

Rijkswaterstaat houdt dijken in de gaten met radiometer

Met 'passieve microgolvenradiometrie' is het mogelijk snel de ondiepe ondergrond van een dijk in kaart te brengen. Recente proefprojecten laten het potentieel zien van deze, voor de industrie nog onbekende, meettechniek.

DR. R. DE JEU / IR. R. HAARBRINK / ING. Y. PROVOOST

Sinds de recente lancering van de Europese ESAs-satelliet SMOS (voor het meten van bodemvocht en zoutgehalte van oceanen), waarbij een zogenaamde L-band radiometer in de ruimte is geschoten, komen de mogelijkheden van passieve microgolvenradiometrie steeds meer in de belangstelling. De wetenschap past deze techniek al geruime tijd toe om op verschillende schalen bodemvocht, sneeuw en ijsdikte, neerslag en vegetatie te meten. Maar in de industrie is deze techniek nog relatief onbekend. Dit komt vooral door de grove ruimtelijke resolutie (40 x 40 kilometer) van de satellietsensor, waardoor de techniek eigenlijk ongeschikt is voor lokaal, regionaal onderzoek. Naast deze satellietsensor zijn er sinds kort ook mobiele radiometers ontwikkeld met een ruimtelijke resolutie van 1 x 1 meter.

Vanaf 2009 heeft Rijkswaterstaat diverse projecten opgezet om de mogelijkheden van deze nieuwe technologie voor dijkinspectie nader te onderzoeken. Er is gekeken naar de mogelijkheden van deze techniek voor het detecteren van holle ruimtes, het bepalen van bodemvochtvariatie en het detecteren van plotselinge variaties in de ondiepe ondergrond van dijken.

Theoretische achtergrond

Een L-band radiometer meet de uitstraling van de ondergrond in het microgolvenbereik. Het is een passieve sensor en de L-band radiometer

IN 'T KORT - PROEFPROJECT

- Rijkswaterstaat beproeft sinds 2009 radiometrie voor dijkinspectie
- Radiometer ontdekt holle ruimtes in deel van dijk bij Ouwerkerk
- Instrument detecteert materiaalvariatis, maar minder sterk dan bodemvochtvariatis
- Snelle meting van verzadigde zone in dijk, goed om piping te voorkomen



De L-band microgolvenradiometer in actie op een dijk.

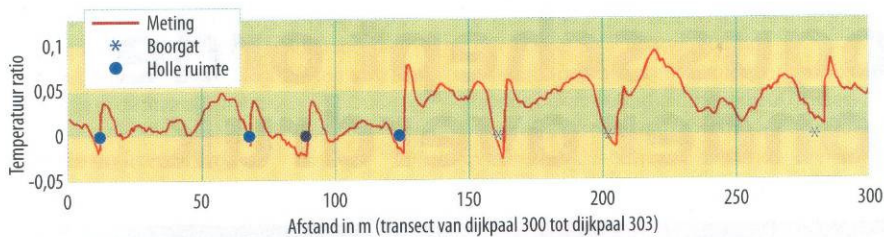
meet de natuurlijke uitstraling bij een golflengte van 210 millimeter. De radiometer drukt deze uitstraling uit in helderheidstemperaturen (of in temperatuurratio als je de meting corrigeert voor de bodemtemperatuur) en is direct afhankelijk van de fysische eigenschappen (diëlektrische constante) van de ondergrond. Deze diëlektrische constante is een grootheid die beschrijft hoe een elektrisch veld een medium (bijvoorbeeld een kleilaag) beïnvloedt en erdoor wordt beïnvloed.

Elk materiaal heeft een unieke diëlektrische constante. Er is vooral een zeer groot verschil tussen bijvoorbeeld lucht, grond en water. Het reële gedeelte van de diëlektrische constante

van lucht is 1, van droge grond bedraagt het ongeveer 5 en water heeft een waarde van 80, waardoor een vochtige bodem een diëlektrische constante van 20 of hoger kan bereiken. Deze verschillen maken de passieve-microgolvenradiometer tot een belangrijk hulpmiddel om veranderingen in of op een dijklichaam te registreren.

Radiometer

Het bedrijf Miramap heeft met ondersteuning van ESA, speciaal voor water- en waterkeringenbeheerders in Nederland, een handzame passieve microgolvenradiometer ontwikkeld, die vochtvariatis en afwijkingen in de ondergrond



HOLLE RUIMTES

Resultaat van een meting met radiometrie bij Ouwerkerk: detectie van holle ruimtes.

nauwkeurig in beeld kan brengen. Deze sensor kan met een nauwkeurigheid van ongeveer 3 procent bodemvocht registreren. De totale observatiediepte is een functie van bodemvocht en loopt van een paar centimeters voor verzadigde vochtcondities tot ongeveer 2 meter voor zeer droge omstandigheden. De mobiele L-band radiometer heeft een ruimtelijke resolutie van 1 x 1 meter en een observatie-interval van 1 seconde. De sensor is licht (ongeveer 7 kilogram) en compact (550 x 450 x 80 millimeter) en is aan verschillende voertuigen te koppelen, waaronder een bolderwagen, auto, maar ook bijvoorbeeld een vliegtuig voor meer grootschalige karteringen. Met deze methode is het mogelijk een continu beeld te krijgen van een dijk, iets wat niet mogelijk is met boringen waarbij je alleen steekproefsgewijs informatie verzamelt.

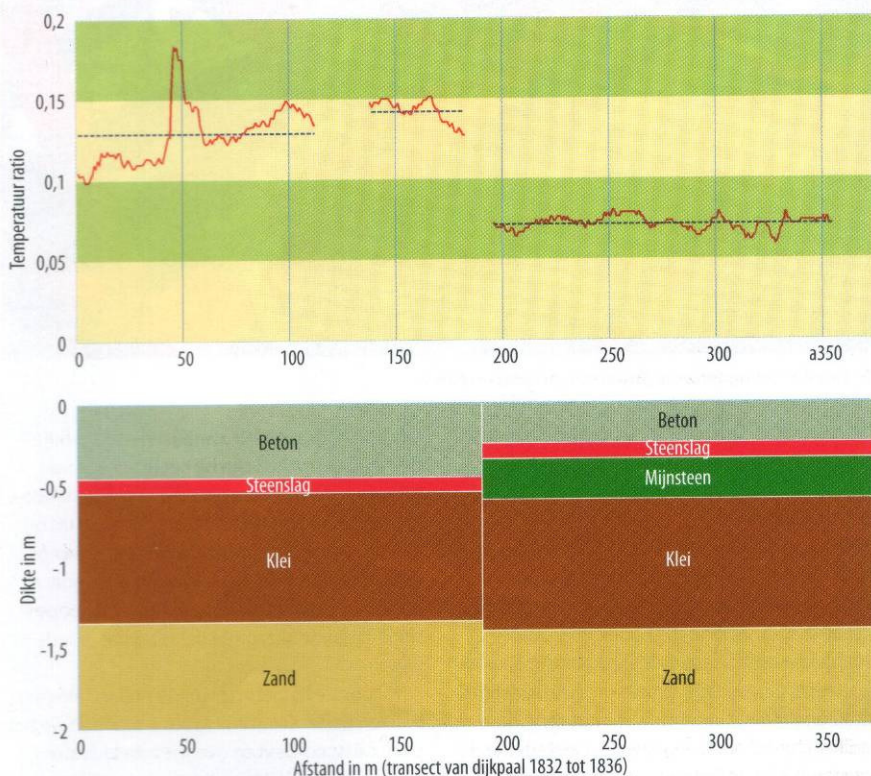
Holle ruimtes

Een deel van een dijk bij Ouwerkerk in Zeeland was gekozen om het instrument te testen voor zijn gevoeligheid voor holle ruimtes in de bekleding. Deze dijk is interessant vanwege de op-

bouw in de bovenste lagen. De opbouw bestaat uit een laag basaltblokken, die zijn ingegoten met gietasfalt. Onder deze laag bevindt zich geotextiel. Het is de bedoeling dat het gietasfalt alle lege ruimtes tussen de basaltblokken opvult, zodat er tot aan het geotextiel geen open ruimtes aanwezig zijn. Het interessante aan deze meetlocatie is dat er werd vermoed dat het gietasfalt een te hoge viscositeit had en dat er te weinig gietasfalt was gebruikt, zodat niet alle lege ruimtes waren opgevuld. De aanwezigheid van holle ruimtes betekent dat de dijk op deze plek verzwakt kan zijn. Over het algemeen bevinden de holle ruimtes zich binnen de eerste 0,5 meter onder het oppervlak. Voor deze locatie is een traject van 300 meter gelopen, waarbij over drie boorgaten is gemeten. Uit de analyse blijkt dat de radiometer al deze drie gaten perfect registreerde en ook nog vier locaties vond waar zich achteraf een holle ruimte bevond.

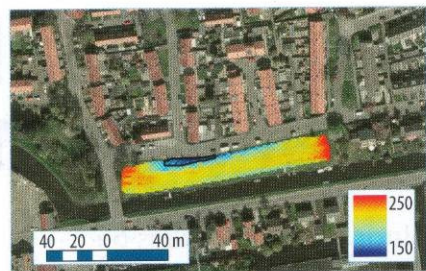
Dijkbekleding

Voor dijkbekleding worden verschillende materialen gebruikt. Deze materialen hebben allemaal



BEKLEDING

Detectie van verandering in de bekleding: meting bij Colijnsplaat.



KWEL

Detectie van kwel: meting (in Kelvin) over een kadedijk.

een andere diëlektrische constante en vaak ook verschillende vochtgehalten. Voor de beheerders is het van belang te weten om welke bekleding het gaat en hoe dik deze bekleding is. Dit is in praktijk helaas niet altijd even duidelijk en vaak zijn boringen de enige oplossing om te achterhalen wat de echte opeenvolging van de verschillende lagen is. Bij Colijnsplaat in Zeeland is de radiometer getest om na te gaan of de sensor gevoelig genoeg is om materiaalveranderingen in de ondergrond te detecteren. Het blijkt dat de radiometer in staat is om materiaalvariaties in de bovenste lagen te determineren, maar dat bodemvochtvariaties een sterkere nadruk hebben op het signaal dan materiaalvariaties.

Kwel

Veel dijken in Nederland zijn in meer of mindere mate lek en hebben vaak een natte zone waar het water uitstroomt. Over het algemeen is dit geen groot probleem, mits de kwel klein is en er geen sprake is van piping. Bij piping stroomt er water door een dijk, waarbij het gronddeeltjes meeneemt en de dijk verzwakt. Als piping niet op tijd wordt gestopt, kan dit leiden tot een verzakking en uiteindelijk een doorbraak. Het ruimtelijk monitoren van natte plekken op dijken kan ervoor zorgen dat piping eerder wordt gedetecteerd, zodat er op tijd maatregelen zijn te treffen.

Om dit verschijnsel te testen, is er met de L-band radiometer een dijk met een kwelzone ingemeten. Over een 120 meter lange dijk in het Zuid-Hollandse Roelofarendsveen zijn binnen één uur handmatig zes trajecten gelopen; de gegevens zijn daarna geïnterpoleerd om een dekkende kaart te maken met een resolutie van 1 meter. Uit deze analyse blijkt dat de radiometer zeer goed in staat is om de grootte van de verzadigde zone in kaart te brengen. Het laat duidelijk zien hoe snel en eenvoudig deze meting is uit te voeren, waardoor er nu mogelijkheden ontstaan om op een meer geavanceerde manier de Nederlandse dijken in de gaten te houden.

Richard de Jeu is werkzaam bij de Vrije Universiteit Amsterdam, Roland Haarbrink bij Miramap en Yvo Provoost bij Rijkswaterstaat Zeeland projectbureau Zeeweringen.