

# Verslag Netwerk Dijkmonitoring

26 november 2020; Workshop Sat4Flood

Op donderdag 26 november 2020 vond er een online workshop plaats over Sat4Flood. Tijdens deze workshop is er een uitleg gegeven over de applicatie Sat4Flood en wat dit inhoudt. Vervolgens zijn er verschillende ervaringen met Sat4Flood gepresenteerd op een locatie in Myanmar en drie pilot locaties bij de Vlaamse Waterweg. Vanuit deze ervaringen zijn de kansen en verbeterpunten van Sat4Flood uitgelicht.

## Welkom en introductie

Iedereen wordt welkom geheten door Wouter Zomer. Vervolgens wordt er een korte introductie gegeven over Netwerk Dijkmonitoring. Hierin wordt benoemd dat data en informatie over het gedrag van je kering van belang zijn voor sterke analyses en het onderbouwt de zorgplicht. In eerdere projecten is al aangetoond dat het eerder inzetten van slimme monitoring zich loont.

In het aankomende jaar zullen de workshops anders worden georganiseerd dan voorgaande jaren. Er zullen nog steeds inhoudelijke thema's aan bod komen maar er is nu ook het plan om waterschappen uit te nodigen en te gaan volgen bij de implementatie van dijkmonitoring. Het gaat hierbij om het volgen van een waterschap tijdens de 1<sup>e</sup> overweging, de installatie en de analyse van de gegevens die uit de dijkmonitoring komen. Hierbij wordt getracht de praktische toepassing aan het licht te brengen en deze kennis met elkaar te delen. Verder zullen er aankomend jaar lunchlezingen georganiseerd worden via MS Teams. De voorkennis dagen Meten & Monitoren zijn nu verplaatst naar 10 december 2020 (Dijkmonitoring: zo doe je dat!) en 21 januari 2021 (Binnenbeeld-buitenbeeld). Verder wordt er geprobeerd om op korte termijn tot een formulering te komen met de Unie van Waterschappen en de Stowa voor het plan om grootschalige programmatische implementatie van dijkmonitoring op organisatieschaal toe te passen bij een dijkbeheerder. Dat is een advies dat voortvloeit uit een voorgaande sessie in februari bij Waterschap Rivierenland in Tiel.

Aansluitend licht Wouter het programma toe. Dit programma is ook hieronder weergegeven.

Tijd	Onderdeel
13:00-13:15	Welkom en toelichting Netwerk Dijkmonitoring - <i>Wouter Zomer (Netwerk Dijkmonitoring/BZIM)</i>
13:15-13:35	Wat is Sat4Flood? – <i>Yvette Pluijmers (Miramap) &amp; Martijn Houtepen (SkyGeo)</i>
13:35-13:55	Ervaringen met Sat4Flood in Myanmar - <i>Johannes de Groot &amp; Noud Egberts (Arcadis)</i>
13:55-14:05	Pauze
14:05-14:25	Ervaringen met Sat4Flood bij de Vlaamse Waterweg - <i>Gert Schreurs &amp; Leen De Vos (Vlaamse Waterweg)</i>
14:25-14:55	Stellingen via Mentimeter
14:55-15:00	Afsluiting

## Wat is Sat4Flood?

*Door Yvette Pluijmers (Miramap) & Martijn Houtepen (SkyGeo)*

Yvette begint met de aanleiding voor Sat4Flood door een dijkdoorbraak te tonen in Michigan. Dit is een voorbeeld van een dijkdoorbraak die we hoogstwaarschijnlijk eerder hadden kunnen zien aankomen. Dit brengt ons dus bij de marktzaak om risico's op dijk falen beter te kunnen managen. Hieruit is het idee ontstaan om een applicatie te ontwikkelen die stress indicatoren van dijken monitort op basis van satelliet data.

Het doel is om met satelliet data verschijnselen te ontdekken die duiden op een faalmechanisme. Er wordt hierbij gefocust op twee verschillende mechanismen: (1) deformatie en vervorming en (2) de aanwezigheid van natte plekken in de bodem zowel voor als achter de dijk. Gaandeweg willen ze hier meer aspecten aan toevoegen maar in eerste instantie wordt er gefocust op deze twee factoren. Voor de applicatie wordt open data gebruikt die afkomstig is van ESA uit het Copernicus programma.

Het project is bedacht door Miramap, Skygeo en 52impact en heeft financiering gekregen vanuit ESA InCubed. Het project loopt van juli 2019 t/m december 2020 en bestaat uit drie verschillen fases. De eerste fase bestaat uit het aansluiten bij de wensen en de werkwijze van eindgebruikers. De tweede fase bestaat uit het ontwerpen en het bouwen van de applicatie. Hierin wordt de applicatie ook getest voor wat er allemaal mee gedaan kan worden. Vervolgens wordt er in de derde fase gekeken naar wat er in de toekomst met de applicatie gaat gebeuren.

De afgelopen maanden is de applicatie al getest in de zogeheten 'Proof of Concept' door de Vlaamse Waterweg, Arcadis en het Hoogheemraadschap van Rijnland. Tijdens het testen wordt er gekeken of de view'er van de applicatie voldoet aan de eisen en of deze gebruiksvriendelijk is. De data wordt geanalyseerd op drie verschillende punten: (1) of de data goed te begrijpen is, (2) of de data klopt en (3) of de data voldoet aan de verwachtingen/voorspellingen.

Zoals eerder vernoemd richt de applicatie zich op twee verschillende mechanismen. Het eerste mechanisme deformatie wordt bepaald door te kijken naar het verschil in bodemhoogtes over de tijd. Voor het tweede mechanisme wordt gekeken naar het bodemvocht gehalte. Dit kan bepaald worden aan de hand van de reflectie van het licht.

De applicatie wordt nu gedemonstreerd aan de hand van een dijkdoorbraak bij Wainfleet in Engeland. Voor deze locatie wordt er gekeken naar een tijdserie van het bodemvocht gehalte. Er zijn gaten in de tijdserie zichtbaar. Dit komt doordat de data afhankelijk is van de reflectie van het licht. Dit betekent dat data die tijdens bewolking gegenereerd wordt gefilterd moet worden. Er liggen twee velden vlak langs de rivier en voor één van de velden is te zien dat de waarden voor het bodemvocht redelijk constant zijn en dat in het andere veld fluctuaties optreden qua droogte en bodemvochtigheid. In de periode van februari 2019 is te zien dat er gebieden met een erg hoog bodemvocht gehalte zich voordoen buiten de dijk. Vlak voor het falen van de dijk zien we juist dat het gebied erg droog is. Vlak voor de dijkdoorbraak regende het erg veel dus is er van deze periode helaas geen data beschikbaar. Echter kunnen we op basis van de beelden van februari concluderen dat het gebied als risicovol geïdentificeerd had kunnen worden doordat het gebied zich anders gedraagt ten opzichte van de omgeving. Voor de locatie bij Wainfleet is er ook gekeken naar de deformatie. De verschillen in bodemhoogtes in dit gebied zijn vrij lastig te analyseren omdat het hier om een grasachtig gebied gaat en alleen harde oppervlaktes sturen signalen terug naar de satelliet. Wel is er te zien in de perioden van mei/juni 2018-2019 dat er in de perioden van droogte een versnelling van deformatie ontstaat op de plek van de doorbraak. Dit toont dus ook dat de deformatie in dit gebied gevoelig is voor droogte.



Vanuit het publiek komt de vraag waarom de rivier niet volledig blauw is in de plaatjes van het bodemvochtgehalte. Hierop wordt gereageerd dat de applicatie gebruik maakt van een algoritme dat het bodemvochtgehalte bepaald. Hierdoor wordt de rivier dus ook benaderd als bodemvocht en dit leidt er toe dat hier foutieve waarden gegeven worden. Een optie kan dus ook zijn om de rivier eruit te filteren en niet weer te geven.

Vervolgens wordt er een demo gegeven met de onlineviewer van Sat4Flood. Als voorbeeld wordt ingezoomd op de Hedwige-Prosperpolder. Op deze kaart is de deformatie en bodemvochtgehalte data te vinden en tevens is deze nog uitgebreid met grondwaterstandindicatoren en geologische kaarten die van derde partijen komen. Vanuit het publiek wordt de vraag gesteld of er verschillen in het bodemvochtgehalte te zien zijn door de overloop proeven die zijn uitgevoerd begin november. Op de kaart zijn op deze locaties blauwe stippen te zien wat er op duidt dat er een verhoging van het bodemvochtgehalte waarneembaar is.

### [Ervaringen met Sat4Flood in Myanmar](#)

*Door Johannes de Groot & Noud Egberts (Arcadis)*

In Januari 2020 is één van de waterkeringen langs Nyaungdo afgeschoven. Doordat de Nederlandse en de Myanmarese overheid al samenwerkten om deze dijk te versterken kwam er het verzoek om een inspectieteam naar Myanmar te laten komen. Dit inspectieteam is data gaan verzamelen om te zien wat mogelijke oorzaken zijn van de afschuiving. Tijdens het laagwater is er een groot gedeelte van het buitentalud afgeschoven. Dit is een typisch voorbeeld van buitenwaartse afschuiving. Over ongeveer 60 meter is de dijk afgeschoven waar geen versterkingen aanwezig waren.

Bij de data analyse is er gekeken naar de rivierwaterstand in de maanden oktober-december voor de afschuiving en dit is vergeleken met verschillende voorgaande jaren. Hierin waren geen significante verschillen te zien. Wel was de gemeten grondwaterstand relatief hoog met een verval van 3,5 meter. Verder was er ter plaatse van de afschuiving erosie aan de buitenteen onder de oever ontstaan tijdens het regenseizoen. Destijds is de conclusie getrokken dat de combinatie van de hoge grondwaterstand met de erosie aan de buitenteen heeft gezorgd voor de afschuiving.

Er is nu ook een analyse uitgevoerd met Sat4Flood aangezien het bodemvochtgehalte een interessante factor is doordat de grondwaterstand zo hoog was ten tijde van de afschuiving. Voor de periode juni t/m oktober is geen data beschikbaar omdat dit in het regenseizoen is. Vanaf oktober is er data beschikbaar en ondanks dat er geen regen meer valt is er een toename in het bodemvochtgehalte te zien. Deze trend is ook zichtbaar op twee pixels op de plek van de afschuiving. Deze analyse is uitgebreid met een ruimtelijk trend analyse om te kijken of er voor de afschuiving een waarschuwing had kunnen worden afgegeven. Dit wordt gedaan aan de hand van twee methoden:

- In hoeveel van de laatste tien metingen is er een toename in bodemvocht waargenomen?
- Bereken het maximum op basis van de hele dataset en kijk of deze bij de laatste meting voor de afschuiving wordt overschreden.

Voor de eerste methode is er een toename te zien langs de gehele dijk. Voor de tweede methode is te zien dat er voor een steeds groter wordend gedeelte van de dijk een maximum wordt overschreden naarmate we dichterbij het tijdstip van de afschuiving komen. Ter plaatse van de afschuiving zijn geen significant andere trends te zien in vergelijking met andere plekken langs de kade. Hieruit kan dus geconcludeerd worden dat met de huidige methode de doorbraak locatie niet van tevoren aangewezen had kunnen worden.



Er wordt wel benadrukt dat er weldegelijk kansen zijn voor deze methode. Waarnemingen zullen in de tijd toenemen, mogelijk biedt dit de kans om nauwkeurige trendanalyses uit te voeren. Dit zorgt ervoor dat afwijkende toenames beter te onderscheiden zijn van reguliere variaties. De aanbeveling wordt gedaan om te kijken of er bijvoorbeeld toenames zijn en daarna te kijken of deze toename afwijkt van wat we normaal observeren. Ook kan er een drempel waarde gebruikt worden. Hierdoor kun je een signalering creëren van een mogelijk risico als een kade te nat wordt of als er extreme variaties gedetecteerd worden.

De deformatie blijft op dit moment nog lastig te meten op groene kades maar er ligt hier zeker wel potentie. Eventuele aanpassingen in het veld of koppelingen met andere data zoals veldmetingen kan hier helpen.

### [Ervaringen met Sat4Flood bij Vlaamse Waterweg](#)

*Door Gert Schreurs & Leen de Vos (Vlaamse Waterweg)*

Gert begint met een korte inleiding over de Vlaamse Waterweg. De Vlaamse Waterweg beheert alle waterwegen in Vlaanderen verdeelt over drie regio's. Door de droge zomers hebben ze de kanaalpeilen moeten laten zakken omdat er niet genoeg water toevoer was. Daarom is er in dit onderzoek gekeken naar de invloed van droogte op de dijken. Hiervoor zijn drie locaties uitkozen: (1) Zuid-Willemsvaart, Maasmechelen, (2) Beneden Nete, Mechelen en (3) Lo-kanaal, Alveringem.

Bij de eerste locatie, de Zuid-Willemsvaart, ligt het kanaal in een ophoging. Tijdens de analyse is er uiteindelijk gekozen om een groter oppervlak te analyseren om zo een beter beeld te krijgen over de achtergrond en randinformatie. Er zijn natte zones zichtbaar ter hoogte van de dijk al ging het hierbij om bebost gebied en huizen waardoor het lastig te zeggen is of deze data betrouwbaar is. Verder zijn er ook deformatie punten te zien op de kaart, waarbij voor een enkele locatie grote verplaatsingen werden vastgesteld. Hier bleek het te gaan om een oude betonnen constructie. Dit kan er op duiden dat de dijk zelf beweegt/zakt maar het kan ook zo zijn dat er iets mis is met de betonnen constructie. Het was hier niet mogelijk om conclusies te trekken.

Op de tweede locatie Beneden-Nete is kwel geconstateerd op 3 locaties ter hoogte van de dijkteen. Bepaalde afschuivingen aan de teen hebben plaats gevonden als gevolg hiervan. In 2015 zijn er korte damwanden geplaatst om de kwel tegen te gaan maar dit had geen resultaat omdat de kleidijk waar de damwanden op moesten aan sluiten niet op exact de dezelfde plek ligt als de huidige dijk. In Sat4Flood is een analyse uitgevoerd voor de deformatie. Op de onderste dijk (interesse gebied) zijn vrijwel geen deformatie metingen beschikbaar terwijl hier wel een verhard pad overheen ligt. Dit duidt er dus op dat een verharde weg niet altijd voor goede metingen hoeft te zorgen. Ter hoogte van een bovenliggend wachtbekken, waren wel veel deformatiepunten beschikbaar, maar was de lokalisatie van de punten niet zeer nauwkeurig. Veel punten liggen in het water dus is het onduidelijk of deze op het breuksteen, weg, of gras dijktaalud liggen. Over het algemeen is er een trend van weinig verplaatsingen in deze zone. Wel is er één lokale zone zichtbaar waar de verplaatsingen groter zijn er een dalende trend te zien. Hier komt dan ook het advies uit om niet enkel op grote schaal te kijken. Op de locatie waar de kwel is opgetreden zijn kasteelgrachten aanwezig. Voor het bodemvochtgehalte analyse is te zien dat er sommige pixels vochtiger zijn dan andere pixels dicht bij de dijk. Hier is vooral variatie te zien in het minimum bodemvochtgehalte in de zomer. Voor het achterland is te zien dat het vrij droog is in het bodemgehaltemodel wat er op duidt dat de kwel niet tot ever in het achterland optreedt.

Voor de derde en laatste locatie het LO kanaal is er het probleem dat er vrij steile taluds zijn. Dit zou er toe kunnen leiden dat bij hevige regenval de dijken instabiel worden. Verder kunnen de droge



zomers weer de oorzaak zijn voor scheuren in de dijk. Voor de analyse hier geldt dat de gebieden met bebouwing of bebouwing een hogere bodemvochtgehalte hebben. Dit maakt de interpretatie voor dit gebied erg lastig omdat de kades erg begroeid zijn. Het kanaal is ook zeer smal, waardoor de pixels voor de bodemvochtanalyse te groot zijn om zelfs de ligging van het kanaal precies te kunnen plaatsen.

De conclusies die uit dit onderzoek getrokken zijn is dat als je van grotere afstand naar je studiegebied kijkt het makkelijker is om trends te ontdekken. Verder blijft de interpretatie nog wel lastig omdat de gebieden in Vlaanderen sterk afhankelijk zijn van de aanwezigheid van bomen en bebouwing. De lokalisatie van datapunten voor deformatie bleek ook een aandachtspunt te zijn doordat deze niet altijd erg precies zijn. Vervolgens werd nog aangestipt dat de pixels voor bodemvochtgehalte vrij grof zijn om op de dijken zelfs iets waar te kunnen nemen. De data geeft dus eigenlijk vooral informatie over de achterliggende gebieden. Tenslotte wordt het advies gegeven om de relatieve bodemvochtgehalte verandering te tonen in plaats van de absolute waarde. Dit kan dan eventueel gecombineerd worden met de neerslaggegevens.

### Discussie

Aan het begin van de discussie komt er een artikel naar voren waarin de seizoensgebonden variatie in de deformatie te linken is aan de neerslag en verdamping (Özer et al., 2019). Verder komt er vanuit het publiek de opmerking dat het verschil in de pixels, dat sommige seizoensgebonden reageren en sommige niet, te linken is aan de bodemsoort. Verschillende bodemsoorten reageren nou eenmaal anders en dit kan dus ook de variatie tussen sommige plekken verklaren.

Vervolgens wordt de vraag gesteld hoe de vertaalslag gemaakt kan worden naar de beheerpraktijken van de waterkering beheerder. Hierop wordt gereageerd dat de applicatie ingezet kan worden bij de waarschuwing voor calamiteiten als er significante variaties te zien zijn. Verder kan het gebruikt worden als een analyse in de voorbereiding van je grondonderzoek. Op sommige plekken zal de grond zich anders gedragen en dit zouden dus goede locaties zijn om een boring te doen.

Een ander discussie punt is de grote van het grid die gebruikt is. Er is vraag ontstaan naar een fijner grid omdat het soms niet duidelijk is of punten nu op de dijk zelf liggen of er net naast. Op dit moment is het huidige grid het hoogst haalbare met de open data. Met commerciële data is een fijner grid mogelijk maar hier zijn extra kosten aan verbonden.

Uit het beheeraspect kwam naar voren dat er veel groene kades zijn en hierdoor lastig te meten zijn. Dit kan in de toekomst wellicht meetbaar gemaakt worden door er iets op te leggen. Dit zijn beperkingen die we moeten meenemen in de toekomst als uitdaging. Verder wordt er benoemd dat er op dit moment wel veel dijken zijn waar een verharde weg over heen ligt en dit dus wel perspectief biedt.

Als laatste punt wordt er vanuit het publiek de vraag gesteld of geen gebruik kan worden gemaakt van superview data. Dit geeft data over een langere tijdsperiode maar minder frequent en voor de superview wordt niet alleen het licht opgenomen maar ook nog een aantal andere banden. Hierop wordt gereageerd dat het onzeker is of deze data wel geschikt is voor het algoritme dat gebruikt wordt voor het bodemvochtgehalte. Wel zou superview data kunnen helpen voor de pixel classificatie. Je legt dan beide datasets over elkaar heen en dan gebruik je de hoge resolutie om de ander wat minder hoge resolutie beter te kunnen duiden.

### Afsluiting

De presentatoren worden bedankt voor de interessante presentaties. Sat4Flood gaat nu de laatste maand in (December 2020) en zijn aan het nadenken wat ze hierna gaan doen. Eind december/begin januari wordt het jaarprogramma van het Netwerk Dijkmonitoring voor volgend jaar doorgestuurd met



de workshops en lezingen. Hopelijk wordt er ook gestart met het volgen van het waterschap gedurende het proces met de overwegingen over dijkmonitoring.

## Bron

Özer, I. E., Rikkert, S. J., van Leijen, F. J., Jonkman, S. N., & Hanssen, R. F. (2019). sub-seasonal Levee Deformation observed Using satellite Radar Interferometry to enhance Flood protection. Scientific reports, 9(1), 1-10.)