

Project : BZ386 Netwerk Dijkmonitoring 2023, 2024 en 2025
Kenmerk : BZ386.250416.not.verslag Workshop fibre optics
Datum : 13 februari 2025
Onderwerp : Verslag Workshop fibre optics Netwerk Dijkmonitoring

Verslag Workshop fibre optics

Inleiding/ Aanleiding

Op 13 februari is er een Workshop gehouden over monitoring met glasvezel (fibre optics). Henk van Hemert (RWS/STOWA) en Wouter Zomer (Netwerk Dijkmonitoring, BZIM) introduceerden de workshop. Hierbij is teruggeblikt op de ontwikkeling van en eerdere projecten waar fibre optics een rol hebben gespeeld. Zo is de IJkdijk behandeld en de Live Dijken van Utrecht en Willemspolder.

Noor Pruijn en Tom de Gast van Waterschap Hollandse Delta presenteerden over het monitoren van een regionale kering van versterkingsfase naar gebruiksfase, met toepassing van fibre optics. Harry Bos (VWT, DMC) en Omar Sharif (Antea Groep) presenteerden het project Almere duin. Daarbij werd naast het project zelf, ook de toepassing van fibre optics bij dit complexe versterkingsproject beschreven. Hierbij werd ook meer de technische eigenschappen van de glasvezelkabels toegelicht. Na de pauze heeft Pieter Doornenbal (Deltares) een presentatie gehouden over de toepasbaarheid van glasvezelmonitoringstechnieken voor inzicht in waterveiligheid van dijken. Hierbij wordt ingegaan op de rol van Deltares en de meerwaarde van glasvezelmonitoring bij dijken. Verder worden de ontwikkelingen van de apparatuur en de toepassingsmogelijkheden toegelicht.

Na afloop van de presentaties vond discussie plaats over de meerwaarde van glasvezelmonitoring voor waterbeheerders en hoe het meer in pilotprojecten kan worden toegepast. Verder is gediscussieerd over de implementeerbaarheid van glasvezelmonitoring bij waterbeheerders. Hierna volgt een verslag op hoofdlijnen van deze workshop.

1. Dijkmonitoring met glasvezel bij Rijkswaterstaat

Bij Rijkswaterstaat wordt glasvezel gebruikt voor dijkmonitoring. Henk van Hemert heeft hierover een toelichting gegeven. Het gebruik van Dijkmonitoring met glasvezel is met name om vroegtijdig signalen van dreigende dijkinstabiliteit te kunnen detecteren. Belangrijk hierbij is dat een dijk soms in slechts één uur volledig kan bezwijken, waardoor snel reageren van levensbelang is. Glasvezel kan een belangrijke bijdrage leveren aan een vroegtijdige waarschuwing. Voor het goed inrichten van een monitoringssysteem met glasvezel is echter veel kennis van de ondergrond nodig. Met name de diepere grondlagen zijn bepalend, omdat daar vaak de eerste vervormingen plaatsvinden die kunnen duiden op problemen.

Het monitoringssysteem maakt gebruik van metingen van stijghoogteveranderingen, waarmee onder meer gescheurde grondlagen en veranderingen in doorlatendheid worden gedetecteerd. Bij monitoring in de lengterichting van de dijk is het bovendien van belang om heterogeniteit (dus variatie in bodemopbouw) goed te interpreteren. Dit vereist een combinatie van geofysische kennis, bodemkundige gegevens en een slimme positionering van glasvezels.

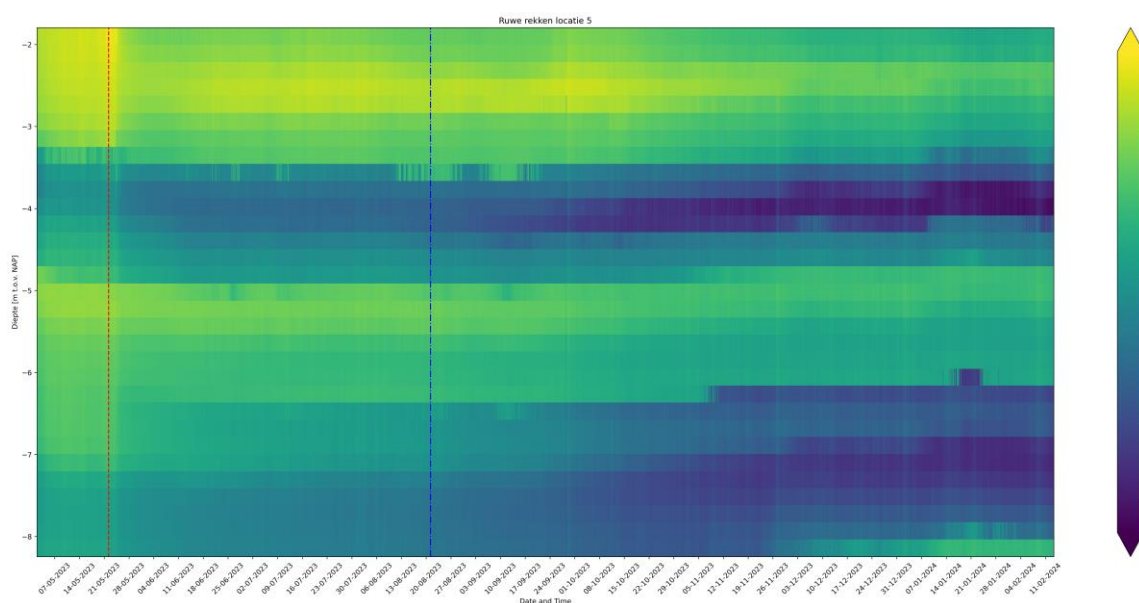
2. Project “De Keen”: Data Monitoring in praktijk

Een concreet voorbeeld van glasvezeltoepassing is het project “De Keen”. Deze presentatie is gehouden door Tom de Gast en Noor Pruijn van waterschap Hollandse Delta. “De Keen” is een regionale kering gelegen in het beheergebied van waterschap Hollandse Delta.

Dit gebied kent veel zettingen en veenlagen, waardoor het gevoelig is voor droogte en inklinking. In het oorspronkelijke ontwerp was er sprake van een ophoging van meer dan twee meter boven het maaiveld. Door continue te monitoren zijn onderbouwd de rekenparameters aangescherpt en is de totale ophoging beperkt tot 0,6 m met het verbreden van het talud. In de opbouw is gekozen voor klei als ophoogmateriaal, en drainage is toegepast om de ophoging sneller te laten zetten.

De glasvezelkabels zijn strategisch geplaatst: horizontaal in de kruin en in de teen van de dijk en nog op vijf locaties een kabel verticaal in de teen. De installatie van de horizontale kabels is uitgevoerd op een zandlaagje en de glasvezelkabels zijn gekoppeld aan een geogrid, wat bijdraagt aan de nauwkeurigheid van de metingen. Verticale kabels dienen om glijvlakken waar te nemen en om vervormingen in de diepte te monitoren. Er wordt elk kwartier een meting verricht, waarbij zowel rek als temperatuur worden vastgelegd. In figuur 1 is een voorbeeld van de meetwaarden weergegeven, de kabels signaleren rek ten opzichte van het begin van de meting, negatieve rek (contractie) in donkerblauw en positieve rek (expansie) in geel. Het is niet mogelijk om precies de richting van de rek vast te stellen omdat de kabels een absolute rek laten zien, zeker bij complexe vervormingspatronen maakt dit de interpretatie uitdagend. Daarnaast biedt de verticale monitoring inzicht in vervorming in relatie tot diepte en tijd, weergegeven in gedetailleerde diagrammen zoals het diagram hieronder.

Hoewel uitspoeling door een te korte beschoeiing is opgetreden, werd dit verschijnsel niet zichtbaar in de metingen – dit betekent dat de uitspoeling niet tot vervorming van het dijklichaam (kruin en teen) heeft geleid. Dit illustreert dat glasvezelmonitoring veel inzicht kan geven, maar niet altijd elk verschijnsel detecteert. Tegelijkertijd zijn er ook uitvoeringsaspecten wel gedetecteerd, zoals het betreden van de dijk met materieel op een moment dat dit niet toegestaan was. Interpretatie blijft een cruciaal onderdeel van de toepassing van deze technologie.



Figuur 1: meetwaarden verticale kabel, diepte ten opzichte van tijd met rek in kleur

Uit de praktijkervaringen

Project “De Keen” bracht ook enkele belangrijke lessen aan het licht. Ten eerste is het aantal aanbieders van gespecialiseerde glasvezeltechnologie nog beperkt, wat uitvoeringstrajecten kan vertragen. Daarnaast moet er bij de voorbereiding rekening worden gehouden met factoren zoals de energievoorziening (voor de meetapparatuur), de inpassing van kabels in bestaande infrastructuur en de inschatting van te verwachten vervormingen. Als waterschap is WSHD niet gewend de data te interpreteren, dit levert een obstakel op in het verwerken en benutten van de gegenereerde data. Ook de organisatorische kant van langdurig onderhoud riep vragen op. Desondanks is het voordeel dat de meetinstallatie vijftien jaar mee kan en op regelmatige basis (elke 30 minuten) data verzamelt, wat enorme hoeveelheden waardevolle data oplevert.

3. Monitoring bij Almere Duin – Antea Group

Een ander interessant voorbeeld komt uit Almere, waar de wijk Almere Duin wordt ontwikkeld. Deze presentatie is gehouden door Harry Bos van VWT/DMC en Omar Shariff van Antea Groep. Deze ligt in de nabijheid van de IJmeerdijk, die in het kader van deze ontwikkeling is ingepakt in een grote hoeveelheid zand. De monitoring richt zich niet alleen op de bouwfase, maar ook op de jaren daarna, met nadruk op de kernzone van de dijk. Door langdurige metingen te doen, kan worden vastgesteld of de stabiliteit behouden blijft en of zich ongewenste vervormingen voordoen. Het monitoringsplan voorziet in een brede set aan meetinstrumenten: 30 zakkaken om zettingen te meten, 8 peilbuizen om grondwaterstanden te volgen, 8 waterspanningsmeters en diverse glasvezelkabels. De combinatie van technieken geeft een rijk en compleet beeld van de situatie. Het logboek waarin alle gegevens worden bijgehouden, speelt een belangrijke rol in de opvolging en besluitvorming.

Technische specificaties van glasvezelmeting

De glasvezeltechniek maakt onder meer gebruik van het Brillouin-scattering effect, waarbij trillingen en vervormingen worden omgezet in meetbare waarden. De glasvezelkabels zijn voorzien van een gelmantel om temperatuurveranderingen betrouwbaar te kunnen detecteren. In Almere liggen zes tracés van drie glasvezelkabels, waarvan sommige aan de taludzijde op het asfalt zijn geplaatst. Tijdens de aanleg werd zorgvuldig gecontroleerd of de kabels nog goed functioneerden. De uitlezing is geautomatiseerd, waarbij een overschrijding van vijf millimeter ten opzichte van de nulmeting een waarschuwing volgt. Dankzij een warmtemat ter kalibratie bij dijkpaal 6 is een betrouwbare afstandsbepaling mogelijk gemaakt.

4. Waterveiligheid en de rol van Deltares

Deze presentatie is gehouden door Pieter Doornenbal van Deltares.

Glasvezel wordt inmiddels op grotere schaal ingezet bij het monitoren van waterveiligheid. Deltares vervult hierbij een adviserende rol richting overheden en bedrijven. De sensoren kunnen worden gebruikt om vervormingen (rek), temperatuurveranderingen en trillingen te meten. De temperatuurmetingen blijken waardevol als proxy voor het gedrag van grondwater. Bijvoorbeeld, bij het ontstaan van wellen of piping kunnen afwijkende temperaturen wijzen op stromend water in de ondergrond. Door kabels actief op te warmen, ontstaat een temperatuursprong die inzicht biedt in stromingspatronen. In Zeeland werd een project uitgevoerd waarbij geprobeerd werd piping te detecteren. Hoewel directe detectie uitbleef, werd bij afgraving alsnog een piping-kanaal aangetroffen, waarmee de waarde van de technologie als ondersteunend hulpmiddel werd bevestigd. Ook bij de monitoring van koude- en warmteopslagprojecten is glasvezel nuttig gebleken. Verticale monitoring maakt het mogelijk om koude zones (“koude bellen”) te volgen in de bodem. Bij Workumerwaard werd met behulp van passieve metingen erosie en zandsuppletie in kaart gebracht.

ProRail: Glasvezelmonitoring bij de Hanzelijn

Buiten de watersector past ook ProRail glasvezeltechnologie toe. Bij de Hanzelijn wordt bestaande glasvezelinfrastructuur ingezet voor monitoring via zogenaamde FOSS- (Fibre Optic Share Sensing) en PWPS-technieken (Power Water Pressure Sensing). Deze systemen bieden tot 98 meetpunten per meter en maken daarmee zeer nauwkeurige analyses mogelijk. Voor het detecteren van graafactiviteiten wordt DAS (Distributed Acoustic Sensing) gebruikt. Hiermee kunnen tot op 20 meter afstand graafgeluiden worden opgepikt via akoestische of seismische metingen. Het grote voordeel van glasvezelmonitoring ligt in de lage kosten per meetpunt, vooral bij grote datasets. De kabel zelf hoeft geen actieve sensor te zijn: het systeem gebruikt standaard glasvezel die al aanwezig is, en het uitlezen gebeurt centraal. Dit leidt tot weinig onderhoud en een lange levensduur. Dankzij de mogelijkheid tot een multisensorbenadering (meerdere metingen via dezelfde kabel) wordt veel informatie verzameld met relatief weinig middelen.

Uitdagingen en toekomstperspectieven

Toch zijn er nog uitdagingen. De positionering van de kabel is van groot belang, waar en wanneer moet deze worden gelegd om effectief te zijn? Voor dijken is dit extra complex, omdat rekening gehouden moet worden met opbouw, stijfheid, aanwezige infrastructuur en toekomstige aanpassingen. Daarnaast is er sprake van een hoge informatiedichtheid. Meettechnieken zoals DAS, DTS en DSS (Distributed Strain Sensing) leveren voortdurend data over temperatuur, rek en vervorming. DFO druksensoren (een nieuwe ontwikkeling) maken het mogelijk om ook poriewaterdruk en bodemdruk in kaart te brengen, wat belangrijk is voor het vroegtijdig signaleren van erosie of golfoploop.

Het meten van bodemvocht met Advanced Hybrid-DTS (AH-DTS) biedt een hoge ruimtelijke resolutie, waarmee doorsijpeling en vochtgehalte kunnen worden gevolgd. De kracht van glasvezelmonitoring ligt in de combinatie van technieken. Door gegevens over een lange afstand te verzamelen en deze te combineren met bijvoorbeeld zakbaken en peilbuizen, ontstaat een betrouwbaar early warning system. Dit kan van grote waarde zijn in gebieden waar ophoging niet mogelijk is of waar extra zekerheid vereist is.



Netwerk **Dijk**monitoring

Een aandachtspunt is de capaciteit binnen waterschappen en andere beheerders om deze data effectief te analyseren. De hoeveelheid informatie is enorm en vraagt om gespecialiseerde software en personeel met data-analytische vaardigheden. Ten slotte is het belangrijk om goed na te denken over welke parameters gevraagd worden bij aanbestedingen. Heldere uitvragen zorgen ervoor dat meetresultaten daadwerkelijk bijdragen aan veiligere dijken en een robuuster watersysteem.