

Correlatie tussen leidingbreuk en satellietmetingen van bodemdaling

Jurjen den Besten (Oasen), Jos Maccabiani, Hanno Maljaars (Hansje Brinker BV)

Radarsatellieten kunnen zeer nauwkeurig meten waar en hoe snel de bodem daalt. De gangbare gedachte is dat ondergrondse waterleidingen de grootste kans op leidingbreuk lopen op plaatsen in de bodem waar scherpe overgangen zijn van weinig naar veel bodemdaling. Een eerste verkenning toont aan dat satellietmetingen veelbelovend zijn om dit probleem op netwerkniveau te karteren.

Leidingbreuk door zettingen

Drinkwaterbedrijf Oasen is het drinkwaterbedrijf in het Groene Hart van de Randstad. Dit gebied bestaat vooral uit veengrond, die onderhevig is aan relatief grote bodemdaling en grondzetting. Behalve voor de normale degeneratieprocessen van leidingsystemen moet er daarom ook aandacht zijn voor externe belastingen op leidingen. Dit maakt het beheren van drinkwaterinfrastructuur extra complex. Op dit moment is de externe belasting op grotere ruimtelijke schaal slecht in te schatten. Regelmatig leidt de geschetste situatie tot falen van een van de leidingen, met een lekkage als gevolg. In 2013 registreerde Oasen 102 spontane lekkages in de hoofdleidingen door zetting. Om het leidingnet in goede conditie te houden vervangt het bedrijf jaarlijks 40 kilometer oude waterleiding. Kwalitatief hoogwaardige informatie over grondzetting en correlatie met leidingfalen is bruikbaar om de juiste leidingen voor vervanging te selecteren. Door dit proces van selecteren steeds te verbeteren wil Oasen het aantal lekkages tot een minimum terugdringen.



Afbeelding 1. Een waterleiding in Alphen aan den Rijn is bezweken door excessieve zettingen in de ondergrond (fotoburo Martin Droog)

De informatie die op netwerkniveau beschikbaar is over zettingsgevoeligheid en mogelijke zettingsverschillen is zeer grof. Er zijn kaarten beschikbaar op basis van geologisch onderzoek met een pixelgrootte van 100 x 100 meter en meer. Pogingen om correlaties te vinden tussen die kaarten en leidingbreuk hebben nog niet geleid tot succes. Oasen is daarom op zoek naar nieuwe methoden om een betrouwbaar beeld te krijgen van de zettingen in haar voorzieningsgebied, op een schaal die voor leidingbeheer relevant is. Daarom is het bedrijf een project gestart om satellietbeelden te gebruiken in combinatie met gegevens over leidingen en lekkages.

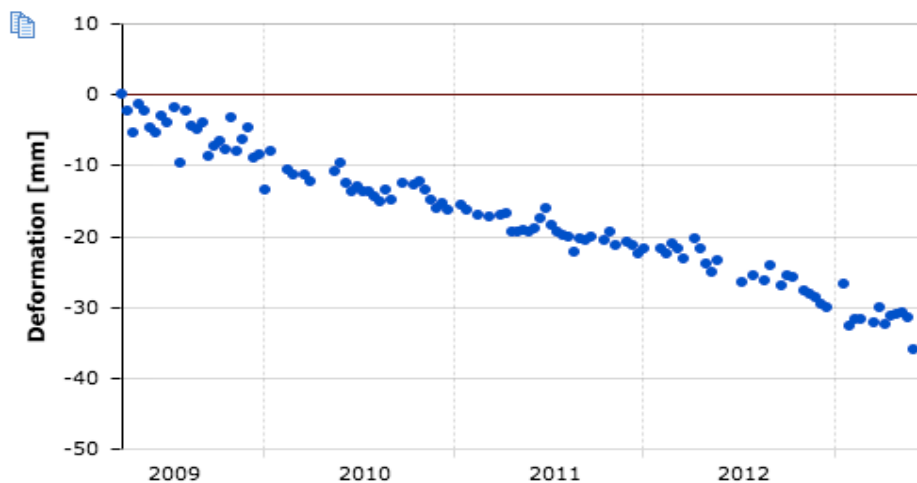
Metten van bodemdaling met radarsatellieten

Bodemdaling meten vanuit radarsatellieten is niet nieuw – in de wetenschap wordt de zogenaamde InSAR techniek al langer toegepast om bijvoorbeeld de beweging van gletsjers of landverschuivingen te meten. De laatste jaren is grote vooruitgang geboekt om deze technieken ook voor niet-wetenschappelijke doeleinden in te zetten. De lancering van zeer-hoge-resolutie-satellieten heeft hier een grote rol in gespeeld.

Satellieten op 800 kilometer hoogte kunnen met InSAR met een precisie van 2 tot 3 millimeter de bodemdaling meten. Dit gebeurt door te meten aan de faseverschuiving in de gereflecteerde signalen tussen twee opeenvolgende satellietmetingen. [1, 2]. Doordat de satelliet periodiek over hetzelfde deel van de aarde vliegt, is zo een groot aantal metingen mogelijk. De uit de metingen afgeleide trend heeft een precisie van minder dan 1 mm/jaar.

Satellietmetingen in Zwijndrecht

Om te onderzoeken of het zakkingsbeeld dat kan worden afgeleid uit deze satellietmetingen bruikbaar is voor het opsporen van risico's voor ondergrondse leidingen, zijn de metingen van de bodemdaling in een deel van de gemeente Zwijndrecht (zie afbeelding 2) geanalyseerd. In dit gebied in Zwijndrecht verzorgt Oasen de drinkwaterlevering. In het recente verleden zijn er hier vier leidingbreuken opgetreden. De leidingbreuken zijn in figuur 4 geplot als sterren.



Afbeelding 2. Meetresultaat in Zwijndrecht. De metingen zijn relatief ten opzichte van de eerste meting, die dus op nul is gesteld.

Voor dit project is gebruik gemaakt van zeer hoge resolutie satellietbeelden van de TerraSAR-X satelliet. De satelliet heeft een resolutie van circa 3 x 3 meter en een omloopsnelheid van 11 dagen. De satellietbeelden bestrijken een oppervlakte van circa 30 x 50 kilometer. Er zijn satellietmetingen gebruikt van april 2009 tot juni 2013.

Om te zorgen dat de metingen representatief zijn voor de zakking van het maaiveld, is gebruik gemaakt van de 'distributed scatterer' methode. Deze methode bewerkt de ruwe metingen zo, dat een gemiddeld zakkingsgedrag over grotere oppervlakken (in dit geval 10 x 10 meter) wordt gerapporteerd. We zijn immers niet geïnteresseerd in kleine kuilen aan het oppervlak. Ook is met behulp van het Actueel Hoogtebestand Nederland 2 een selectie gemaakt van meetpunten die dicht bij de maaiveldhoogte liggen. Dit voorkomt dat allerlei (op heipalen gefundeerde) objecten het beeld verstoren.

In de beschouwde 2 km² zijn in totaal 80.607 meetpunten gerapporteerd, waarvan 46.005 van het maaiveld en 34.602 van gebouwen en hoge objecten. De resultaten van de metingen staan in afbeelding 3. Op basis van deze ruwe metingen is een kaart gemaakt van de zakkingsnelheid van de verharde oppervlakken (afbeelding 4). Daarbij is rekening gehouden met harde scheidingen in zettingsregime door bijvoorbeeld gebouwen, watergangen en dergelijke.



Afbeelding 3. De 'distributed scatterer' metingen in Zwijndrecht

Het verschil tussen stabiele (groene) gebieden en zakkende (gele tot rode) gebieden is duidelijk te zien.



Afbeelding 4. Een vlakdekkende kaart van de verharde oppervlakken met de vier locaties met leidingbreuken (aangegeven met een ster)

Drie van de vier getoonde locaties zijn nabij grote verschillen in zettingsnelheid, maar op één locatie is dat niet het geval. Proefsleuven moeten meer duidelijkheid brengen.

Kans op leidingbreuk

De metingen zijn gedaan in de periode 2009 – 2013, terwijl de huidige bebouwing uit de jaren '50 stamt. De geschiedenis van het terrein speelt een belangrijke rol om de huidige zettingsgevoeligheid te interpreteren, en die geschiedenis kennen we niet exact. Daarnaast spelen uiteraard leidingtype, materiaal en ouderdom een belangrijke rol. Al deze aspecten zijn hier niet meegenomen en vragen om vervolgstudie.

Opvallend is dat deze leidingbreuken in 3 van de 4 gevallen optraden op korte afstand van gebieden waar grote zettingen zijn opgetreden. Er zijn ook plaatsen op de kaart met eenzelfde zettingsverschil als op de breuklocaties, maar waar desondanks (nog) geen leidingbreuk heeft plaatsgevonden. Op dit moment zijn enkele proefsleuven gepland om de toestand van de leidingen op die locaties te inspecteren.

Conclusie

Satellietmetingen van bodemdaling op basis van radar lijken een mogelijkheid te bieden voor ondersteuning van asset management aan leidingsystemen dankzij het gedetailleerde beeld over zeer grote oppervlakken van zetting en bodemdaling. Een eerste verkenning van de samenhang tussen deze metingen en locaties met verhoogde kans op leidingbreuk geeft goede resultaten.

Literatuur

1. Hanssen, R.F. (2001). Radar Interferometry: Data Interpretation and Error Analysis. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers
2. Leezenberg, P.B. (2013). <http://hansjebrinker.com/nl/frequently-asked-questions/>