken waar je geen kans op piping ziet ga je ook niet monitoren.

Je zei net al even dat het moeilijk was om nou geld ervoor te vinden. Hoe is dat uiteindelijk toch zo gekomen?

Je doet een aanvraag naar het bestuur voor een investerings investeringsvoorstel. Als je dat goed onderbouwt en het bestuur heeft daar geld voor over dan kan dat. Nu is een stukje financiering gevonden vanuit vanuit HWBP voor de projecten die al geprogrammeert zijn is die monitoring subsidiabel. Dus stel een project is in 2030 geprogrammeerd. Dat betekent dat we in 2030 mogen starten met dat project. Dan kunnen we nu al zeggen van, als we nu de peilbuizen neerzetten, dan krijgen we in 2030 geld voor de peilbuizen die we hebben neergezet.

Wie heeft verantwoordelijkheid over de peilbuizen?

De peilbuizen zijn van Waterschap Rijn en IJssel. In het contract wordt wel de verantwoorde-

lijkheid voor het onderhoud van de peilbuizen voor de eerste bij de opdrachtnemer gelegd. Dus bij de uitvoerende partij. Daarna worden de buizen overgenomen en de monitorings apparatuur is eigenlijk op dezelfde manier geregeld, dus de eerste aantal jaar wordt het onderhoud en beheer gedaan door de uitvoerende partij en daarna worden de buizen overgenomen en dan bepalen we als waterschap of we daar nieuwe monitorings apparatuur in plaatsen.

Hoe betrouwbaar is de apparatuur?

We hebben er allemaal eisen aan gesteld. Ik weet het niet uit mijn hoofd, dus zal je het programma van eisen erbij moeten pakken. Tot nu toe, wat we voor Den Elterweg hebben uitgevoerd werkt redelijk goed. Je moet er als opdrachtgever wel scherp op zijn. Ondanks dat we de opdrachtnemer verantwoordelijk hebben gesteld voor het onderhouden van het systeem en het zorgen voor een bepaalde data leverantie. Je moet toch gewoon af en toe even meekijken en denken, oh, nu gebeurt er iets geks bij die ene peilbuis.

De stijghoogte komt er dan uit. Hoe wordt daar mee gehandeld, met die resultaten?

Dan geef ik Bas opdracht om daar naar te kijken. Van wat kunnen we hier op dit moment mee? Tot nu toe zijn de waterstanden eigenlijk net niet hoog genoeg om er uiteindelijk wat mee te kunnen. Maar de resultaten zijn wel geanalyseerd en komen sowieso in een database van het waterschap en worden daarin bijgehouden. We hopen dus nog steeds op een hoog water tijdens de dijkversterking. Dan dan zouden we er echt meer aan hebben. Uiteindelijk komt daar een een dempingsfactor uit. Dat is eigenlijk het verschil tussen die buitendijkse stijghoogte in je binnendijkse stijghoogte. Dat levert een hoeveelheid demping op en die demping kun je weer verwerken in het model in sellmeijer en in d-geo flow (waarmee we dan de de analyses uitvoeren). En daaruit kan de keuze worden gemaakt van versterken of niet.

Maar er kwam dus tot nu to nog geen relevante data uit?

Je ziet dus wel een trend ontstaan, maar je hebt eigenlijk net niet genoeg punten met hogere waterstanden. De waterstanden die we de afgelopen twee jaar hebben gemeten die zijn allemaal net op het voorland, maar dan staat er echt maar 20 á 30 cm water op het voorland. En een relatief korte periode. Om beter betere resultaten te krijgen hebben we eigenlijk wel een meter boven het voorland water nodig.

Wat is er volgens jou State of the art aan dit project?

Ik ben er trots op dat we het nu voor het hele areaal gaan regelen en dat we het niet alleen op hangen aan aan de eventuele projecten die gaan spelen, maar dat we ook als waterschap de rol hebben om in beeld te hebben wat de status van onze keringen is en hoe sterk ze zijn. Met deze informatie kunnen we dat voor het hele areaal straks beter inschatten. Dat vind ik er goed aan. Dus niet alleen pas iets gaan doen als er een probleem is. En dus ook in control zijn. Je bent als waterschap verantwoordelijk voor de waterveiligheid in het gebied. En als jij deze informatie niet hebt, kan je dus eigenlijk niet goed kunt inschatten wat het risico is. Ik denk dat je deze informatie nodig hebt om dat beter te gaan doen. En State of the art is ook dat we dus straks realtime informatie hebben. Dat we realtime mee kunnen kijken in al die peilbuizen en dat we niet meer een onderzoeksbureau naar buiten hoeven te sturen om om even een diver uit te meten en dan een excelletje gaan verwerken. Dan duurt het even voordat je de data hebt. En ook dat we kijken hoe we deze informatie zo snel mogelijk kunnen gebruiken in de organisatie. Om ook uit te denken hoe je dan die informatie kunt verwerken dat ze bruikbaar zijn voor de calamiteitenorganisatie, bruikbaar zijn voor de beoordelingen, dus eigenlijk een soort dashboard hebt met een overzicht van het areaal. Als je extreem hoog water hebt kun je dus een betere risico inschatting maken van wat zijn nou de plekken waar het echt misgaat?

9.3 Interview Sander van Poorten, 16-05-2024

Wie ben je en waar ben je mee bezig? Ik ben Sander van poorten. Ik werk voor de afdeling waterkering en vaarweg beheer. Dat is een unit, een soort van asset management, maar ik denk dat wij centraal staan als gaat om dijkbeheer. Als in wat moet er nou rond onze rond onze dijken gebeuren? Dat doen we voor het hele gebied met 15 mensen ongeveer, van inspecteur tot tot senior specialisten. Ik ben binnen de unit beleidsadviseur. We sturen eigenlijk alles aan wat met dijkveiligheid te maken heeft als unit zijnde. We beoordelen de dijken, we toetsen periodiek, daar hebben we een apart project voor lopen. We zorgen dat er inspectie plannen zijn. We zorgen dat er een beheerplan ligt. Ik denk dat wij als unit een omeenspinnend web zijn en ik ben daar onderdeel van. Dus op die manier proberen we te zorgen dat de dijken op orde blijven, maar ook als er vanuit norm veranderingen opgaves zijn, dan komt het uit de toetsing en dan zetten wij dat op de agenda. En dan is er een andere unit waar je ook mee gesproken hebt, waar christien en bas onderdeel van zijn, vanwege de projecten. Die gaan dan vervolgens met die informatie plannen maken en zorgen dat die dijk versterkt gaat worden. Omdat we grote norm sprong hebben gehad in 2017 hebben we ook een grote versterkingsopgave. We moeten ongeveer de helft van ons areaal, 70 km, oppakken. Dat is eigenlijk ongekend voor ons als waterschap zo'n grote opgave hebben we nog nooit gehad. Dus dat initiëren, en dan gaan de projectteams daar mee aan de slag. Maar als beheer wil je natuurlijk wel een vinger aan de pols houden. Daar worden allerlei varianten bepaald en welke dijk krijg je straks terug en voldoet hij aan mijn eisen en wensen, vanuit beheer dus. Je kan het een beetje loslaten, maar ergens moet je ook wel weer je vinger aan de pols houden. Dat is dan een rol die ik speel in dat dijkversterkingsproces. Daarnaast ben ik ook nog opdrachtgever van een aantal projecten. Waaronder het monitorings project wat we hebben lopen, waar Wouter dan projectmanager van is. Maar ook het vervangen van sluisdeuren hier een Doesburg en we hebben ook regionale keringen te versterken bijvoorbeeld daar ben ik ook opdrachtgever. Dus ja, ik heb de functie beleidsadviseur, maar binnen die functies zijn er gewoon verschillende rollen waar ik heen ga.

Stel er komt een nieuwe norm of probleem binnen wat is dan het eerste waar waar je mee bezig gaat? (Bijvoorbeeld bij de norm verandering in 2017.)

Oké, daar is een nieuwe nieuwe norm wat we eigenlijk gedaan hebben is, die norm die hing al een tijdje in de lucht. Dat was het aanpassen van de waterwet. 5 of 6 jaar daarvoor hebben we met IJssel waterschappen zijn we samen gaan werken. Wat zijn nou de consequenties, waarschijnlijk, van die nieuwe norm. Het ging ook om een ander type norm. Het ging over overstromingskans in plaats van overschrijdings norm. Dat lijkt dan een woord, maar uiteindelijk zit er een hele systematiek achter. En ook nieuwe rekenregels voor sterkte die op ons afkwamen. We hadden wel het idee van we moeten wel ongeveer weten welke kant het op gaat. We hebben 5 of 6 jaar voordat dat die norm wijzigde een consequentie analyse uitgevoerd. En daar hebben we, met adviesbureaus samen, voor de hele IJssel bekeken wat is nou het effect? En daar bleek al uit dat vooral piping een onderschat fenomeen is in ons gebied. En daarmee een opgave gaat veroorzaken. De ander was was ook hoogte en macrostabiliteit. Dus je voelt een normverzwaring en opgave aan komen en toen zijn we langzaam de organisatie al gaan optuigen. Toen zijn we ook met een organisatieadviesbureau en was bij waterschap Rivierenland gekeken (want zij hadden al een grote dijkversterkingsopgave) wat dat nou doet met een organisatie. We hadden her en der wel 2/3 km te versterken, maar niet 70 km en dan ja tot 2050, dat is het doel van het HWBP. Dus hoe ga je dat nou in een programma goed organiseren. Dat is dan een van de dingen die we hebben gedaan. Maar dat was eigenlijk vooruitlopend op de toetsingen die we vervolgens gingen doen. Vanaf 2017 zijn we die gestart. Daar is een collega van mij mee bezig geweest. Toen zijn we eigenlijk nog beter gaan kijken naar die kering in het kader van die nieuwe norm en daar werd grotendeels wel bevestigd, in dat iedere quickscan beeld wat we hadden, van dat die opgave er kwam. Toen hadden we ook een formele titel om het op het landelijk programma aan te melden. Het proces is dan, als je iets afkeurt, moet je een ingangs toets doorlopen. Als je die hebt doorlopen dan kun je ook subsidie ontvangen. Dat is 90% op je realisatie. Dus het is belangrijk als je een nieuwe norm, beoordeling en dan opgave hebt, om dan op het dijkversterkingsprogramma te komen, moet je moet je die toets doorlopen. Dan kun je ook de financiële middelen organiseren met het subsidie programma en dan kan je ook echt gaan versterken.

Dan komt dus komt er dus uit die norm is er doorheen en dan gaan jullie zelf kijken en zelf metingen uitvoeren?

We hadden natuurlijk heel veel informatie. We hebben bestaande grondonderzoek, we hadden bestekken maar dat was vroeger niet zo gebruikelijk. He werd werd gemaakt en het was klaar. Er werd misschien een keer hoogte gemeten maar dat was het. Maar er is best veel historische informa-

tie. Dat hebben we ook dijkvak niveau ook allemaal geordend. Maar voor die nieuwe beoordeling in 2017, had je nog weer net wat andere parameters nodig voor je klei sterkte bepaling of voor je zand grofheden. Dus je ziet dat dat die basis op zich goed is, maar je moet gewoon aanvullen en je moet verrijken. Dat hebben we gedaan door opnieuw grondonderzoek te doen, door opnieuw ook hoogte te meten. We hebben op zich in dit gebied niet zoveel met settling te maken. Het is vooral zand. Je checkt dat door opnieuw hoogtemeting te doen en te kijken dat ter vergelijken met historische data. Dus je gaat meten in die ondergrond. En qua profilering van wat nou de situatie is. Dat ga je natuurlijk in je modellen stoppen om om weer opnieuw stabiliteitsberekeningen te doen. Daar hebben we 6 jaar over gedaan, want in 2017 zijn we begonnen met die beoordeling en 2023 was ook een soort landelijk richtlijn van dan willen wij het eerste beeld hebben van de totale opgave in Nederland. Dus we hebben al die dijkringingen die we hebben beoordeeld. En ook over gerapporteerd, dus die informatie heb je allemaal voor handen. En een belangrijke basis van informatie voor je dijkversterkingen. Volgens mij was het eerste beeld uit die beoordeling dat een derde van ons areaal landelijk moesten versterken.

Ik zit wat meer op het beleidsniveau van, hoe kunnen we het nou goed organiseren? Hoe zorgen we dat het geld er komt? Aan de andere kant is het ook wel als we een versterking dan gaat lopen, ben ik de counterpart vanuit het beheer om te zien wat er in dit project gebeurt en dus vanuit beheer te adviseren in zo'n project. Zo'n project heeft natuurlijk een kop en een staart, zomaar een jaar of 8 á 9 duurt van verkenning tot tot realisatie. Maar In de tussentijd moet die dijk het wel doen. Het kan niet zo zijn dat we 9 jaar een traject uit het bedrijf hebben en 9 jaar geen sterkte in de kering hebben zitten. Dus dus hoe zorg je nou dat ook in die fase, ondanks dat ook aanpassingen plaatsvinden, grondonderzoek plaatsvindt de situatie toch sterk en veilig genoeg blijft, zodat in ieder geval de inwoners die daar achter wonen veiligheid behouden. Dat is natuurlijk het doel voor wij op aarde zijn. Zo'n project snapt dat natuurlijk ook wel. Maar soms is het om vaart te maken, tuurlijk voor zo'n project wel handig om gewoon een stuk dijk helemaal afgraven en dan open hebben liggen en dat die aannemer rustig zijn werk kan doen. Dat kan inderdaad gevallen gewoon niet. Dus daar moet dan bijvoorbeeld een risicobeheerplan onder liggen. Van dit is vaksgewijs dingen doen, zorgen dat je voldoende materialen op voorraad hebt, zodat je snel kan schakelen. Mocht er nog watergolf aankomen dat je die Dijk op sterkte krijgt. Dat soort dingen moet je wel over nadenken, want anders dan ben je een dijk aan het versterken en vervolgens heb je een dijkdoorbraak veroorzaakt. Als beheerder en je altijd eindverantwoordelijk. Maar je moet het ook een beetje uit handen durven geven dan aan zo'n project. Dat is een beetje balanceren tussen die twee dingen.

Je zei net dat je met de financiering bezig bent. Is dat makkelijk te doen voor een monitorings project, want het is natuurlijk een nieuwe practice?

Nou, er was geen duidelijkheid over toen we eraan begonnen. Op zich voor voor een versterkings werk, als je die hebt aangemeld op het programma, en we hebben monitoren nodig om de veiligheidsanalyse beter te doen dan is daar gewoon geld voor beschikbaar. Dat is wel mijn ervaring. Maar dan heb je eigenlijk een heel kort tijdsbestek. Want je verkent twee jaar ofzo en als je dan extra gaat monitoren dan komt er niet veel uit. Je kan het beste monitoren in de situatie met een hoogwatergolf. In die twee jaar is de kans heel klein. Dus kans ook heel groot dat je er niks aan hebt. Het liefst wil je gewoon monitoring hebben staan en langdurig en dan wordt de kans groter dat je een goede treffer hebt en dan goed kan meten en dus ook kan analyseren. Maar het beetje kromme was in ieder geval dat als je het project niet hebt aangemeld, dan is er ook geen haakje voor subsidie, dus dan moet je het zelf gaan betalen. Terwijl ook dat versterkingswerk wat misschien over 10 jaar pas plaatsvindt heeft baat bij langjarige monitoring. Dit is een beetje een knoop waar je dan in terecht komt. Dus dan was de bestaande subsidie regeling eigenlijk niet afdoende. Toen we dat monitoring project startte hebben we het over gehad van hoe kunnen we nou zorgen dat er een regeling komt die wel past. We hebben ook Samen met met met het rijk een werkwijze bedacht die wel past. Die kunnen we nu ook gewoon toepassen in het monitors project. Ook al hebben we nog niet concreet binnen nu en 6 jaar een project waarmee we starten, kunnen we nu subsidie aanvragen als we op een bepaalde manier gaan monitoren en inzicht krijgen en en die projecten die wat verder weg pas aan bod komen. Dus er was geen goede subsidieregeling, maar we hebben inmiddels wel een werkwijze gevonden die daar wel op past.

Wat zijn dan in grote lijnen, de eisen die er dan aan de nieuwe subsidieregeling hangen?

Volgens mij gaat het vooral over grondwater monitoring. Ik ken niet letterlijk de regels, hoor. Je moet vanuit de beoordeling een definitief oordeel hebben over afkeuren. Dus eigenlijk een zeker weten dat je een versterkingsopgave hebt. Volgens de theorie moet het er zijn. Ook moet je een ingangstoets hebben doorlopen. Dat zijn volgens mij de randvoorwaarden op basis waarvan je

dan kan zeggen, van en nu heb ik een haakje om subsidie aan te vragen over een project. Als je beoordeelt dan, dan doe je dat met een Horizon relatief dichtbij. Je toets van de komende 12 jaar vodoet mijn dijk nog. Maar als je gaat ontwerpen wil je eigenlijk verder weg kijken. Wat je uit de toetsing haalt qua trajecten die niet voldoen, zegt nog niks over de opgave die je voor de lange termijn hebt. Het idee is bij zo'n ingangstoets dat je de rapportage van een beoordeling goed bekijkt en denkt maar blijft die opgave nou ook in stand op de lange termijn? Zijn er nog technische ontwikkelingen die een ander beeld zouden kunnen geven? Soms kun je een heel norm traject af die is bijvoorbeeld 24 km. Dat ga je niet in één keer versterken. Dus wat zijn nou gelet op de omgeving, handige delen die je dan als project zou kunnen definiëren, en aanmeld op dat programma. Er zitten een aantal uitwerkingen in op hoofdlijnen uiteraard, want je kan niet een complete plan schrijven, die wat meer vat geven op op de beheersbaarheid van een project wat je uiteindelijk kan. Dus wat je ziet, 48-1 is een traject wat we als eerste hebben beoordeeld? Dus strengste norm ook in ons gebied. 48-1 is 24 km lang en uit de beoordeling bleek dat het hele traject was afgekeurd. Maar het is genuanceerder als je er dieper op in duikt. Wij hebben gekeken en die 24 km kan je niet in één keer versterken. We hebben het opgedeeld in 3 deeltrajecten. Daarbij hebben we gekeken naar, wat speelt er nou In de omgeving? Op een stuk speelt een ruimte voor de rivier project. Als je nou kijkt naar meekoppelkansen uit die omgeving, is eigenlijk logisch dat wij daarin samen gaan optrekken. Wat is nou de planning van die meekoppelkansen, bleek dat hij redelijk vooruitstrevend was qua tijdstip. Dus dat traject gaan we als eerste mee koppelen gebiedsgericht, dat past ook in de urgentie. Die 8 km gaan we als eerste aanpakken. Dan gaan we ook de ingangstoets van doorlopen. Dus op die manier zie je dat beoordelen leidt tot een project wat op het hoogwaterbeschermingsprogramma staat.

Dan is er dus gekozen van dit willen we doen op deze delen. Hoe wordt er dan gehandeld? Wat wordt er dan geplaatst/gemeten?

Dan gaat het naar het projectteam. Die gaan dan kijken naar de beoordeling. Daar zitten soms wat grove aannames in. We wisten bijvoorbeeld dat de macro-stabiliteit buitenwaarts (afschuiven naar die rivier toe) dat konden we toen nog niet met de handelingswijze in de beoordeling goed onderbouwen dat het geen probleem was. We hadden wel het idee dat het overschat is in dit geval. Dit was ook al genoemd in de beoordeling, maar we konden dat nog niet rekenkundig hard maken. Toen zijn er aanvullende analyses gemaakt in dat deeltraject en dan blijkt dat die opgave vervalst. Dus eigenlijk wil je als eerste stap de veiligheids scope scherper stellen. Dat kan eigenlijk twee kanten op vallen. Aan de ene kant verdampt er dan wat, maar het kan ook zijn dat scope bij komt. Je wil in ieder geval een goed vertrekpunt creëren en dat betekent ook dat er extra grondonderzoeken zijn gedaan. Er zijn peilbuizen geplaatst om te gaan meten. Er is gekeken wat zijn nou de model matige ontwikkelingen voor macro-stabiliteit, voor de sterkte van klei. Er zijn ontwikkelingen in ons gebied als we dat meenemen, hoe ziet de wereld er dan uit? Dus ook in die techniek probeer je dan zo scherp mogelijk te krijgen wat nou de laatste stand van de techniek is en dat probeer je dan vertalen naar je ontwerp horizon, en die is vaak 50 jaar (minimaal) vooruit. We gaan naar 2070 kijken wat als ik nou die ontwikkeling meeneem, en ik kijk naar de klimaat ontwikkeling 50 jaar verder, wat is dan mijn opgave. Dat is een belangrijk onderdeel bij de start van zo'n versterkings project.

Dan ga je samen met omgeving een dijkversterkingsplan bedenken van wat zijn nou oplossingen. Voor bijvoorbeeld 48-1, dat eerste deeltraject, is er een voorkeurs alternatief bepaalt samen met de omgeving en dat gaat over willen we buitendijks versterken met klei ingraven, of willen we aan de landzijde met een berm, of willen we met een verticaal scherm willen. Dat soort varianten zijn allemaal uitgewerkt en bekeken op impact op de omgeving, dus zijn er bewonersavonden geweest. Mensen die direct aan de dijk wonen, maar ook mensen die wat verder van die dijk kan wonen. Dus op die manier proberen de omgeving mee te nemen in de mogelijkheden wat allemaal moet leiden tot een oplossing. De één heeft wat meer overlast dan de andere. De een is wat meer impact op de natuur dan een andere. Dat is geen exacte wetenschap meer, dat is gewoon kiezen tussen verschillende belangen. De een zal wat meer belang schaden dan de andere dus dat is zoeken naar een evenwicht in zo'n project. Op een gegeven moment moet je gewoon keuzes maken. Dat is een keuze tussen twee kwaden, om het zo maar even te zeggen. Dat is wel een subtiel proces met de omgeving. We zitten nu aan de vooravond voor het vaststellen van het focus alternatief. Dan hebben we de verkenningsfase afgesloten en dan gaan we de planfase in. In de planfase gaan we ook echt het plan juridisch borgen en dat heet dan projectbesluit. Dat is een volgende stap, maar die is ook weer 2/3 jaar lang. Dus dan ga je eigenlijk nog weer verder uit detailleren, nog weer scherper kijken, dus je werkt van grof naar fijn. Daarna gaan realisatiefase dus over een jaar of 5/6 vanaf nu terwijl we nu weten wat we ongeveer gaan doen.

Er is nu uit de norm gekomen dat piping en macrostabiliteit voornamelijk de grote opgaves zijn, maar kijken jullie ook alvast naar andere faalmechanismen?

We hebben wetgeving die zegt naar die mechanisme moet je kijken. Die zijn allemaal bekeken, maar wat we wel vervelend vinden is dat er ook dingen in zitten die wat lastig en grijpbaar zijn. Dat is bijvoorbeeld dierlijke graverij. Je kan een heel mooi klei dek ontwerpen en een mooie grasmat ontwikkelen met biodiversiteit. Als dan de bever populatie zodanig groot wordt en tijdens hoogwater in die dijk kruipt, dan is het allemaal hartstikke mooi bedacht maar daar doe je niks aan. Dat is een nog wat ongrijpbaar fenomeen op dit moment. Je kan natuurlijk wel netten in jouw dijk ingraven. Dan weet je in de laagwater situatie dat ze in ieder geval niet in de dijk terecht komen. Als het hoogwater wordt dan verdwijnt hun terrein waar ze normaal gesproken zitten en dan gaan ze zoeken naar droge plekken waar ze alsnog een huis kunnen bouwen. dat zijn soms ook wel de dijken die ze dan tegenkomen. Wij hebben daar nog niet zo heel veel last van gehad, maar bij Rivierenland natuurlijk wel.

Hoe proberen jullie te kijken naar de aanwezigheid of impact van de beverholten?

We hebben bever patrouilles die s'avonds gaan kijken met warmtebeeldcamera's. Die heb je nodig want ze zitten natuurlijk verscholen en met het blote oog zie je die niet. Dus s'avonds, de mensen die normaal het muskusrattenbeheer doen, worden die dan ingezet voor bever patrouilles en dan gaan ze 's avonds op plekken waar je weet dat die populaties zitten. Dan dan kunnen we met het warmtebeeld zien of ze in beweging zijn of niet. Dan kunnen we pas de dag daarna met daglicht kijken. Als ze naar die dijk zijn toe gekropen kunnen we iets ontdekken. Er zijn letterlijk mensen met een prikstokje aan het voelen zijn. Dat is letterlijk niet waterdicht. Dat voelt nog niet onder controle. Ik snap dat ze misschien ook wel in ons landschap horen, maar ze doen het wel heel erg goed in ons gebied. Dat is vanuit dijkbeheer geen geruststellende gedachte. We nemen het wel mee als als context van je dijkversterking, maar er is nog geen vat op hoe we dat aanpakken. Moeten we dan al onze dijken structureel met gaas inpakken? Dat is wel een hele grote ingreep.

Je kwam net met het voorbeeld van 48-1, daar wordt al gemonitord. Lopen er nog meer projecten waarbij er wordt gemonitord?

Projecten die we uitvoeren, zoals den Elterweg-Zutphen waar Christien en Bas bij zitten, hebben we ook monitoringspunten gemaakt. We hebben vergunning werk bij spijsdijk in spijk daar is een uitwerkhaven door Rijkswaterstaat gebouwd. Dat gat ook naar die dijk toegetrokken. Het is meer dan een gat, maar voor ons een gat in het voorland. Dat leidt gewoon tot een andere kwel-situatie binnendijks. Projectspectief zie je zeker dat er wel gemonitord wordt. Het zijn vooral peilbuizen, met sensing daarin, waarmee gemonitord wordt. Bij twentekanaal is Rijkswaterstaat baggerproject aan het doen. Daar zijn damwanden die niet helemaal stabiel zijn. Dus hoe zit het nou met die waterstand? Zeg maar een landzijde van die damwand ten opzichte van die waterstand in de rivier. Hoe verhoudt zich dat tot elkaar? Dat is natuurlijk een belangrijke maat voor je stabiliteit van die damwand, dus daar is monitoring geplaatst. En daarnaast hebben we een tijdje geleden de wens uitgesproken vanuit beheer dat we langjarig inzicht willen hebben in de grondwaterstanden. Toen zijn we project monitoring gestart waar gewoon het hele areaal, op representatieve plekken, willen gaan monitoren met grondwater monitoring. Daar hebben we een pilot voor gedraaid in 48-1. Dat is ons goed bevallen. Monitoring is dan 1. Daar krijg je natuurlijk in bak en data op binnen, zeker als je het continu doet. Maar wat doe je daar dan vervolgens mee? Dat lijkt op zich logisch, want je doet het met een bepaald doel natuurlijk. Als je dat proces niet stroomlijnt, dan ontstaat er een bak aan data waarin het heel lastig analyseren wordt. We hebben als randvoorwaarde gesteld in het monitorings project dat behandeld wordt hoe we dat inpassen in het beheerproces en wat wat proces dan precies gaat zijn. Uiteindelijk zijn we uitgekomen bij het interne datalab. We hebben gezegd we willen die grondwater monitorings data gebruiken voor de bepaling van de dempingsfactor voor piping. Dat is eigenlijk de druk afname in jouw dijk. Daar doen we over het algemeen aannames in, maar de indruk is dat we daar over het algemeen de veilige kant van de inschatting kiezen. Je kiest de verhanglijn vrij hoog, dat betekent eigenlijk dat er vrij veel waterdruk onder die kering ontstaat. Hoe hoger je die lijn inschat, hoe robuuster de aanname. Op zich logisch vanuit dat perspectief, maar als je die lijn wat reëler kan inschatten dan kan het zijn dat je dijk toch sterker is dan je verwacht. Dat betekent dat je misschien geen versterkingsopgave meer hebt of in ieder geval verminderde versterkingsopgave. Andersom geredeneerd kan het zijn dat het toch geen goede inschatting was. Dat de inschatting waarvan wij dachten dat het een robuuste aanname was toch niet robuust genoeg was en dat die lijn hoger ligt. Dan is het ook een prima waarneming, want dat betekent dat er wel een opgave ontstaat. Dan ga je uiteindelijk ook een versterking doen waarvan je eerder dacht dat je daar geen probleem had. In die zin is monitoring altijd verstandig om te doen. Omdat we dat langjarig in beeld

willen brengen, willen we dat vanuit de zorgplicht opstarten en niet vanuit de versterkingsopgave. Nu hebben we dat op een enorm traject uitgerolt. Samen met het datalab hebben we die data inwinning wat geautomatiseerd zodat het ook leidt tot informatie voor die dempingsfactoren. Ik merk dat iedereen enthousiast is over dat soort ontwikkelingen. We gaan ook doorstarten met de andere normtrajecten. Daar is Wouter (Zomer) nu een aanbesteding van aan het voorbereiden. Met een paar maanden gaan we met een nieuwe aannemer (misschien wel dezelfde) de rest van het gebied voorzien van grondwater monitoring.

Als ik het goed heb is dat dus vooral voor de beheerfase?

Ja, maar daar zitten ook trajecten in die we gaan versterken. We hebben met HWBP ook afgesproken dat we op die trajecten dus gewoon subsidie kunnen ontvangen. Dat is natuurlijk wel mooi dat je dat nu dan ook met de subsidieregeling kan doen. Maar de basis is wel: als je beter inzicht hebt in je sterkte, raakt dat alle facetten van de levenscyclus van je kering. Maar ook tijdens calamiteiten als het hoogwater wordt kan je beter bepalen of een dijk instabiel is, of dat het overgaat tot evacuatie, of dat je moet scherp moet gaan inspecteren, enz. Dus het raakt heel veel andere facetten dan alleen versterking. De focus is wel vanuit beheer.

Er wordt nu gekozen voor peilbuizen. Waarom? En zijn er ook andere manieren?

We sluiten die zin niks uit. Er zijn heel veel ontwikkelingen in die wereld van de sensing, zoals glasvezel. We kunnen heel veel meten maar we willen ook niet te ver van huis geraken. Ik merkte vooral dat gewoon een soort van basis, ik noem het ook eigenlijk basismonitoring. We weten heel veel over de grondsamenstelling, daar doen we heel veel metingen aan met sonderingen, boringen. Maar het is natuurlijk wel heel erg gek dat je alleen de waterstanden in de rivieren meet, en als je geluk hebt ergens in de sloot. Alles wat er tussenin zit daar doen we aannames voor. Terwijl het verloop daarvan zo essentieel is. Het is haast basis dat je in ieder geval weet hoe die grondwaterstanden in jouw dijk verlopen. Dat klinkt heel logisch maar waarom doen we het dan niet? Met dat vertrekpunt zeiden we laten we daar nou gewoon eens mee beginnen dan. En dan kom je wel heel gauw in, wat zijn dan bewezen technieken? Wat kennen we? Wat vertrouwen we? Laten we dan niet gaan meten met allerlei sensoren die misschien een levensduur hebben van 5 jaar, of misschien wel korter. Je weet ook wanneer je die hoogwatergolf gaat krijgen, dat kan ook 10 jaar duren. Dus welk systeem past daar dan bij? Dan kom je toch al gauw op op die basis uit van, laten we in een aantal profielen, structureel over ons gebied, die peilbuizen gaan plaatsen. De gedachte is eigenlijk heel simpel: Een robuust systeem. Stel even dat dat tot inzichten leidt waarvan je in detail een aantal dingen meer wilt weten. Dan kan je natuurlijk wel na gaan denken over wat zijn nou andere technieken die ons daarbij kunnen helpen. Dit is even nu de eerste stap, en ik sluit in die zin niks uit. Maar van dit weten we sowieso dat we er iets aan hebben.

Wanneer zou dan die vervolgstap erin zitten?

Je merkt dat overal waar je weer meer data en informatie vergaard, ontstaan weer nieuwe vragen. Ik weet ook niet waar het gaat eindigen. Mijn toekomstbeeld is eigenlijk dat we niet meer ingewikkeld met die modellen hoeven te gaan rekenen. Dat de dijk ons zelf gaat vertellen of die stabiel is of niet. Dus dat die ondergrond data, gekoppeld met waterstandsdata, (dus dus die statische data met die dynamische data) in het model zelf gaat bepalen van de dijk stabiel is of niet. En dat we daar niet meer een soort handmatige rekenslagen over hoeven te maken. Je merkt aan alles dat we die kant op bewegen. Dat duurt voor mijn gevoel nog wel 10 jaar of misschien wel 15 jaar. Dan moeten vooral de modellen verbeteren. In dit soort processen moet je niet de illusie hebben dat je dat voor 5 of 10 jaar kan uitstippelen. We doen nu ervaring op en we het levert kennis op. Dan moet je met een aantal verschillende disciplines zoals geotechniek, geohydrologie, mensen die slim zijn met databestanden en met GIS. Ik sta soms te klapperen met mijn oren wat ik allemaal hoor en zie. Je kan niet voorspellen waar het heen gaat.

Het doel is live inzicht. Hoe live is dat? Hoeveel metingen per uur, per dag?

Vanuit beheer heb ik niet zo'n behoefte aan iedere dag een meting, want het wordt pas spannend bij een waterstand bij Lobith van een meter of 16. Vanuit dijkbeheer wordt het interessant bij een bepaalde periode van het jaar waarin het hoog water zou kunnen zijn. Maar op dat moment zou ik wel live inzicht willen hebben. Dus eigenlijk in die laagwater situatie zou je dat systeem niet nodig hebben. Bij hoog water zou het wel mooi zijn als je live inzicht hebt in die sterkte. Ik merk dat we dat nu al een beetje proberen te simuleren. We hebben vanuit de beoordeling faalkansen bepaald. Die zijn eigenlijk bij een bepaalde norm, bij een bepaalde hoogte bepaald. Die norm waterstand die wordt zelden bereikt. Het zijn natuurlijk veel lagere waterstanden die veel vaker voorkomen. Aan de hand daarvan wil je eigenlijk een soort curve bepalen van de faalkans en de optredende

waterstand. Daar zijn we bezig, met een bureau, om die curve te bepalen. Eigenlijk heb je dan al een soort versimpeling, als je dat dan op projectniveau een GIS systeem stopt. Dus ik zie wel wel al grove stappen die kant op, maar actueel bepalen van een faalkans, waar je eigenlijk waar je naartoe wil, duurt nog even.

Langdurige monitoring is dan nodig. Is er al een idee hoe van hoe lang dat gaat duren en hoe lang die blijven staan?

Ik heb wel het idee dat het ook echt langjarig is. Als je geluk hebt en er komen een paar hoogwaters voorbij dan kan je heel veel informatie inwinnen. Misschien zou je dan kunnen zeggen dat we nu voldoende inzicht hebben en dat er wat wordt afgeschaald. Maar van de andere kant, de laatste echte hoogwater was 1995. Dat is alweer 30 jaar geleden. Dat kan dus zomaar nog even duren.

Hoe staat het budget daarvoor om het zo langdurig neer te zetten?

We hebben nu natuurlijk budget om het neer te zetten. Het systeem wat we nu in beeld hebben die peilbuizen op zoveel locaties. We hebben daarnaast in de exploitatie heet het dan. Want het staat er maar je moet het ook in bedrijf houden. Daarvan hebben we ook een financiële middelen geregeld. Dat is nu eigenlijk oneindig. We hebben er geen einde aan. Je weet gewoon als je dat lijnen in stand moet gaan houden, of de peilbuizen die raken verstopt, of die worden omver gereden, of er moet een keer wat bijgeplaatst worden. Daar hebben we structureel nu voor de start, 2 ton per jaar om dat in bedrijf te houden. We hebben ook in ieder geval gezegd in de personele zin. Je probeert ergens systemen slimmer in te richten en de markt te betrekken voor de in stand houding van van het systeem. Dus we weten niet precies of het in personele zin heel veel extra belasting geeft, maar we gaan het wel in de gaten houden. Dus die unit advies & strategie die dat voor ons doet. Daar hebben we de afspraak mee om het jaarlijks te evalueren en te kijken of er een grotere belasting is. Anders kunnen we daar ook nog bijschakelen. Dus in personele zin is het ook bestendig dat we dit lang kunnen blijven doen. Daar ben ik wel blij over, omdat het bestuur ook er zo in zit die uiteindelijk het geld geven.

Het gaat om het project state of the art. Wat is voor jou State of the art aan jullie monitoring?

Ik denk vooral dan de manier waarop we het nu ingebed hebben in die sommen. Met bepalen van die demping factoren. Wat ik van Wouter terug hoor, ik kan niet altijd over de grenzen heen kijken van ons waterschap, krijg ik toch wel signaal dat we het gestructureerd insteken. Dus meer het proces wat we doorlopen. Vanuit zorgplicht en niet vanuit het versterken, niet projectmatig maar het word bestendigt in de staande organisatie. Hoe we dat proces doorlopen en structureel doorzetten met het bestuur er ook achter daarvan zou je kunnen zeggen dat het state of the art is. Dat is niet zo gebruikelijk dat het zo gestroomlijnd loopt. Dat zijn wel succesfactoren denk ik. Specifiek dan op de technieken, het borgen van die data en echt heel specifiek een faalkansberekening. Daar zit ook wel, denk ik iets van state of the art in.

9.4 Interview Wouter Zomer, 23-05-2024

Wie ben je en wat doe je voor het waterschap?

Ik ben Wouter Zomer. Ik word ingehuurd door het waterschap als projectmanager monitoringsnetwerk primaire waterkeringen. Dat houdt in het regelen van het netwerk, tot en met data inwinning. Data opslag, analyse en implementeren in de organisatie, het dagelijks gebruik van de ingewonnen data, dat is onderdeel van mijn opdracht voor het waterschap (Rijn en IJssel).

En dat doe je vanuit een soort expert positie, omdat zij zelf minder informatie hebben over het onderwerp?

Nee, dat weet ik niet. Expert positie, dat is misschien gedeeltelijk zo, maar ik denk ook dat het een capaciteits invulling vraag was. Ze wilden wel wat, maar ze hadden die capaciteit en dan gewoon de uren, de beschikbare capaciteit, hadden ze niet.

Je bent dus ingehuurd voor de monitoring. Is er vanuit het waterschap een specifieke manier gekomen waarop ze dat wilden of zijn ze daar redelijk vrij in geweest?

In eerste instantie hebben we ervoor gekozen om overzichtelijk, Doelgericht en technologisch inpasbaar in de organisatie te beginnen. Dat betekent dus eigenlijk grondwatermonitoring in eerste instantie. Waarbij wel gezegd moet worden dat het waterschap zelf ook al behoorlijk wat meet en ook met grondradar volgens mij de binnentenen van de dijken hebben ingemeten om te kijken wat daar de bodem opbouw was in lagen, zeg maar om de trends in te zien. En van de laatste beoordeling zijn een aantal locaties naar voren gekomen waarvan ze nog niet helemaal zeker zijn van. In voorbereiding op versterking projecten is er geconcludeerd, we moeten gaan monitoren, dan is het het beste om zo lang mogelijk voordat je met een versterking bezig gaat om dan te beginnen met monitoren, zodat de kans op hoogwater het grootst is en de kans op zinvolle data het grootst is. Maar de belangrijkste is echt vanuit de wens om de dijken beter te begrijpen. Ze hebben die beoordeling gedaan en op basis van onze berekeningen zijn er vragen/onnauwkeurigheden en daar willen we beter inzicht in hebben. dus vanuit de beheer kant van de organisatie is toen gezegd, dan gaan we die dijken beter in de gaten houden en beter monitoren.

Voor wat voor problemen, wat voor data, wat voor waarde wordt er dan gemonitord? Zijn er bepaalde aspecten waarmee op wordt gemonitord of is het het grote geheel willen meten?

Een dijk is een 3D lichaam. Die gedraagt zich door de tijd op basis van wat hem aan wordt gedaan, dus de belastingen. Dat kan een waterbelasting zijn, maar het kan ook zon of wind of fysieke belastingen zijn door honden of bevers, of mensen die er van alles en nog wat in uitvoeren. Maar in eerste instantie is het met name gericht op grondwater. Grondwater rondom dijken is gewoon heel belangrijk, misschien wel de meest dominante aandrijvende factor voor bezwijken en schade onder hoogwater omstandigheden.

Voordat jij er mee bezig ging, meette ze daar dan ook al veel op of was dat juist het probleem wat nu wel wordt gedaan?

Er werd altijd wel gemonitord. Dus die metingen zoals die grondradar, dat is echt een meting geweest. Er wordt altijd wel gemonitord en zeker als je richting een beoordeling gaat van dijk, of een toets zoals dat in het verleden heette, het voorschrift toetsen op veiligheid. Daar had je data nodig om de modellen in te vullen om vervolgens te bepalen of mijn dijk voldoet aan de gestelde eisen of niet. Dan werd er kortstondig gemonitord, dus voor een overzichtelijke afgebakende periode. Dan was het hopen dat er zinvolle data werd ingewonnen. Als ik over een jaar een rapport op moet leveren, nou dan ga ik nu gewoon 4 á 6 maanden monitoren en dan heb ik wat data en dan hoop ik maar dat er zinvolle model parameters van zijn af te leiden. Wat je wel ziet is dat het inwinnen van data in de afgelopen decennia veel goedkoper en makkelijker is geworden. De data is veel betrouwbaarder, veel nauwkeuriger en je ziet ook dat op het moment dat er een hoogwater langskomt, dan heb je geen tijd om dan nog eens een keertje een monitoringsnetwerk te gaan uitrollen van 80 raaien. Dat gaat niet werken, dus daar zit ook iets in van als je zinvolle data wil hebben, dan moet je gewoon langjarig gaan monitoren. En dat heeft zijn waarde, ook in het kader van IJkdijk projecten, Livedijk projecten en veldexperimenten is dat bewezen, maar ook inmiddels in de versterkings projecten van het hoogwater beschermingsprogramma zie je dat in de voorbereidende fase wordt data ingewonnen om de scope van zo'n versterkings project vast te kunnen stellen. Daarmee kun je dus met monitoring je onzekerheden wegwerken. Over het algemeen levert dat de conclusie op dat je dijk sterker is dan gedacht. Maar het levert ook de conclusie op, en daar zijn ook verschillende voorbeelden van, dat een dijk gevoeliger voor een specifiek faalmechanisme

blijkt dan gedacht. In het eerste geval bespaar je geld wat je dan weer voor een ander project kunt inzetten en in het ander geval realiseer je dus dat je een onbekend waterveiligheidsstekort voorkomt. Dan kan je versterkings project wel groter worden, maar je voldoet wel beter aan de norm. Dat is uiteindelijk je doel natuurlijk.

Je zei dat er veel wordt gemonitord op grondwater. Op wat voor manieren word dat gedaan?

Lang geleden dan boorde je een peilbuis en dan ging je gewoon periodiek langs met een vlottertje en een meetlint eraan en dan meet je gewoon hoe diep dat grondwater zat. Op een gegeven moment had je geautomatiseerde apparatuur en die meet bijvoorbeeld ieder uur. Je moest er alsnog langs en dan haal die de logger eruit en dan haalde je de data van de logger af. Dat was dan wel hopen dat de apparatuur niet kapot was gegaan, want dan had je geen data meer. Of dat de apparatuur was gejat, want daar had je geen data meer. Inmiddels wordt dat met telemetrie gedaan, dus je hangt er een apparaat in en die zendt iedere dag 1 of 4 of meerdere keren data, die die dan uurlijks of half uurlijks of wat je dan ook instelt, naar de leverancier die dat bewerkt. Dan gaat het richting waterschap. Dus in principe wordt ieder uur gemeten en wordt dagelijks wordt alle meetdata naar de database gezonden van het waterschap.

Als ik het goed heb begrepen is het neerzetten van peilbuizen het idee van monitoringsnetwerk primaire waterkeringen. Kan je over het project wat meer uitleg geven.

Wij hebben in het hele areaal primaire waterkeringen als doel om daar een monitoring netwerk voor te realiseren. Dat zijn ongeveer 75 raaien van 4 peilbuizen, dus dat is ongeveer 300 peilbuizen met een aantal open water meetpunten daar nog bij. Die worden op plekken geïnstalleerd waarvan de beheerder zegt, hier wil ik meer over weten. Dat kan zijn omdat er onzekerheden zijn. Dat kan zijn omdat er vragen zijn naar specifiek dijkgedrag, maar het kan ook zijn als referentie locatie. Als in we weten dat deze dijklocatie goed is, sterk genoeg, normaal reageert, dus dit gebruiken we als lichtend voorbeeld en daarmee gaan we andere locaties vergelijken.

Hoe is dit plan in de organisatie rondgegaan? Het is natuurlijk een redelijk nieuw idee, langdurige monitoring.

Ik denk dat ik nou 10 geleden bij het waterschap kwam en en daar over monitoring sprak met een oud collega van mij, Leo van Nieuwenhuizen, en Leo die had in die tijd al een visie: Ik wil die waterkering gewoon continu inzichtelijk hebben. Eind 2020 toen kwam er een uitvraag op de markt vanuit het waterschap waarin ze zeiden van nou we zoeken zo'n projectmanager en dit is ons doel op hoofdlijnen. Dan kun je wel zien dat het waterschap zelf die had vanuit de beheerorganisatie die wens om dit goed op te pakken. Daar lag al een basis en de toenmalige portefeuillehouder Frank Wissink, die pikte dat ook heel snel op toen eenmaal dat concrete plan van aanpak op hoofdlijnen er lag. Die zei ook, ik snap het helemaal, ik ondersteun het ook helemaal, hiermee moeten we verder. Wat ik het mooie vind, is dat de organisatie eigenlijk al die aspecten die uiteindelijk iets met die data, de dijken en met versterking te maken hebben die zijn er op een of andere manier bij betrokken en positief over. Wat ik ook heel tof vind, is dat er eigenlijk een hele kundige jonge club zit. Die met die data aan de slag gaat. Ze hebben ook een datalab bij het waterschap en die gaan dan ook kijken hoe ze van heel veel data een geautomatiseerd waardevolle interpretatie geven. Ze gaan het dus analyseren en daarmee dempings factoren bepalen en we gaan trends in die demping factoren bepalen en die dempingsfactoren kunnen we dan weer gebruiken voor piping berekeningen. Straks op basis van trends kan dat misschien wel voorspellend worden. En het waterschap wil uiteindelijk naar continu inzicht, dus ik druk op de knop, op ieder willekeurig moment, en dan heb ik inzicht in de stand van zaken van mijn dijk. Dat is wat wat de stip op de Horizon is van het waterschap, wij willen continu inzicht.

Ik heb gehoord van het waterschap dat er een redelijk grote piping, en macro stabiliteit, opgave aanwezig is. Daar wordt nu dus veel op ingezet met de monitoring. Wordt er ook op andere faalmechanismen gemonitord? Of zou er op andere faalmechanismen gemonitord moeten worden?

Het grondwater dat heeft een belangrijke aandrijvende functie voor faalmechanismen. Wat we nu hebben is voorland, buiten-, binnenteen en achterland. Dat hebben we nu voor ogen. Wat ik me nog zou kunnen voorstellen op termijn is dat je op een aantal locaties tot de conclusie gaat komen, in de toekomst, ik wil ook in de dijk meten. Dus ik wil in de kern van de dijk wil ik het een en ander meten. Scheurvorming tijdens droge omstandigheden kan als daarna een hoogwater komt, kan extra snel tot infiltratie in de kern van de dijk leiden. Dan kun je denken aan erosie- of microstabiliteitsproblemen die kunnen optreden. Wat we heel weloverwogen hebben besloten is,

we beginnen het doelgericht, kosten en baten zijn in balans. We gaan niet in één keer de hele dijk monitoren zodat we compleet inzicht hebben in alles. Dat is gewoon te veel. Dus we beginnen stap voor stap en ik denk dat de stap die gezet wordt heel doeltreffend is.

Dan wordt er dus gemonitord aan de hand van peilbuizen. Waarom is er gekozen voor peilbuizen en niet een andere manier?

Omdat peilbuizen een beproefde techniek is. De data die eruit komt zijn de systemen van het waterschap ook op ingericht. Wat dus de kans op nuttig en dagelijks gebruik van de gegevens eigenlijk heel hoog maakt. Ik kan ook wel zeggen dat we met glasvezelkabels gaan met licht er doorheen en dan krijgen we allemaal interessante grafieken. Als dat niet aansluit op de infrastructuur die het waterschap heeft en het dagelijkse werk praktijk dat werkt dan niet en dat gaat ook niet werken.

Er staat momenteel een pilot van het MPW. Wat wat gebeurt er met de resultaten? Zijn die resultaten goed zijn?

Nou de resultaten, die hebben er in elk geval toe geleid dat er geconcludeerd is dat we hem willen uitrollen naar het volledige areaal primaire waterkeringen, dus dat is positief. Dat betekent dat de beheerder maar ook het bestuur ziet dat de waarde van de resultaten van het project inderdaad voor het gehele areaal kansrijk zijn. Verwacht mag worden dat we daar dus zodanig aanvullend inzicht krijgen dat de zorgplicht wordt onderbouwd, dat de veiligheid wordt vergroot, dat maatregelen beter vormgegeven kunnen worden, dat versterkingsprojecten daar baat van hebben, dat we straks bij de beoordeling daar baat van hebben omdat we lang jagen meetreeksen hebben. Dat is heel belangrijk. Kijk één van de punten bijvoorbeeld, is het hoogwater van december en januari. En eigenlijk nu stijgt alweer een beetje. Het punt is die golf, had je geen peilbuizen, had je geen zinvolle metingen uit dat hoogwater kunnen halen. We hebben nu gezien, we hebben nu heel mooi 3 golfjes voorbij zien komen. Dat heeft ons mooi inzicht gegeven in verschillen in waterdruk. Hadden we zeg maar dat een jaar eerder gedaan, dan hadden we van het hele, of 3 kwart van het, areaal hadden we die data kunnen hebben.

Ze zijn op op logische plekken geplaatst waar nodig is volgens de beheerder. Wat voor plekken zijn dat dan?

De beheerder die heeft daarnaar gekeken. Daarbij zijn de ervaringen van tijdens inspecties erbij betrokken. Ze hebben gebruik gemaakt van die bodemopbouw van de grondradar. Maar ook waar bijvoorbeeld elke keer wellen zijn terwijl die niet zijn verwacht. Of locaties die eruit gerold zijn tijdens de beoordeling.

Die metingen die worden dan gedaan wat is dan de vervolgstap? Hoe wordt daar naar gehandeld?

Die data word verwerkt en dat is waar ze nu mee bezig zijn. Één van de eerste onderdelen daarvan het gebruik van die data om dempings factoren te bepalen. Maar zoals ik ook al zei, we zijn ook bezig met continu inzicht. Dus de visie van hoe gaan we nou die data gebruiken om op ieder moment te weten wat de staat van die kering is. Het waterschap is ook bezig met fragility curves waarbij ze op basis van live input weten, gaat er iets met mijn dijk gebeuren of niet.

Dan heb je dus meer het inzicht, en dan heb je je netwerk staan. Is er dan een uitbreiding op het netwerk gepland? Is er al een vervolgstap in de maak?

De insteek is we willen zo goed mogelijk inzicht in de dijk hebben, vanuit de beheer organisatie ingegeven. Dus we willen de zorgplicht ook goed kunnen onderbouwen. Waarom gaan we waar, welke maatregelen, op welk moment uitvoeren, zodat onze dijken goed worden beheerd en ze kunnen voldoen aan de veiligheidsnormen op het moment dat het erom draait. Dat is de doelstelling. Om onzekerheden daarin zo klein mogelijk te maken, je kunt ze nooit helemaal wegmaken. Nou krijgen we die data, die gaan we analyseren. Weten we dan voldoende op één plek, dan kan op een gegeven moment de conclusie worden getrokken: Het is goed. We stoppen hier met monitoren. Maar het kan ook worden geconcludeerd dat er gekke resultaten zijn en we gaan monitoren intensiveren, of we gaan ander nader onderzoek uitvoeren. Dus we pakken het iteratief en stapsgewijs aan en op basis van de resultaten die we behalen besluiten we gaan we afschalen, gaan we opschalen, gaan we continueren. Wat te doen? Dat weten we nu nog niet. Dat is eigenlijk het idee van basis monitoring, project monitoring en nul monitoring. Basis monitoring is welke locaties lenen zich ervoor of zijn belangrijk om continu in de gaten te houden zodat ik een goed beeld krijg van mijn areaal. Project monitoring kan zijn ik ga met een versterkingsproject bezig, of de gemeente die wil iets doen, of de provincie die wil iets doen. Ik wil weten wat de effecten zijn daarvan op mijn dijk, dus binnen dat project ga ik monitoren wat de effecten zijn op mijn dijk. Of ik heb een versterkings project waar ik mee bezig ga en ik heb data nodig. Die ga ik inwinnen, dus echt

op het versterkings project gericht. Dan kan de informatie of data behoefte ook echt vele malen groter zijn dan in het dagelijks beheer. Dan ga intensiveren op dat project. Is mijn project af dan draag mijn data netjes over en ik besluit, hoe ga ik verder? Je kan een deel van de monitoring overnemen of schaal ik hem af of neem ik alles over.

Hoe lukt het met de financiën voor het uitrollen van het plan?

Op dit moment gaan we het nog hartstikke goed. Ik weet niet hoe dat straks is als we eenmaal de aanbesteding hebben lopen. We hebben het geld voor de uitrol gekregen. Enerzijds dus het realiseren van het netwerk. Anderzijds wordt het operationele deel, dus het jaarlijks in de lucht houden van het netwerk, dat vindt plaats buiten project. Dat is eigenlijk al ingebed in de organisatie. We noemen het dan de perspectievennota. Volgens mij is daar iets in opgenomen zodat de komende jaren per jaar iets reserveren voor het in de lucht houden. En het geld komt van het Waterschap en het HWBP. Even terug, de beheerorganisatie die heeft gezegd, wij willen dit. Denk 3 jaar geleden zijn we met het plan naar het hoogwater beschermingsprogramma gegaan. Toen hebben we gezegd dat we van plan zijn langjarig te monitoren. Die data komt ook ten bate van het versterkings project. Willen jullie hierin financieren? Nou lang verhaal samengevat, toen zei het HWBP, nee dat is jullie taak maar, maar die data zijn we het helemaal mee eens. Fantastisch plan, vooral doen, maar geen financiering. Op hetzelfde moment waren er ook andere waterschappen die waren met een zelfde ontwikkeling bezig. Toen hebben wij de subsidiabiliteit dijkmonitoring regeling geschreven voor het HWBP, waarin ze eigenlijk zeggen dat als je een dijk hebt afgekeurd en een ingangs toets is doorlopen en de inspectie heeft inderdaad de dijk afgekeurd. Dan komt hij op het versterkingsprogramma. Dan mag je al beginnen met monitoren en is er een bepaalde verdeelsleutel. Al de installatiekosten en ontwerpkosten die betaalt dan het hoogwater beschermingsprogramma. De exploitatiekosten betaalt het waterschap. Dus specifiek voor die monitoring draagt dat HWBP ook bij, maar als het gaat om zorgplicht dan zijn de kosten voor het waterschap.

Het onderzoek doe ik voor State of the art. Wat is volgens jou het meest vernieuwende aan dit hele project?

Dat het langjarig structureel wordt uitgevoerd en dat de organisatie omgaat met de data in zijn dagelijkse praktijk. Ik denk dat dat echt heel belangrijk is. Het is inderdaad State of the art het heet niet innovatief. Daar hebben we ook heel erg bewust voor gekozen, innovatief daar zitten onzekerheden of het wel of niet werkt. Maar de technologie die hierachter zit is bestaand. De data is gevalideerd. Het is nauwkeurig data. De apparatuur is helemaal goed. Dat is state of the art. Het wordt live naar de databases verzonden. Wat rond 2020 overigens nog niet het geval was. Dat was nog niet de standaard binnen het waterschap. Dat werd gewoon nog iedere half jaar uitgelezen door een mannetje wat langs ging met de auto en die data eraf haalde. Inmiddels is dat niet meer zo, het word gewoon live uitgelezen. Dus ik denk ook dat dat een effect is van het project, wat er nu al zichtbaar is. En het echt gebruiken van die van die data in de organisatie. Ik denk dat dat het belangrijkste is als het gaat om state of the art.

9.5 Interview Kristina Brockotter, 23-05-2024

Wie ben je en wat doe je bij het waterschap?

Mijn naam is Kristina Brockotter en bij het waterschap werk ik als specialist waterkeringen. Van huis uit ben ik ingenieur civiele techniek & bouwkunde. Ik werkte vroeger bij Rijkswaterstaat als adviseur water en later bij Oranjewoud, Antea groep momenteel, ook als adviseur water. Specialist waterkeringen is eigenlijk naar mijn mening hetzelfde als adviseur waterbouw. Dus alles wat met dijken te maken heeft: grond, geotechniek, etc.

In grote lijnen wat meten jullie allemaal aan een dijk?

Met peilbuizen waterstanden, scheuren op de dijk door inspecteurs, hoe de dijk zich gedraagt met en na hoog water, visuele waarnemingen, waarnemingen met verschillende technieken en apparatuur. Het ligt er aan wat de noodzaak is.

Jullie meten dus met peilbuizen. Als ik het van eerdere interviews goed heb vernomen meten jullie de stijghoogte. Wat doen jullie met die stijghoogte data?

Meestal gaat alle informatie naar hydrologen, of hydrologen zijn daar meer in geïnteresseerd. En vanuit onze unit laten we peilbuizen plaatsen. Dat is ook een project. Wij onderzoeken welke plek, de kosten, wie gaat het onderhoud doen enzovoort. Hoe kunnen we voor projecten ook bijdrage leveren? Maar het doel is nuttige informatie voor hydrologen voor hun schema's en voorspellingen. Binnen de geotechniek zijn we bezig met de dempingsfactor. Die zijn we aan het ontwikkelen en aan het kijken naar wat wij ermee kunnen voorspellen. Misschien berekeningen doen om te kijken hoe onze dijken zich gedragen tijdens hoog water en na een hoog water periode. De meest relevante faalmechanismen hierbij zijn macrostabiliteit en piping.

Waar begin je met meten stel dat er iets met een dijk aan de hand is?

We hebben allemaal protocollen en we hebben een soort van actiepunten. Tijdens het hoogwater komt al informatie binnen vanuit de voorspellingen. Hoe hoog de waterstand wordt voorspelt. Op basis daarvan zijn onze dijkbeheerders en dijksinspecteurs altijd alert. Bij stijgende water komen de inspecties vervolgens kunnen we maatregelen treffen. We winnen data in van peilbuizen maar vooral informatie van visuele inspectie is belangrijk. Dat zijn de ogen en oren van onze dijken. Dat zijn inspecteurs die werken met dijkbeheerders. Dijkbeheerders staan weer in contact met de omgeving intern en extern, gemeentes, etc.

Mocht er iets aan de hand zijn, dan komt de vraag vanuit het dijkbeheer naar specialisten. Bijvoorbeeld als er iets met de waterveiligheid te maken heeft dan komt de vraag uit bij geotechniek, ofwel specialisten waterkeringen. Met de kabels en leidingen dan een andere specialist. Iets met de peilbuizen, dan komt een deels naar ons, maar ook de hydrologen.

De vervolgstappen liggen dan aan de situatie of het aanvalsplan. Bijvoorbeeld op sommige plekken iets van tevoren, bijvoorbeeld dat ik inpakken met een geotextiel, bij de andere zandzakken, eigenlijk een hele hoop opties. De inspecties zorgen samen met het hoogwaterplan voor genoeg informatie om gecoördineerd te kunnen handelen.

De inspecties gaan dan ook met de peilbuizen. Waarom is er gekozen voor peilbuizen?

Je kan natuurlijk alle informatie van de peilbuizen gebruiken. De hydrologen maken met die data aanpassingen in hun hydrologische modellen. Die modellen worden gebruikt om te kijken naar de stijghoogte en de freatische lijn. Daarmee kan je voor bepaalde scenario's voorspellen wat het kan betekenen voor onze dijken.

Ik heb eerder wat gehoord over monitoringsnetwerk primaire waterkeringen. Kan je uitleggen wat dat project precies inhoudt?

Dat is een team opgesteld met Wouter Zomer als projectmanager. Daar zitten diverse mensen vanuit ons waterschap bij zoals contract specialisten, hydrologen en geotechnische beleidsadvies. Momenteel zijn we bezig met peilbuizen optimaliseren en laten plaatsen. We hebben al een traject met peilbuizen in werking. Maar om het project echt op gang te zetten, dan hebben we wat meer nodig. En dan kunnen we hopen dat het hoogwater komt en dan kunnen we gewoon die situatie gebruiken om de data in te winnen, te interpreteren en te valideren.

Wat is het doel van het project?

Het doel van het project is om beter begrip van onze dijken te krijgen. Dus eigenlijk beter inzicht in de dijken en hoe ze zich gedragen tijdens hoog water. Als we dat kunnen voorspellen kunnen we betere prognoses maken. Idealistisch zouden we echt het hele gebied in de gaten gaan houden

maar momenteel worden er keuzes gemaakt over de belangrijkste plekken. Op sommige plekken is volgens de beoordeling geen probleem aanwezig dus die worden nu nog niet gemonitord.

Er wordt dan gemonitord, blijft het monitoringsnetwerk helemaal staan?

De bedoeling is dat ze blijven staan. Dat is natuurlijk altijd wel verbonden aan de kosten, maar ze blijven wel staan.

Brengen de peilbuizen alleen genoeg inzicht?

Nee, zeker niet. Er is een hele brede kijk nodig. Dus visuele inspecties, andere berekeningen, de geschiedenis van de dijk zoals waar projecten en zwakke plekken zijn.

Op steeds meer plekken hoor je de laatste tijd over bevers in de dijken. Hebben jullie daar ook last van?

Gelukkig niet zo veel ten opzichte van de andere waterschappen. Andere waterschappen zeggen ook al, we hebben er weinig last van want we hebben zomerdijk. Mocht het hoog water komen, dan gaan bevers in de zomerdijk zitten. Dan zijn de primaire waterkeringen daardoor veilig. Sterker nog, hebben we volgens mij maar een bever gedetecteerd afgelopen december en januari. Het is nog steeds geen echt vast protocol, hoe we monitoren op bevers. We kijken ook nog wat andere waterschappen doen. Volgens mij is er ook al met de radar gemeten. Om te kijken of daar duidelijkheid uit komt. Maar die meten alleen maar 1 m hoogte in de grond. En voor zover ik weet is het ook heel specifiek op locatie. Een rijdende auto met achterop de meetapparatuur die alleen maar de bovenste meter van de grond scant. Die is niet van toepassing op steile talud of überhaupt talud, dus het moet echt vlak zijn. In het voorland is het dus wel goed te gebruiken om inzicht te krijgen in de grond. Die metingen in het voorland kunnen gebruikt worden voor grondopbouw maar ook voor bevers die via het voorland het dijkprofiel in graven.

Er is best een vernieuwend plan met een groot gebied met peilbuizen. Is er kritiek of iteraties gekomen op het plan?

Nee, voor zover ik weet loopt het gewoon goed. Financieel was het even afwachten maar het loopt goed. Het is nu vooral kijken naar hoe wij alles in de toekomst gaan doen.

Er word nu veel gemonitord op piping en macro-stabiliteit omdat dat de grootste opgaves zijn. Wordt er ook gemonitord op andere faalmechanismen om daar inzicht in te krijgen?

Andere faalmechanismen spelen natuurlijk wel mee, maar die komen of uit berekening naar boven of uit beoordelin(toetsrondes) of door visuele inspecties. Ze spelen niet zo'n grote rol.

Wat is volgens jou nou State of the art aan de monitoring en de metingen die jullie doen?

Ik denk dat het gewoon state of the art is hoe we de resultaten, misschien ook het proces, gebruiken om te evalueren, en sterke en zwakke plekken mee te nemen naar de volgende projecten. Maar ook die data die wij willen winnen de peilbuizen en de resultaten daarvan.

De data en hoe kunnen we die data verwerken. Dat het betrouwbaar is en gevalideerd dat het nog goed van toepassing is bij de andere vraagstukken en andere projecten. Niet alleen het gebruik van de data maar ook de overdracht.

Wat voor extra inspecties naast de visuele en de peilbuizen zou je kunnen doen om meer inzicht te krijgen?

Dat is een soort van het standaard werk van een inspecteur. Die beoordeelt alles wat hij ziet. Alle waarnemingen ook specifiek van de omstandigheden op bijvoorbeeld ijs bij de dijk of is het drijvend hout. Zit er een scheur of is er schade van de bekleding door een graverij van honden of mensen. Of andere faalmechanismen en vind er verschuiving plaats. Of bijvoorbeeld illegale werkzaamheden dat iemand iets stevigs of groot op de dijk plaats waar dat niet is toegestaan. dus alles wordt gemonitord. Wij hebben ook drones en andere apparatuur die ook onze dijken meten. Er is een hele brede toepassing van mogelijkheden om goed zicht te houden op onze dijken.

Dus dat gaat dan in op de dijk profielen en de grondmetingen?

Dijkprofielen inderdaad ja. Maar ook veel met de grondopbouw met boringen en sonderingen die al bestaan opnieuw doen. Deze nieuwe metingen worden opnieuw gedaan als er nieuwe project of vraagstukken opkomen.

9.6 Interview Emiel Huizinga, 27-05-2024

Wie ben je en wat doe je bij het waterschap?

Ja, ik ben Emiel Huizinga en ik richt me binnen het waterschap helemaal op het informatiemanagement/gegevensbeheer. Mijn achtergrond zit niet op dit vlak. In die tijd dat ik student was er eigenlijk helemaal geen opleiding die in die richting wees als informatiemanagement. Ik ben begonnen in het beheer van de openbare ruimte. Allerlei vraagstukken over, hoe kunnen we bezuinigen, hoe kunnen we efficiënter het beheer uitvoeren en heel veel advies gegeven bij gemeente. Toen werkte ik bij een ingenieurbureau. Eigenlijk kwam het altijd weer terug op de vraag dat als we willen bezuinigen of iets goed beheren, dan moet je ook weten wat je hebt. Dan moet je terug naar een aantal. Hoeveel vierkante meter asfalt hebben we, hoeveel lichtmasten hebben we, etc. Dat mondde heel vaak uit in inventarisaties en data op orde. Dat trok mij wel, dus daar ben ik mij binnen het ingenieurbureau toen steeds meer in gaan ontwikkelen. Toen kwam dat hele informatiemanagement ook steeds meer op als een apart onderwerp. Daarvoor deed iedereen het een beetje erbij omdat het nodig was maar, het is echt een aparte entiteit geworden eigenlijk. Er zit ook gewoon heel veel wetgeving aan vast, dingen die echt verplicht zijn en van ons verwacht worden. Toen was voor mij steeds meer bevestiging dat ik dit leuk vind want hier is veel in ontwikkeling. Ik heb 11 jaar gewerkt in dat vak, vooral voor veelgemeenten advies gedaan. Toen kwam er kwam een vacature voor bij Waterschap Rijn en IJssel die op hetzelfde betrekking had. Toen ben ik functioneel gegevensbeheerder van waterkeringen geworden en dat ben ik nu nog steeds. Dat is een hele mond vol maar het komt er op neer dat mijn rol die specialiseert zich tussen de informatie makers en de informatie gebruikers. Van mij wordt verwacht dat ik goed weet welke informatie we nodig hebben voor onze primaire processen. Welke informatie we nodig hebben voor wetgeving. Een deel van het werk wordt door mijn collega's gedaan, door het geo team, dus dan moet ik omzetten naar opdrachten voor het geo team. Maar een deel besteden we ook uit. Dat zie je aan het project dat Wouter zomer bij ons doet voor het plaatsen van peilbuizen voor monitoring. Dat doe ik nu al bijna 7 jaar.

Welke data hebben jullie allemaal van de dijken?

We maken onderscheid in twee typen data. De eerste is geodata. Het heeft een plek op de kaart en er hangt informatie aan vast. Het grootste gedeelte daarvan zitten in onze geo-kernregistraties opgeslagen en dan moet je bijvoorbeeld denken aan, waar staan onze dijkpalen. We hebben ook informatie van die dijk palen of die van beton is en welk nummertje erop staat, noem maar op. Dat is eigenlijk het meest simpele voorbeeld, maar zo hebben we volgens mij iets van 38 of 39 datasets die vallen onder die geo-kernregistraties. Bijvoorbeeld: De buitenkruinlijn van onze waterkering, de kunstwerken waar de coupures zitten, waar de gemalen zitten. Maar niet alle informatie past in het GEO informatiesysteem. Daarom maken wij ook gebruik van minder gestructureerde data. Dan moet je denken aan PDF's, word documentjes, excelletjes waar soms berekeningen in zitten, waar s-beeld tekeningen in zitten, waar bedieningshandleiding in zitten. Dat soort spullen noem ik ongestructureerd omdat er eigenlijk geen format voor is. We hebben die informatie wel gestructureerd opgeslagen. Op het moment dat we bijvoorbeeld een bedieningshandleiding van een bepaald gemaal hebben. Dan hebben we die wel zo opgeslagen dat hij een koppeling heeft met het gemaal en dat we hem ook dus weer vanuit de kaart kunnen vinden. Dat zijn eigenlijk onze hoofdrollen van data en daarnaast hebben we nog heel veel systeem data. Systeem data (sommige mensen zullen het misschien anders noemen) gaat niet over een object, maar het gaat veel meer over hoe functioneert iets als systeem. Bijvoorbeeld waterstanden. Als er ergens water binnenkomt hoe snel stroomt dat dan van A naar B. Dan moet je ook denken aan die peilbuis bijvoorbeeld waar grondwaterstanden mee worden gemonitord. Uiteindelijk hebben we dan nog heel veel, wat we noemen, procesdata, Dat is eigenlijk ongestructureerde data. Dat wordt gemaakt in het kader van een project en dat zijn vaak analyses op basis van één van die andere gestructureerde datasets. We willen bijvoorbeeld weten hoeveel vierkante meter gras er nou eigenlijk gemaaid op het buitentalud in Dijkkring zoveel. Dan maken we gebruik van data die we eigenlijk allemaal hebben. De buiten kruin lijn bepaalt het onderscheid tussen het binnen- en buitentalud. We weten hoeveel gras, want daar hebben we ook een kaartlaag van. We weten ook welke dijkkring en zo kun je een analyse maken waar procesdata uit komt. De procesdata wordt niet beheerd. Dat wordt meestal gemaakt voor een project en daarna wordt het weer weggegooid eigenlijk.

Dus dat is niet per se nieuwe data, maar gewoon een verzameling/combinatie van de data die je al hebt?

Klopt. Soms kan het ook nieuwe data zijn. Om even in het voorbeeld van die dijk paal te blijven. Als iemand wil weten wat voor kleur de dijk paal heeft voor wat voor proces dan ook. Dat hebben

we niet in onze geo-kernregistraties, want daar is over het algemeen geen vraag naar. Als iemand dat ineens moet weten dan moet diegene toch naar buiten om te inventariseren. Dan heb je weer een nieuw datasetje dat we niet in beheer gaan nemen, want dat wordt eigenlijk zo weinig gebruikt. Dat noemen we ook procesdata.

In de geodata zitten dus heel veel sets met waardes. Zit daar ook data van de ondergrond(lagen) in?

Ja, daar hebben we ook data van. Dan moet je vooral denken aan de boringen en sonderingen die we uitvoeren. Dat is in het kader van de beoordeling van dijken en in kader van projecten doen we heel vaak boringen en sonderingen. Om te bepalen hoe de ondergrond er eigenlijk uit ziet. Hoe dik is de kleilaag, zit er nog veen onder, etc. Die boringen en sonderingen die slaan we ook gestructureerd op. Sowieso in de BRO is een basisregistratie. Basisregistraties heb ik net helemaal niet genoemd, maar dat zijn registraties die we binnen Nederland landelijk bijhouden. Dat zijn er in totaal acht, volgens mij uit mijn hoofd en BRO is daar een van, basisregistratie ondergrond. Dus die informatie komt In de basisregistratie ondergrond terecht.

Hoe vaak wordt dat gedaan? Hoe vaak wordt die data geüpdatet?

Die basisregistratie ondergrond die word beheerd door de zogenaamde bronhouders. Wij zijn daar eentje van, maar bijvoorbeeld de gemeente heeft ook een bronhouder of de provincie. Afhankelijk van wat er gebeurt word die basis registratie bijgesteld. Stel wij gaan een boring uitvoeren voor een project, dan zijn we ook verplicht om die resultaten uit die boring in de BRO in te voeren. Pas als er wat gebeurt zijn we verplicht om het aan te leveren.

Er komt een hele hoop data binnen en die wordt allemaal goed opgeslagen. Hoe verloopt het proces dan als iemand die data nodig heeft?

Al onze data hebben we standaard ter beschikking staan van al onze medewerkers. We hebben een viewer genaamd Geoweb waar iedereen gebruik van kan maken. Dus al die belangrijke data, al die geo-kernregistraties, die staan gewoon continu ter beschikking en die hebben we zo actueel mogelijk. Die data dan ook actueel houden is best wel een uitdaging. Dat hebben we ook nog niet helemaal fijn voor elkaar, vind ik zelf. Dat gaat wel steeds beter hoor. Onze data is in principe statisch. Er gebeurt niks buiten tenzij we een project doen of we geven we een vergunning af om een project uit te voeren in ons gebied. Dan weten we dat er wat kan gaan veranderen. In alle andere situaties gaan wij ervan uit dat er niks veranderd, want dan dan zou er een vergunning nodig zijn. Wij hebben een proces voor die aanlevering vanuit een vergunning en vanuit het project. We hebben afspraken van wat je moet aanleveren als je nou een project doet of een vergunning hebt gekregen. Afspraken zijn dat ze dan een S-Beeld tekening aan moeten leveren en zeker bij de grotere dijkversterkingsprojecten hebben we echt veel verregaande afspraken over wat er precies opgeleverd moet worden. Dat is natuurlijk ook afhankelijk van het type project. Bij een nieuw gemaal heb je hele andere eisen dan wanneer de dijk opgehoogd wordt bijvoorbeeld. Dus daar zijn allerlei afspraken over maar de praktijk is dat het echt wel een enorme klus is. We krijgen die data vaak binnen in een format die we niet één op één kunnen verwerken. Op een s-beeld tekening staat bijvoorbeeld beplanting, maar beplanting kennen wij niet als type. Dan moet er bij ons iemand gaan nadenken wat beplanting nou kan zijn. Daar zit heel veel handmatig denkwerk achter. We zitten nu in het proces om dat meer naar de voorkant te brengen, naar het project zelf, zodat zij het op een zodanige wijze al klaar kunnen zetten dat wij het op een geautomatiseerde manier kunnen verwerken. Daar zitten we nu middenin. Wij maken een format van van ons datamodel. Hoe onze informatie opgeslagen is. Dat zij dan dat format krijgen in het project en verplicht zijn om dat format in te vullen, zodat wij dat één op één kunnen verwerken.

Stel er komt een project aan en dan moeten jullie de data gaan vernieuwen of actualiseren. Wat is dan de meest voorkomende data die dan opnieuw moeten worden gemeten?

Opnieuw meten hebben we vaak niet eens. Wat voor ons cruciaal is is de hoogtemeting. Hoe is het profiel van de dijk eigenlijk? Wij werken nog niet met een 3D model wat je in de praktijk ziet in de dijkversterkingsprojecten waar in de ontwerpfase al een 3D model is ontwikkeld. Dus eigenlijk in de hele ontwerpfase en in het project zijn ze vaak al verder met die detaillering van data dan dat wij in het beheer zijn. Dus als wij zo'n 3D model krijgen, dan kunnen we daar vaak prima mee uit de voeten. Wij maken vervolgens dwarsprofielen, ongeveer om de 50 á 100 meter hangt een beetje af van hoe die dijk opgebouwd is. Daarvan maken we gewoon een profiel. Op basis van zo'n 3D model kunnen we dat prima maken. Dus wij vragen nu eigenlijk altijd een hoogte grid aan, die meestal met de drone wordt gevlogen. Blokjes van 50 bij 50 cm waar gewoon een z-waarde aan

hangt zodat je exact de hoogte weet. Dat gaat eigenlijk altijd best wel goed. Daar we controles op en dan lijkt het best wel goed te zijn. We hoeven dus niet veel na te meten. Elk jaar krijgen we een nieuwe hoogte grid wat we inkopen bij een marktpartij. Verder hebben we niet heel veel meetwaarden in ons systeem zitten voor waterkeringen.

Een hoop data processing gaat er dan bij spelen. Ik heb bij eerdere interviews project monitoringsnetwerk primaire waterkering langs horen komen. Dat zijn veel peilbuizen die ze gaan neerzetten. Ik ga er dan vanuit dat er een hoop data processing uit komt. Ben jij daar ook mee bezig?

Ik ben er wel van op de hoogte wat er gebeurt, maar dat valt eigenlijk buiten mijn scope. Want die systeeminformatie wordt bij ons bij een andere afdeling beheer. Bij de afdeling advies en strategie (A&S). Die beheren eigenlijk al onze peilbuis informatie, maar ook waterstanden, overstromings modellen, allemaal dat soort informatiebronnen beheren zij. Maar ik ben wel van op de hoogte wat er gebeurt. Ik heb daar natuurlijk wel mee te maken, want mensen stellen mij wel vragen. En die peilbuisregistratie is voor ons vrij nieuw. We hebben wel peilbuizen staan, maar die hebben wij bij het beheer van de waterkeringen nooit zo gebruikt. Dat is ook nog een beetje zoeken naar wat gaan we daar precies mee doen? Hoe gaan wij daarmee aan het werk? Kunnen we dingen voorspellen? Kunnen we beoordelen of bijvoorbeeld filter constructies wel of niet werken? Dat soort vragen levert het allemaal op.

Zou de data van de peilbuizen ook in de bestaande database kunnen komen?

We hebben een aparte registratie van peilbuizen, dat houden we bij in whisky. Dat is een programma en daar staat al die informatie in van grondwaterstanden enzo. maar dat is platte informatie. Je kunt daar een grafiekje aflezen van wat de grondwaterstand is in de afgelopen maanden. Waar onze mensen eigenlijk behoefte aan hebben is veel meer dat functioneren van het systeem. Wij hopen dat die peilbuis daar meer inzicht geeft in het systeem. Waar we eigenlijk naar op zoek zijn is niet zozeer de registratie van de platte data maar veel meer, het inzicht van wat we eruit kunnen halen. Daar loopt nu al een project voor. Wij hebben een zogenaamd datalab binnen WRIJ en daar zit een select clubje die nieuwe dingen kunnen bouwen om dataproducten te maken. Een van de vragen waar zij nu mee bezig zijn is het bepalen van dempings factoren van de dijk. Stel dat het water in rivier hoger is dan het land binnendijks dan wil dat water eigenlijk door de dijk heen. Doordat die dijk van klei is opgebouwd heb je een bepaalde demping die ervoor zorgt dat het water niet het land op kan stromen. Met behulp van die peilbuizen proberen wij te analyseren wat de dempingsfactor van een dijk is. We weten hoe die dijk op is gebouwd. Dan willen we daarmee ook meer inzicht krijgen in hoe groot is de dempingsfactor van een dijk op elke willekeurige plek. Dit is een voorbeeld, maar ik denk dat er nog wel meer van dit soort dit soort vragen achter weg gaan komen. Dat zijn de informatieproducten waar wij behoefte aan hebben. Waar Wouter Zomer nu vooral aan werkt is de platte data. Dat de peilbuizen meting gaan opleveren en dat dat allemaal netjes verwerkt wordt en beheerd wordt. Maar wat er eigenlijk achter weg komt zijn die veel ingewikkeldere informatieproducten die we nodig hebben.

Je zei dat er vooral bij een project een hele hoop data binnenkomt. Worden er buiten projecten om ook nieuwe metingen gedaan of data ingewonnen?

Soms is dat nodig, maar daar komt het meer van die proces vragen. Het gekke voorbeeld wat ik gaf met de kleuren van de dijkpaaltjes bijvoorbeeld. We gaan er eigenlijk vanuit dat als er geen project of een vergunning is verleend, wat leidt tot een project, dan verandert er niks aan die dijk. Natuurlijk kan er ook wel wat illegaal aangelegd worden. Dat een bewoner mooie boom op de dijk plant. Dat zijn uitzonderlijke situaties die onze inspecteurs moeten vinden. Dat doen ze ook wel want die lopen dagelijks over de dijk en die constateren dat er een boom staat die zonder vergunning is geplant. Als er een vergunning verleend is om die boom te planten komt er via het vergunningsproces een tekening naar mij toe dat er een boom geplant is die ik moet verwerken in het systeem. In principe is dat daarmee ondervangen. We hebben nog een vangnet. We doen een keer per jaar een steekproef op datakwaliteit. Dan gaan we naar buiten en dan gaan we kijken wat in het systeem staat, klopt dat met de werkelijkheid? Dat doen we niet voor de voor het hele gebied. Daar kiezen we elk jaar 3 stukken voor uit van 500m. We hebben in totaal 140 km dijk dus in verhouding heel klein, maar het geeft ons wel gevoel of die data kwaliteit nou terug loopt.

Er zijn veel data lagen in de geo-kernregistratie. Worden die ook echt allemaal gebruikt?

Als we ze als geo-kernregistratie hebben bestempeld mag je ervan uitgaan dat die veel gebruikt worden. Anders loont het niet de moeite om het bij te houden. Dat is een dynamisch proces,

want wat wij vandaag bijhouden en wat vandaag veel gebruikt wordt, kan over twee jaar wel een stuk minder gebruikt worden. Dat kan zijn omdat we nieuwe data hebben die wat meer informatie biedt of dat er bijvoorbeeld een landelijke registratie is gekomen die ervoor zorgt dat onze eigen registratie overbodig wordt. Daar blijven we continu in veranderen. Het is mijn taak om te beoordelen of die data nog genoeg gebruikt wordt om te beheren en als hij niet gebruikt wordt dan moeten we de beslissing nemen om het niet meer bij te houden en het ook uit die systemen te verwijderen. Andersom gebeurt het ook. Nu bijvoorbeeld met de bevers. Dat is echt een opkomend probleem. Daar registreerden we eerder niet zoveel van. We hebben wel een registratie waar die bevers voorkomen. Dat hebben we al jaren. Maar we werken nu ook aan de registratie van bever gevoelige gebieden, dus die we extra in de gaten moeten houden op het moment dat het hoogwater wordt. Want dan gaan die bevers op de vlucht en dan zoeken ze andere plekken op. Welke plekken zouden ze dan theoretisch opzoeken? Dat zijn nieuwe datasets die we 10 jaar geleden nog niet hadden bedacht. Daar groei je een beetje mee in de tijd. De Omgevingswet is net van kracht geworden. Die heeft ook weer gezorgd voor nieuwe dingen die we bij moesten houden. Dat is continu in beweging. Maar we gaan geen data bijhouden als die niet gebruikt wordt, dan is het proces registratie die een keer wordt gemaakt en vervolgens weer verdwijnt.

Jullie kijken nu naar het gedrag van de bevers en waar ze zitten?

Bij ons in het gebied van het valt het allemaal nog redelijk mee. Ze zijn er wel veel, maar we weten waar ze zitten. Ze veroorzaken gelukkig nog niet veel schade aan de dijk. Maar in dit soort periodes waar het water wat hoger staat overspoelt hun eigen habitat en dan gaan ze op zoek naar plekken waarschijnlijk dichterbij de primaire keringen.

Hoe letten jullie daarop, waar die bevers heen gaan?

We hebben daar een heel team voor, dat doen we samen met twee andere waterschappen volgens mij. Rivierenland en Vallei en Veluwe. We hebben samen een muskusratten team, maar die sporen ook bevers op. Ze noteren waar ze zitten en wanneer het geconstateerd is. Nu kunnen we dus op basis van een nieuwe analyse die we hebben gedaan nog gericht kijken waar die beesten zitten en welke gebieden moeten we extra in de gaten houden. Dus we hebben er een speciaal team voor. Daar werken wel een stuk of 10 man voor 3 waterschappen. Er worden ook wel nieuwe technieken voor gebruikt hoor. Ik geloof dat ze ook in het water monsters kunnen nemen en dan kunnen ze ook zien of er bevers in het water voorkomen. Er zitten dan stofjes in en die dan weten ze in ieder geval in deze watergang zit een bever. Maar goed, tegenwoordig is dat niet meer zo nuttig, want eigenlijk overal komen bevers voor tegenwoordig.

Ik ben bezig voor project State of the art. Wat is voor jou State of the art aan waar het waterschap nu mee bezig is?

Dat is toch wel die peilbuis hoor. Hoewel ik me besef dat er dat er nog veel mooiere technieken zijn en veel vernieuwendere technieken. Ik denk dat dit toch wel voor ons wel een grote stap vooruit is. Dat we op basis van grondwaterstromen beter kunnen inschatten hoe onze dijk functioneert. Ook als het hoog water wordt, wat gebeurt er dan? Als ik dan verder denk dan zitten we nu nog heel erg met een groep specialisten na te denken en heel erg op basis van gevoelens te handelen. Zeker in calamiteiten situaties als het water hoog is, dan gaan we heel erg op gevoel. Maar dat we met nieuwe technieken als die peilbuizen veel meer op basis van daadwerkelijke metingen kunnen beoordelen wat er gebeurt. Voor mijn gevoel is dit de eerste stap. Je hoort ook al technieken met glasvezelkabels in dijken die bijvoorbeeld monitoren hoeveel beweging er is. Dat passen wij allemaal nog niet toe, maar ik denk dat het wel de toekomst gaat zijn. Dat we zeker op plekken waar we weten dat het wat gevoeliger is, of in de beoordeling afgekeurde trajecten, gaan uitrusten met meer sensoren.

9.7 Storyline dijkmonitoring Waterschap Rijn en IJssel

Storyline dijkmonitoring bij Waterschap Rijn en IJssel

Aan de hand van de interviews afgenomen bij Waterschap Rijn en IJssel is er een storyline opgezet over dijkmonitoring bij Waterschap Rijn en IJssel (WRIJ). Dit overzicht over dijkmonitoring heeft als doel om kennis te verspreiden. De geïnterviewde zijn: Bas Krewinkel, Christien Veenstra-Huisman, Sander van Poorten, Wouter Zomer, Kristina Brockotter en Emiel Huizinga.

In de komende hoofdstukken wordt de volledige staat van monitoring bij WRIJ doorgelopen aan de hand van verschillende monitoringsdoelen. Eerst worden de standaardmetingen geïntroduceerd om daarna door te gaan op de monitoring die voortboordt op de metingen.

1 Standaardmetingen

Om een overzicht te bewaren van de keringen worden er metingen uitgevoerd. Deze metingen worden opgeslagen in de geo-kernregistraties. Dit is data gekoppeld aan een specifieke locatie op de kaart. Er zijn bijna 40 lagen in de geo-kernregistraties uiteenlopend van de plaatsing van de dijkpaaltjes tot de opbouw van de grondlagen in de dijk. Deze metingen worden vaak eenmalig uitgevoerd en zonder aanleidingen worden deze gezien als statisch. Deze aanleidingen zijn veranderingen in de dijksituatie door een vergunning of project. Er worden wel steekproeven uitgevoerd op datakwaliteit om ook buiten de aanpassingen om te controleren. Een keer per jaar worden 3 stukken van 500 meter dijk gecontroleerd door inspecteurs van WRIJ op de dijk. Dit is met een areaal van 140km dijk een klein stuk, maar geeft wel inzicht op een mogelijke terugloop van datakwaliteit. De geo-kernregistraties zijn voor alle werknemers van WRIJ beschikbaar via een viewer genaamd GeoWeb.

Deze metingen worden gedaan met sensoren of apparatuur, maar ook door visuele inspecties. Inspecteurs op de dijk is nog een alledaagse praktijk en word veel gebruikt om de metingen te valideren of ontbrekingen in de metingen te signaleren.

2 Monitoring

In dijkmonitoring word er bij WRIJ onderscheid gemaakt tussen twee monitoringsdoelen.

1. Monitoring binnen projecten

WRIJ heeft een grote database waarin de geo informatie van de keringen worden opgeslagen. Als er projecten worden uitgevoerd of vergunningen worden uitgedragen op of rondom keringen worden de dijken gemeten en gemonitord op veranderingen. Het doel is om de data van de keringen juist te houden. Ook voor de uitvoering van projecten kan gemonitord worden. Als de bestaande data niet toereikend is wordt er extra monitoring uitgevoerd om het project te realiseren.

2. Basismonitoring

Naast de behoefte om de geo-data van de dijken te hebben wil WRIJ meer inzicht in de dijken vanuit de beheer fase. Bij WRIJ word de focus voornamelijk gelegd op het verkrijgen van de grondwaterstanden in de dijk, omdat dit volgens hen het beste bijdraagt aan de zorgplicht. Momenteel houdt dat vooral in dat er een grootschalig netwerk peilbuizen word geplaatst bij de primaire waterkeringen.

2.1 Projectmonitoring

Binnen projectmonitoring zijn er twee verschillende redenen om te monitoren voor WRIJ. Dit is monitoring als gevolg van een project en monitoring voor een project. In de komende sectie worden beide soorten monitoring toegelicht en vervolgens met een casus uitgebeeld.

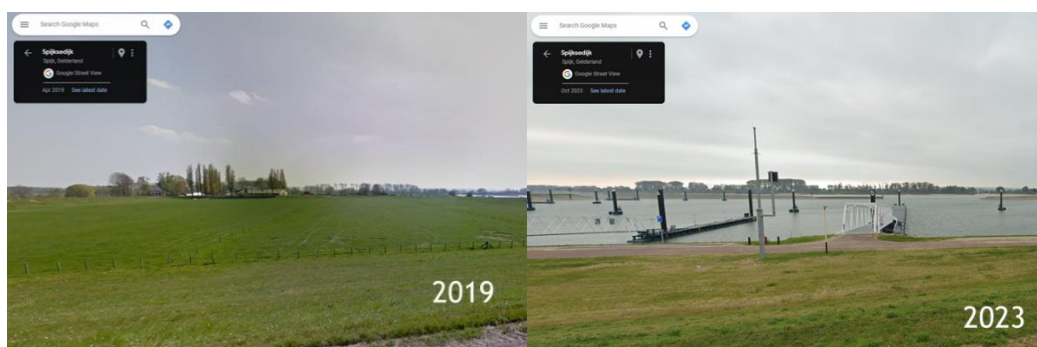
2.1.1 Monitoring na projecten

Monitoring als gevolg van een project wordt gedaan om de geo-data van WRIJ accuraat te houden. Bij het uitvoeren van een project op en rondom een kering kan er veel veranderen. Er wordt aan de hand van een project metingen, en soms ook kortstondige monitoring, uitgevoerd om te controleren of de kering zich voordoet als verwacht na het project. Deze metingen worden op veel verschillende manieren gedaan afhankelijk van wat voor project is uitgevoerd bij de kering. Veelgebruikte methoden van WRIJ zijn:

- **Sonderingen & boringen**
Sonderingen en boringen worden gedaan om inzicht te krijgen in de bodemlagen onder de dijk. Aangezien de grondlagen veel invloed hebben op de faalmechanismen van een dijk is het belangrijk om deze goed overzichtelijk te houden. Het inzicht in de grondlagen wordt ook gebruikt voor het plaatsen van peilbuizen in de gewilde grondlaag.
- **Grondradar**
Met grondradar kunnen de bovenste paar meter van de ondergrond in beeld worden gebracht. Dit is in tegenstelling tot de sonderingen en boringen een meting op een vlak in plaats van een puntmeting. Hierdoor kunnen grotere gebieden sneller in beeld worden gebracht.
- **Hoogtemetingen**
Voor de hoogtemetingen wordt vaak een drone ingezet met remote sensing technology. Dit resulteert in een hoogte grid met blokjes van 50 bij 50 cm met een z-waarde eraan gehangen.
- **Stijghoogte met peilbuizen**
Peilbuizen worden veel toegepast door WRIJ omdat dit een bewezen en robuuste techniek is. Peilbuizen gaan lang mee en de data die eruit komt is veel ervaring mee en dus goed te verwerken. De peilbuizen worden vaak geplaatst in het watervoerende pakket en gebruikt om de stijghoogte te meten.

2.1.1.1 Projectmonitoring overnachtingshaven Spijk

Een voorbeeld van projectmonitoring na een project is de haven bij Spijk. Rijkswaterstaat heeft bij de Spijkerdijk een overnachtingshaven aangelegd. Hierdoor is het voorland compleet verdwenen zoals te zien is in Figuur 1. Om inzicht te krijgen in de nieuwe kwelsituatie zijn er peilbuizen geplaatst. Deze peilbuizen meten de stijghoogte en geven het waterschap genoeg data om de nieuwe kwelsituatie op te kunnen stellen. Hierdoor is de impact van het project en de nieuwe situatie weer duidelijk in beeld gebracht.



Figuur 1: Veranderingen in het voorland door de aanleg van de overnachtingshaven bij Spijk

2.1.2 Monitoring voor projecten

Monitoring voor een project wordt kortstondig (enkele maanden tot een jaar) uitgevoerd om meer informatie te krijgen voor het project. Zodra er een project wordt aangedragen wordt er gekeken naar de benodigde data om het project uit te voeren. Als er in de voorbereidingsfase van het project data mist kan er besloten worden om daarvoor te gaan meten en monitoren binnen de projectafbakening. De meetmethoden die hiervoor worden gebruikt zijn dezelfde als hierboven genoemd. Als de data nuttig wordt geacht wordt deze opgeslagen voor later gebruik.

Een voorbeeld hiervan is het dijkversterkingsproject Den Elterweg – Zutphen. Er zijn over het gehele projectgebied (ca. 5 km dijk) peilbuizen geplaatst om de stijghoogte onder de dijk te kunnen meten. Er zijn 5 raaien peilbuizen geplaatst met een ongeveer gelijke afstand tussen de raaien. Elke raai bestaat uit 2 peilbuizen die geplaatst zijn in de binnen en buitenteen van de dijk in het watervoerende pakket onder de dijk. Hiermee worden de, waarschijnlijk (te) veilige, aannames ingewisseld voor feiten in de beoordeling.

Naast de monitoring met peilbuizen zijn er meerdere metingen uitgevoerd. Er zijn veel handboringen, sonderingen en machinale boringen uitgevoerd om de grondlagen goed in beeld te krijgen. Vanuit de Eerste Landelijke Beoordeling (LBO1) zijn tevens nog geofysische metingen beschikbaar, voor het aantonen van een vlakdekkende slecht doorlatende laag op delen van het voorland.

Waterspanningsmeters zijn bewust niet meegenomen in het project. Deze zijn namelijk vooral handig bij meer kleiige dijken waar met enige regelmaat water tegen de kering staat. Omdat bij de dijken van WRIJ het water bijna nooit zo hoog staat zullen de spanningsmeters bijna nooit meten (B. Krewinkel, persoonlijke communicatie, 6 juni 2024).

2.2 Basismonitoring

Basismonitoring refereert naar de monitoring die gedaan wordt voor de zorgplicht van het waterschap. Waar projectmonitoring invloed heeft op een specifiek project geeft basismonitoring algemeen en langdurig inzicht in de dijken. Op het gebied van langdurige monitoring wordt bij WRIJ momenteel veel geïnoveerd.

2.2.1 Bevermonitoring

Bevergraverijen in de dijken is een relatief nieuw fenomeen. Omdat bevers in tegenstelling tot muskusratten wel een beschermde diersoort zijn is het moeilijker om de populatie te controleren. Om te controleren of bevergravingen optreden en invloed hebben wordt er gemonitord. Dit wordt gedaan met infraroodkijkers. Er zijn risicokaarten gemaakt met de gebieden waarvan WRIJ weet dat de bevers zitten en water vrij snel tegen de dijk aan staat bij hoog water. Op deze plekken wordt er gekeken met infraroodkijkers in de schemer of nacht om te zien of ze zich naar de dijk verplaatsen. Op het moment dat er verplaatsing wordt waargenomen gaan er de volgende dag inspecteurs het veld in om ter plekke te controleren op bevergraverijen.

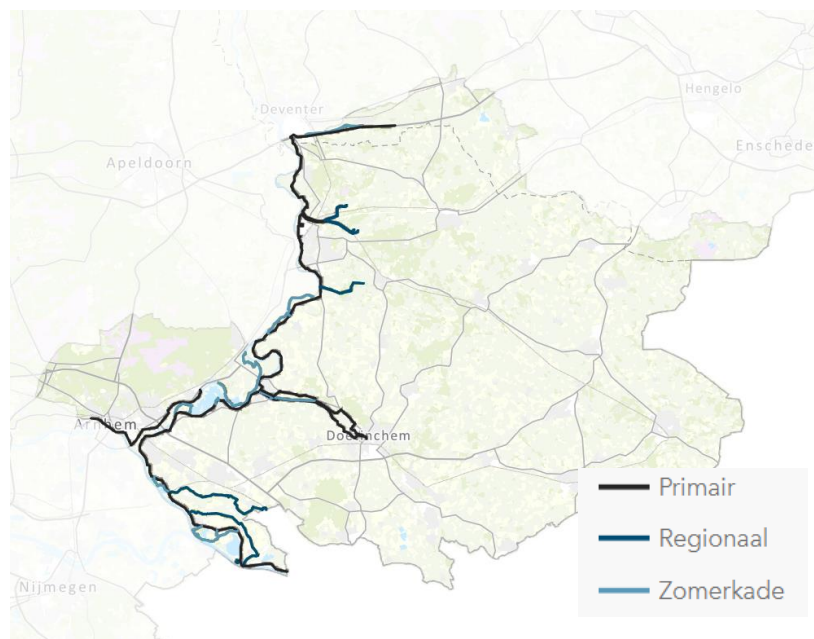
2.2.2 Monitoringsnetwerk Primaire Waterkeringen

Om standaard inzicht te krijgen in de staat van de dijken is WRIJ bezig met het uitrollen van 'Monitoringsnetwerk Primaire Waterkeringen' (MPW). Het project heeft twee voornaamste doelen.

Ten eerste is er in 2017 een norm van kracht gegaan voor de waterveiligheidsberekeningen voor de primaire keringen. In 2050 moeten alle primaire waterkeringen in Nederland voldoen aan deze nieuwe norm. Dit houdt voor WRIJ in dat over een groot gedeelte van het areaal piping en macro-stabiliteit een opgave wordt.

Ten tweede is er vanuit het beheer de wens uitgesproken om langjarig inzicht te willen hebben in de grondwaterstanden (S. van Poorten, interview appendix ...).

Om deze doelen te halen is langdurige monitoring door middel van project MPW opgezet. Het monitoringsnetwerk bestaat uit ongeveer 75 raaien peilbuizen met 4 peilbuizen per raai. Deze worden geplaatst in de binnen- en buitenteen en het voor- en achterland van de primaire waterkeringen te zien in Figuur 2. De buizen worden geplaatst om langdurig de stijghoogtes te meten. Omdat de metingen het meest effectief zijn bij hoog water is het belangrijk dat de peilbuizen lang genoeg blijven staan om de hoogwater situaties te kunnen meten. Het kan jaren duren voordat er weer een hoogwatergolf langskomt dus het netwerk preventief plaatsen zorgt voor nuttige metingen zodra dat mogelijk is. In de korte aanloop naar een project is de kans klein dat er een nuttige hoogwatergolf langskomt.



Figuur 2: Waterkeringen binnen het beheergebied van waterschap Rijn en IJssel (Waterdata WRIJ, 2024)

Er is gekozen voor peilbuizen omdat dit een robuuste, relatief simpele en bewezen techniek is. De peilbuizen worden door het hele areaal primaire waterkeringen geplaatst op plekken waar dit nodig wordt geacht. Dat kan zijn omdat er onzekerheden zijn vanuit de opgave, omdat er vragen zijn naar specifiek dijkgedrag, maar het kan ook zijn als referentie locatie. Omdat de peilbuizen ook in het voor- en achterland staan, en niet alleen bij de teen van de dijk, kan het stijghoogteverschil door het voor- en achterland worden gemeten. Daarmee wordt gerekend en komt er een dempingsfactor uit (eigenlijk het verschil tussen die buitendijkse stijghoogte in je binnendijkse stijghoogte). Die dempingsfactor wordt gebruikt in sellmeijer berekeningen en d-geo flow modellen. Het monitoren zorgt voor meer zekerheid door inschattingen in te wisselen voor metingen. Met de metingen die gedaan worden zijn er twee mogelijke resultaten: De kering is robuuster dan gedacht omdat er meer demping optreedt dan eerst meegenomen in de berekeningen. Aan de andere kant is het mogelijk dat de kering minder sterk is dan gedacht en een hogere veiligheid kan gewaarborgd worden.

2.2.2.1 *Uitrollen monitoringsnetwerk*

Op het moment van schrijven is er een pilot uitgevoerd op dijktraject 48-1 afgebeeld in Figuur 3. Dit is een stuk van 24 km die volledig is afgekeurd in de beoordeling. Op dit stuk zijn ongeveer 15 raaien peilbuizen neergezet zoals het plan is binnen MPW. Het doel hierbij was om meer inzicht te krijgen voor de beoordeling maar ook om te laten zien dat het plan MPW meerwaarde heeft om uit te voeren. Omdat er positieve resultaten uit kwamen heeft de pilot ervoor gezorgd dat het gehele monitoringsnetwerk geplaatst wordt. De uitvraag bij marktpartijen staat uit voor het plaatsen van de peilbuizen. De peilbuizen worden eigendom van het waterschap en de meetapparatuur blijft van de uitvoerder. De uitvoerder is dus ook verantwoordelijk voor de datavoorziening en onderhoud.



Figuur 3: Ligging ringdelen, dijkkringgebied 48-1 (Arends, 2014)

Om het netwerk peilbuizen te financieren is er de subsidiabiliteit dijkmonitoring regeling geschreven voor het Hoogwater Beschermings Project (HWBP) om ervoor te zorgen dan langdurige monitoring, die meerwaarde heeft voor een versterkingsproject, subsidie ontvangt. De regeling houdt in dat als je een dijk hebt afgekeurd (een ingangs toets is doorlopen en de inspectie heeft inderdaad de dijk afgekeurd) dan komt hij op het versterkingsprogramma. Dan mag je al beginnen met monitoren en is er een bepaalde verdeelsleutel voor de financieën van de monitoring. Al de installatiekosten en ontwerpkosten die worden betaald door het HWBP. De exploitatiekosten betaalt de beheerder, dus het waterschap in dit geval.

2.2.2.2 *Dataverwerking en gebruik*

Het verzamelen van data is alleen nuttig als de data ook word verwerkt en gebruikt. Omdat het netwerk voor project MPW zo groot is komt er erg veel data binnen. Momenteel wordt er in het datalab van WRIJ een methode ontwikkeld om alle stijghoogte data zo snel mogelijk te verwerken via modellen in D-Geo flow. Het streven is om real time de data te kunnen verwerken, om vervolgens real time inzicht te hebben in de dijk. Omdat er gebruik word gemaakt van een bekende methode, namelijk stijghoogtemeters, is er veel ervaring met het gebruik van de data.

Zodra de data real-time verwerkt wordt, kan er ook real-time actie ondernomen worden. Als waarschuingswaarden worden bereikt kan er direct actie worden ondernomen. Zo kan er met de stijghoogte metingen opbreken worden gesignaleerd. Bij opbreken kan er op locatie direct onderzoek gedaan worden of er een zandmeevoerende wel is ontstaan. Voordat deze fysieke inspectie word gedaan wordt er gekeken naar de metingen van de ondergrond. Als de deklaag relatief dun is (1/2 tot 1 meter) zal opbreken snel gebeuren en waarschijnlijk ook geen gevaar vormen. Bij een dikkere deklaag zal er waarschijnlijk één zwakke plek zijn waar alles word geconcentreerd na opbreken. In die situatie is het wel belangrijk dat er wordt gekeken.

3 Conclusie

Waterschap Rijn en IJssel is momenteel aan het uitbreiden op het gebied van monitoren. Met de start van Monitoringsnetwerk Primaire Waterkeringen wordt er een uitgebreider beeld verkregen van wat er zich afspeelt rondom de dijk. Er wordt niet alleen meer plekken vast gemonitord maar ook per locatie wordt er meer gemeten. Met de uitbreiding van 2 naar 4 peilbuizen per raai en continue metingen komt er steeds meer zekerheid in de beoordeling. De grootste stappen worden gezet in de monitoring in de beheer fase. Door het continue inzicht in de beheer fase is er veel meer duidelijkheid over hoe de dijk zich gedraagt. Hierdoor kunnen er betere inschattingen gemaakt worden over de toekomst.

4 Aanbevelingen

Vanuit Waterschap Rijn en IJssel zijn er meerdere aandachtspunten naar voren gekomen die belangrijk zijn bij het opstellen van een monitoringsplan. Ten eerste is een belangrijke aanbeveling dat het opstellen van een langdurig monitoringsplan belangrijk is en zo snel mogelijk in gang moet worden gezet. Hoe eerder de monitoring begint hoe sneller en meer data beschikbaar is. Bij een langdurig monitoringsplan is het wel erg belangrijk dat de dataverwerking goed is. Bij een groot netwerk komt namelijk veel meer data binnen dan voorheen. Bij WRIJ is er gekozen voor peilbuizen omdat er veel ervaring is met de data die uit de stijghoogtemeters in de peilbuizen komt. Hierdoor kan de dataverwerking snel verlopen en worden alle metingen ook echt gebruikt. De tweede aanbeveling is dan ook om monitoringsmethoden te gebruiken waarvan zekerheid is dat ze werken en gebruikt kunnen worden. Ten derde is het belangrijk dat er meetmethoden gekozen worden die niet alleen bij het monitoringsdoel passen maar ook bij de monitoringslocaties. Niet alle meetmethoden werken bij alle typen keringen en meerdere aspecten als ondergrond, waterhoogte tegen de dijk of bijvoorbeeld de aanwezigheid van getijden kunnen grote impact hebben op het nut van de monitoringsmethoden.