

## **Moderne technieken doen intrede in waterkeringbeheer**

**Beheer, onderhoud en inspectie van waterkringen gaan de komende jaren mogelijk sterk veranderen door de komst van remote-sensingtechnieken. De mogelijkheden van optische glasvezels, infrarood, laser, satelliet, (grond)radar e.d. lijken veelbelovend. Hoog tijd om te onderzoeken of ze werkelijk de antwoorden kunnen geven op vragen van waterkeringbeheerders. Dat gebeurde op de door Rijkswaterstaat en STOWA georganiseerde kennisdag Waterkeringbeheer, dinsdag 8 maart jl. in het Aviodrome in Lelystad.**

De aanbieders van remote-sensingtechnieken op de kennismarkt in het Aviodrome wisten het zeker. Binnen afzienbare tijd doen moderne high-techmethoden hun intrede bij het inmeten, monitoren en inspecteren van dijken en kaden. Want laten we eerlijk zijn. Visuele inspectie is anno 2004 niet meer van deze tijd. En hebben de recente calamiteiten bij Wilnis, Terbregge en Stein het ook niet bewezen?! STOWA-voorzitter Jacques Leenen gaf tegengas. Volgens hem zijn nieuwe methoden een welkome aanvulling op visuele inspectie, maar kunnen ze die nooit vervangen. Hij pleitte voor professionalisering, standaardisering en certificering van inspectiemethoden. Bij het zoeken naar bruikbare ondersteunende technieken is het volgens noodzakelijk dat er een brug wordt geslagen tussen het praktische waterbeheer en de ontwikkelaars en aanbieders van nieuwe techniek. De waterkeringbeheerder moet daartoe 'de noden voor goed beheer duidelijk articuleren'. Het bedrijfsleven moet de techniek ontwikkelen die de antwoorden kunnen leveren.

### **Niet eenvoudig**

Het goed formuleren van de vragen blijkt volgens onderzoeker Sander Bakkenist nog niet zo eenvoudig. Hij voerde in opdracht van Rijkswaterstaat een onderzoek uit naar de informatiebehoeften van waterkeringbeheerders. Vooral het nader specificeren van de vragen is lastig. Een voorbeeld: ieder waterkeringbeheerder wil weten wat de actuele coördinaten van een dijkprofiel zijn, en wat de hoogte van de stortberm, de grondsamenstelling en het soort bekleding is. Maar in welke orde-grootte, met welke nauwkeurigheid en hoe frequent? Dat laatste is behoorlijk lastig te bepalen, aldus Bakkenist. Maar het zijn wel de vragen die moeten worden beantwoord, om de aanbieders de gelegenheid te geven met een op maat gesneden techniek te komen.

### **Technieken**

Tijdens de dag waren er een groot aantal presentaties over diverse technieken. Een methode die in toenemende mate wordt toegepast is het inmeten van dijkprofielen met behulp van laser (laseraltimetrie). Het in kaart brengen gebeurt volgens een van de aanbieders zeer nauwkeurig en tegen lage kosten. Mogelijk doet glasvezel binnenkort zijn intrede als sensorinstrument in het waterkeringbeheer. Via het uitlezen van een lichtpuls in een glasvezelkabel, kunnen volgens de aanbieder snel en nauwkeurig zettingen en verzakkingen in ene dijklichaam constateren en ook het vochtgehalte monitoren.

Een veelbelovende toepassing lijkt thermisch infrarood, waarmee gemeten temperatuurverschillen indicatoren zijn voor allerlei processen die zich afspelen in het dijklichaam. Een andere methode daarvoor is de grondradar. Met behulp van het uitzenden en opvangen van elektromagnetische golven worden afwijkende patronen in de ondergrond zichtbaar, zoals verschillen in bodemsamenstelling. Grondradar geeft volgens de aanbieder ook een indicatie over de vochthuishouding en de scheurdichtheid van een dijklichaam. Een andere radartoepassing is SAR (synthetisch apertuur radar), waarmee opnamen van het aardoppervlak kunnen worden gemaakt. Door de combinatie van twee metingen op twee

verschillende tijdstippen kan nauwkeurig de tussentijds opgetreden deformaties worden bepaald.

### **Lastig**

Uit de presentaties kwam duidelijk naar voren dat er geen middel tegen alle kwalen is. Je zult altijd uitkomen op een combinatie van technieken. Bovendien kunnen weersomstandigheden en licht/donker verstoringen werken op de waarnemingen. Dat maakt het interpreteren van de verkregen informatie - toch al niet eenvoudig - extra lastig. En de interpretatie zullen de waterkeringbeheerders te allen tijde zelf moeten blijven doen.

Hoofdinspecteur-ingenieur Wijnand Broeders van de Dienst Weg- en Waterbouwkunde (RWS) gaf de aanbieders van nieuwe technieken nog wat huiswerk mee. De technieken moeten volgens hem aantoonbaar risico-reducerend moeten zijn. Ze moeten de grootste risico's kunnen opsporen, zodat waterkeringbeheerders kunnen ingrijpen voordat zich een calamiteit voordoet. De methoden moeten ook een duidelijke relatie kunnen leggen tussen het waargenomen gedrag en mogelijke bezwijkmechanismen. En de technieken moeten 'slim' zijn. Dat wil zeggen: maximale risico-reductie tegen minimale inspanning, zowel toepasbaar in het dagelijks beheer als bij calamiteiten.

De voorzitter van de Unie van Waterschappen Sybe Schaap stak de waterkeringbeheerders aan het eind van de dag een hart onder de riem. Nederland is na de recente calamiteiten niet ineens onveilig en het beheer was en is goed geregeld, benadrukte hij. Hij bepleitte het handhaven van visuele inspecties vanwege de broodnodige ervaringskennis die daarmee aanwezig blijft. Vul dit aan met nieuwe technieken, tref zonedig maatregelen en wees niet bang daar geld in te steken, voegde hij daaraan toe. En wees bestand tegen lieden die eerst jammeren dat je je werk niet goed doet, en vervolgens mopperen dat het te veel geld kost.

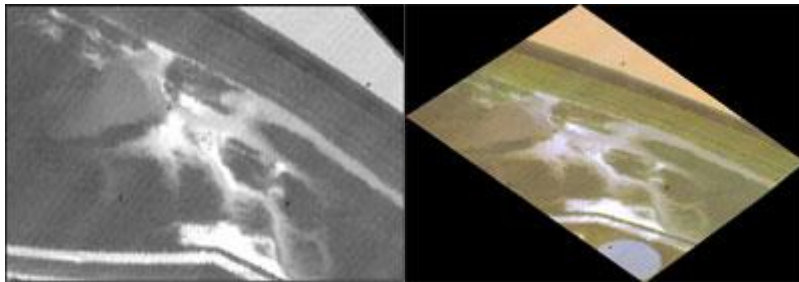
## Waterkeringen inspecteren met thermisch infrarood

Thermisch infraroodopnamen (TIR) zijn een nuttig hulpmiddel voor het inspecteren van dijken. Deze TIR-opnames worden door een satelliet of vanuit een vliegtuig gemaakt en kunnen uitdroging van veenkades of de aanwezigheid van kwelwater in waterkeringen bij hoogwatersituaties zichtbaar maken.

**Arcadis** heeft in samenwerking met WaterWatch de situatie van de kadedoorbraak bij Wilnis in 2003 geanalyseerd. Volgens drs. ing. Marcel Bastiaanssen van Arcadis is TIR zowel bruikbaar bij reguliere dijkcontroles als bij extreme situaties. TIR voegt waardevolle extra informatie toe aan de gangbare inspecties. Op de Stowa-studiedag over remote sensing-technieken heeft Bastiaanssen verslag gedaan van de bevindingen.

### Meting van temperatuurverschillen

Met behulp van thermisch infraroodopnamen (TIR) is het mogelijk om kwelwater in dijken op te sporen. Kwel aan de teen van een dijk is een goede indicator voor het mogelijk falen van de dijk. Dit gebeurt door meting van temperatuurverschillen: het kwelwater is in de winter relatief warm en in de zomer relatief koud. Het vaststellen van het relatief bodemvochtgehalte aan de hand van het verdampingstekort van de vegetatie, bijvoorbeeld om een verdroogde kade of dijk op te sporen, geschiedt via een afgeleide meting.



Links een TIR-opname van kwel in de Bommelerwaard in 1995, rechts is de opname gecombineerd met een luchtfoto. (foto's RWS)

### TIR aanvulling op reguliere inspectiemethode

Volgens drs. ing. Marcel Bastiaanssen van Arcadis is TIR is een goed hulpmiddel bij dijkinspecties en bij het verzamelen van extra informatie. Arcadis heeft hiermee al ervaring opgedaan tijdens de kadedoorbraak in Wilnis. TIR is inzetbaar in verschillende situaties (reguliere inspectie, preventieve inspectie of onder extreme omstandigheden) en geeft 'snel' en op grote schaal informatie. De informatie uit TIR-opnamen moet wel naast de reguliere inspecties en informatie worden toegepast. Het vervangt deze methoden immers niet, maar het voegt waardevolle extra informatie toe.

### Waarnemingen

Met TIR kunnen de volgende fenomenen van dijken en de directe omgeving worden waargenomen:

- hydrologische afwijkingen
- relatief warm of koud kwelwater
- holten onder steenzettingen
- in theorie scheuren

### Interpretatie

Een TIR-opname geeft bijzonder veel informatie. Om de informatie goed te kunnen interpreteren kan gebruik worden gemaakt van:

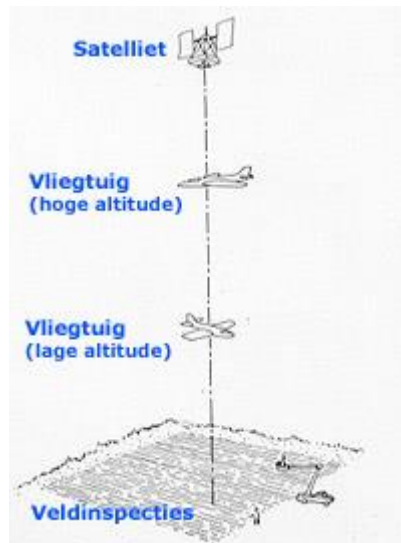
- referentiebeelden
- combinatie met andere waarnemingen en informatie (Legger, Register, risicogebieden, visuele inspecties, etc.)



**Adverteren?**



- aanvullende waarnemingen en/of onderzoek
- werkwijze van grof naar fijn



*Inspecties: van grof naar fijn.*

### **Van grof naar fijn**

De werkwijze 'van grof naar fijn' maakt efficiëntere dijkinspectie mogelijk. Een waterschap maakt een onderverdeling in zijn gebied op basis van de aandachtsgebiedenkaart en risicokaart. Met behulp van TIR opnamen, die met een satelliet en vanuit een vliegtuig worden gemaakt, kun je vervolgens verder 'inzoomen' op deze onderverdeling. Arcadis (KLM-Aerocarto) beschikt over een vliegtuig waarmee gelijktijdig TIR opnamen en luchtfoto's gemaakt kunnen worden. Het voordeel van deze aanpak is een gericht inzetten van veldinspecties.

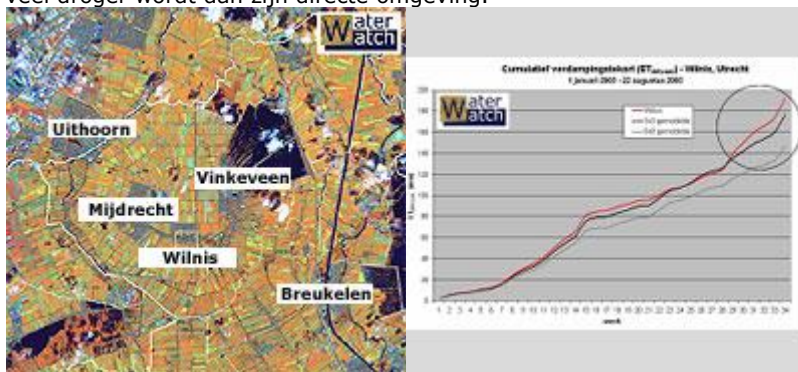
### **Voorbeelden van de inzet van TIR voor verschillende situaties**

- reguliere inspectie
- preventieve inspecties voor extreme omstandigheden
- inspecties tijdens extreme omstandigheden (droog/nat)

TIR levert bij reguliere inspecties extra informatie over de bodemvochttoestand. Dit kan leiden tot een aanvullende bodemonderzoeksprogramma.

### **Preventief: voorbeeld van Wilnis**

De extreme droogte was één van de oorzaken van de dijkdoorbraak bij Wilnis in augustus 2003. Vanuit satellietopnamen is het verdampingstekort waar te nemen. Dit zegt iets over de vochttoestand in de bodem. In de onderstaande grafiek zijn de cumulatieve verdampingstekorten weergegeven. De grafiek geeft met name een duidelijk beeld over het feit dat de "pixel" bij Wilnis vanaf week 29 veel droger wordt dan zijn directe omgeving.



*Links een satellietopname van de omgeving van Wilnis, rechts een grafische weergave van het cumulatieve verdampingstekort rondom Wilnis in de eerste helft van 2003.*

stowa

Nederlands  
WATER MUSEUM

LUBRON  
WATERTECHNOLOGIES

ITT Industries  
Engineering for life

ARCADIS

KWA  
bedrijfsadviseurs

PAO

Het zakelijk trefpunt  
voor water denken en doen

AKZO NOBEL

NUON

ProMinent

NORIT

Een voorlopige conclusie is dat de doorbraak in Wilnis vanaf 5 weken voor de calamiteit al is te relateren aan een sterk oplopend verdampingstekort. Opvallend is met name de toenemende afwijking ten opzichte van de omgeving.

#### **Voordelen**

Het gebruik van TIR-technologie bij controles van dijken heeft een aantal belangrijke voordelen:

- gericht kunnen inzetten van visuele inspecties
- informatie verkrijgen over de vochttoestand van de bodem
- mogelijkheid om via satellietbeelden terug te kijken in de tijd tot maximaal 7 jaar
- op grote schaal informatie inwinnen.

Er kleven ook nadelen aan het systeem. Zo is TIR voor de toepassing bij dijken nog geen 'bewezen techniek'. De satellietbeeldanalyse is dat overigens wel. Ook kan de dataverwerking een knelpunt zijn, omdat er heel veel informatie wordt verzameld.

#### **Complementair**

De toepassing van TIR voor de inspectie, het beheer en het onderhoud van kaden en dijken is momenteel volop in ontwikkeling. TIR blijkt zeker bruikbaar voor het opsporen van droge veenkaden en voor het opsporen van kwelwater in waterkeringen. De methoden zullen de huidige inspectiemethoden niet kunnen vervangen. Wel zijn ze complementair daaraan van grote waarde omdat veel gericht visuele inspectie kunnen plaatsvinden.

#### **Meer informatie**

U kunt meer informatie over het gebruik van TIR bij de inspectie van waterkeringen inwinnen bij: Arcadis BV

drs. ing. M.A. Bastiaanssen

Het Rietveld 59a

Postbus 673

7300 AR Apeldoorn

telefoon: (06) 27 06 08 48

e-mail: [m.a.bastiaanssen@arcadis.nl](mailto:m.a.bastiaanssen@arcadis.nl)

Meer over Arcadis leest u op de website: [www.arcadis.nl/water](http://www.arcadis.nl/water)



Infrastructuur, gebouwen, milieu, communications



Lees ook het WaterForum Online nieuwsbericht van 11 maart naar aanleiding van de STOWA-kennisdag over 'remote sensing':

- [Dijkbeheerders snuffelen voorzichtig aan nieuwe technieken inspecties](#)

(WaterForum Online, 11 maart 2004)









VROM





## Dijkbeheerders snuffelen voorzichtig aan nieuwe technieken inspecties



Deelnemers aan de kennisdag puzzelen aan de 'case' in de hoop een gratis rondvlucht te winnen.

Tijdens de STOWA-kennisdag waterkeringbeheer en inspectietechnieken', die op 9 maart in het Aviodrome in Lelystad is gehouden, konden dijkbeheerders kennismaken met 32 bedrijven, die inspectiediensten aanbieden die (ook) voor dijken toepasbaar zijn. Op de drukbezochte kennisdag bleek dat waterbeheerders nog niet zo'n heel duidelijk beeld hebben van wat ze precies willen weten. Door de dijkbreuken bij Wilnis en Stein zijn ze onzeker geworden over de toereikendheid van de visuele inspectie. Welke gegevens ze precies nodig hebben om die onzekerheid weg te nemen, weten ze eigenlijk nog niet precies. De aanbieders van de nieuwe inspectietechnieken staan te popelen om aan de slag te gaan. Ingenieursbureaus als Witteveen+Bos en Haskoning bieden zelfs aan om de hele dijkinspecties over te nemen.

### Oorzaken van dijkverzwakkingen

Infram presenteerde op de STOWA-kennisdag een onderzoek dat in opdracht van Rijkswaterstaat is gehouden onder waterkeringbeheerders naar de vraag welke aanvullende gegevens zij nodig hebben voor een verantwoord dijkbeheer. Volgens Wouter Zomer van Infram blijkt dat zij daar alleen een algemeen beeld hebben. Bij doorvragen komen de beheerders slechts tot 'moeizame specificaties'. De nieuwigheid van de materie in combinatie met de onzekerheid over welke kennis er precies nodig is om valide uitspraken te kunnen doen over de staat waarin een dijk verkeert, is daar debet aan.

### Gigantische hoeveelheid nieuwe gegevens

De nieuwe 'high-tech' inspectiemethoden generen gigantische hoeveelheden extra informatie. Dat maant tot terughoudendheid, zeker in het licht van de onzekerheid bij de dijkbeheerders wat ze precies willen weten. Zo stelde Sybe Schaap, voorzitter van de Unie van Waterschappen en dijkgraaf van Groot Salland, dat de extra kennis over dijken in relatie zou moeten staan tot de oorzaken van dijkverzwakkingen. "De mechanieken die leiden tot bezwijken van



GRATIS  
E-mail  
nieuwservice

Adverteren?



ProMinent



dijken moeten de leidraad zijn voor nieuwe inspectiemethoden", zo hield de unie-voorzitter de aanwezigen voor. "En die moeten tot een aantoonbaar risicoreductie leiden."

### Duidelijkheid over normering en toetsing

Naast Schaap haalde ook Jacques Leenen van STOWA het uitblijven van regelgeving voor secundaire waterkeringen aan. Geen van de provincies, het bevoegd gezag in deze, is tot nu toe met regelgeving gekomen en Leenen sprak zijn teleurstelling uit over het feit dat slechts twee provincies vertegenwoordigers naar deze dag stuurden. "Het onderwerp staat blijkbaar niet hoog op de agenda van de bestuurders. Pas als er regelgeving is kan de noodzakelijke standaardisatie en certificatie goed van de grond komen", aldus Leenen.

### Waardering voor insprongen op actualiteit

De waterschappen worden op dit moment overspoeld met informatie over aanvullende inspectiemethoden en de actualiteit van het onderwerp jaagt dijkbeheerders op om snel een of meerdere technieken te kiezen. Maar daarvoor is kennis nodig, niet alleen over de merites en betrouwbaarheid van beschikbare technieken, maar ook over wat er precies aan gegevens nodig is. Schaap waarschuwde de dijkbeheerders voor de waan van de dag: "De toestand van waterkeringen kan natuurlijk altijd beter, maar incidenten moeten niet te veel worden uitvergroot. Nederland is niet onveilig en bovendien hebben we het hier over secundaire dijken die heel andere belangen dienen dan primaire dijken. Een dijkbreuk in een secundaire dijk leidt meestal alleen tot schade en dat moet natuurlijk in de overwegingen en investeringen worden meegenomen".

Kilk - **hier** - door naar het nieuwsbericht over de 'remote sensing' technieken die op de STOWA-kennisdag zijn gepresenteerd.

Meer informatie: STOWA, Utrecht (030) 232 11 99 en [www.stowa.nl](http://www.stowa.nl)

Nadere productinformatie:



[Meer nieuws over integraal waterbeheer >>](#)

[Het overige nieuws van deze week, klik hier >>](#)

(WaterForum Online, 11 maart 2004)











VROM



## Ingenieursbureaus bieden compleet pakket voor dijkbewaking aan



Baas R&D toonde op de STOWA-kennisdag de fijngevoelige glasvezelkabel waarmee grondvervormingen kunnen worden opgemerkt.

De dijken bij Wilnis en Stein waren beiden kort te voren nog geïnspecteerd door een dijkschouw. Aan de buitenkant van de dijken was toen nog niets te zien, terwijl onder en in het lichaam het naderende onheil zich al manifesteerde. Na de twee dijkincidenten van vorig jaar hebben dijkbeheerders meer interesse gekregen voor moderne technieken waarmee metingen in het dijklichaam kunnen worden verricht. Stowa organiseerde op 9 maart een kennisdag waar leveranciers van dergelijke technieken een presentatie konden houden. Opvallend was dat ingenieursbureaus Witteveen+Bos en Royal Haskoning de aanwezige dijkbeheerders aanboden het hele inspectiewerk over te nemen. De gepresenteerde technieken waren 'rijp en groen' en kunnen permanent of per keer worden ingezet.

### Signalen interpreteren

Gerard Kruse van GeoDelft hield op de STOWA-kennisdag een presentatie over de vraag in welke context waarnemingen moeten worden geplaatst. Met andere woorden: hoe worden signalen als verzakking, erosie, vervorming en uittreden van grond of water geïnterpreteerd en welke processen in de ondergrond moet je doorzien om een oordeel te kunnen geven over eventuele veranderingen. Dijkbeheerders weten meestal alleen globaal wanneer het moment is aangebroken om in te grijpen, maar het precieze moment kent men niet. Hij benadrukte het belang van het herkennen van patronen bij vervormingen over langere tijd.

### Gevoelige glasvezelkabels

De dag bood een scala aan technieken voor het monitoren van dijken. Er zijn twee technieken voor permanente monitoring: de glasvezelsensor en het Spiderweb. Glasvezelkabels kunnen vervormingen registreren en worden daardoor momenteel vooral



Adverteren?



gebruikt rond kwetsbare grondkabels. Bij Gemeentewerken Rotterdam loopt nu een proef om met glasvezel te monitoren of een kademuur vervormt, maar aanbieder Baas R&D ziet daarnaast nog meer grootschalige toepassingsmogelijkheden. Glasvezelkabels worden dan in de lengterichting op geringe diepte aangebracht en geven een signaal als er vervorming optreedt. Nadeel van deze techniek is dat er sleuven gegraven moeten worden en daar lopen dijkbeheerders niet warm voor, zeker niet als er in de lengterichting moet worden gegraven.

### Gevoelige grondsensoren

Met Spiderweb is dit bezwaar te ondervangen. Deze Israëlische vinding, die in Nederland door Awenyddion in Emmen op de markt wordt gebracht, werkt met sensoren die tot 30 meter diep zeer geringe veranderingen kunnen meten. Plaatsen en kalibreren kost 20 minuten per sensor en er hoeft slechts eens in de drie jaar onderhoud te worden gepleegd. Overigens geldt Spiderweb nog als een niet bewezen technologie. Zowel met glasvezel als met deze sensoren zijn veranderingen in vochtigheid te meten.

### Radarsystemen in de lucht en op de grond

Voor het meten van vervormingen van dijken van buitenaf zijn er diverse inspectiemethoden. Onder andere Arcadis biedt **een grond- of georadar** aan waarmee de bodemsamenstelling kan worden vastgesteld. Deze radar geeft ook indicaties voor grondwater, voor scheuren of ondergrondse objecten. Met radarwaarnemingen vanuit vliegtuigen is het scannen van een groot gebied in korte tijd mogelijk. Dat maakt deze techniek ook geschikt voor situaties waarin calamiteiten dreigen. Diverse aanbieders van radarmetingen, thermisch infraroodmetingen en kleurinfraroodmetingen waren vertegenwoordigd op de informatiemarkt.

### Lasermetingen en oppervlaktegolven

Oranjewoud, dat samenwerking heeft gezocht met QinetiQ Survey, het onderzoeksinstituut gelieerd aan Defensie in Groot-Brittannië, biedt lasermetingen aan. Voordeel hiervan is een hoge resolutie en nauwkeurigheid, terwijl de helikopter niet lager dan 150 meter hoeft te vliegen. Bij radarmetingen vliegt men op 75 meter hoogte en dat is in bebouwd gebied hinderlijk.

Om meer kennis over de ondergrond te genereren ontwikkelde TNO-NITG Consolitest, een methode die gebruik maakt van zogenaamde oppervlaktegolven. Vanaf het oppervlak wordt met een flinke hamer op de grond geslagen. Meetapparatuur registreert de weerkaatsing en die is te vertalen naar geologische structuren en geomechanische eigenschappen. Consolitest kan bodems tot een diepte van 30 meter zeer nauwkeurig in kaart brengen, maar daarvoor is wel de tussenkomst van een geoloog nodig. De kleurkaarten die deze techniek oplevert, moeten door een terzakekundige geoloog worden geïnterpreteerd.

### Datahousse is gat in de markt

Veel van de inspectietechnieken hebben gemeen dat zij een stortvloed aan informatie opleveren en dat het veel tijd vergt om die gegevens te interpreteren. Twee ingenieursbureaus spelen op deze problematiek in door de waterschappen dit werk uit handen te nemen. Witteveen + Bos en Royal Haskoning stellen een meetconcept op, vragen offertes aan voor inspecties, en laten de inspecties uitvoeren inclusief de





interpretatie van de verkregen data. Wie wil, krijgt alleen een seintje als er ergens iets mis is. Royal Haskoning is onlangs met deze service gestart, Witteveen + Bos heeft er al ervaring mee. Zij monitoren onder meer de aanleg van de Noord-Zuid metrolijn in Amsterdam. Daar is van het hele traject de nulsituatie vastgesteld en wordt nu in de gaten gehouden of werkzaamheden tot deformaties leiden.

Klik - [hier](#) - door naar het nieuwsbericht over reactie van de dijkbeheerders op het grote aanbod van 'remote sensing' technieken op de STOWA-kennisdag.

Meer informatie: STOWA, Utrecht (030) 232 11 99 en [www.stowa.nl](http://www.stowa.nl)

Nadere productinformatie:



[Meer nieuws over integraal waterbeheer >>](#)

[Het overige nieuws van deze week, klik hier >>](#)

(WaterForum Online, 11 maart 2004)









VROM

