



Dimmie Hendriks, Deltares  
 Marijn Kuijper, Deltares  
 Wiebe Borren, Deltares  
 Rob van Dongen, Waterschap Regge en Dinkel

# Integrale en innovatieve optimalisatie van het grondwatermeetnet

Meetnetten van het freatische grondwater komen vaak ad hoc tot stand, als een verzameling van (voormalige) projectmeetnetten. Hierdoor sluiten de meetpunten veelal niet goed aan bij alle meetdoelen van het waterschap. Om de monitoring van het freatische grondwater effectiever te maken voerde Waterschap Regge en Dinkel samen met Deltares een optimalisatie van het meetnet uit. Hierbij is optimaal gebruik gemaakt van alle beschikbare gegevens en technieken, zowel de bestaande gebiedskennis en meetgegevens als het grondwatermodel en een meervoudige tijdreeksanalyse van het bestaande meetnet. Nog niet eerder zijn deze technieken gecombineerd. Op basis van deze integrale optimalisatie werden gaten in het bestaande meetnet en zoekgebieden voor aanvullende meetpunten aangegeven, evenals overtollige meetlocaties<sup>1)</sup>. De combinatie leidt niet alleen tot beter onderbouwde meetlocaties maar op langere termijn ook tot een aanzienlijke kostenbesparing.

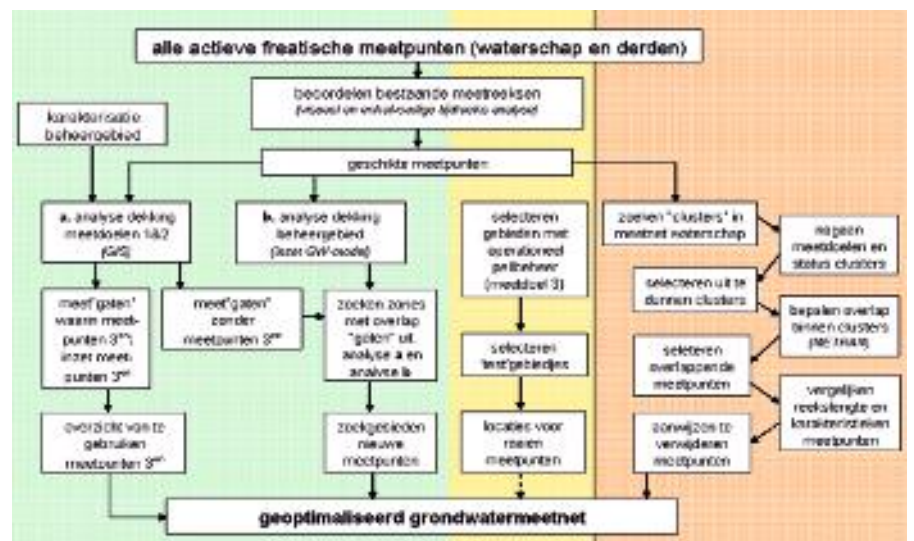
De laatste jaren is het freatische grondwatermeetnet van Waterschap Regge en Dinkel behoorlijk gegroeid. Het meetnet bestaat echter grotendeels uit een verzameling (voormalige) projectmeetnetten. Hierdoor ontbreekt het gebiedsdekkende beeld en is het grondwatermeetnet niet voldoende afgestemd op de geohydrologische variatie en de specifieke meetdoelen in het beheergebied. Waterschap Regge en Dinkel en Deltares hebben daarom een meetnet-optimalisatie uitgevoerd, zodat de monitoring van het freatische grondwater het waterbeheer in de toekomst effectiever en efficiënter kan ondersteunen. Hierbij stonden drie meetdoelen centraal: het verkrijgen van een gebiedsdekkend inzicht van het freatische grondwater, inzicht in de effecten van het gevoerde beheer en beleid én de inzet van grondwatermetingen als sturingsparameter bij operationeel peilbeheer.

Om te komen tot een goed advies voor een optimaal freatisch grondwatermeetnet is een aantal stappen doorlopen (zie afbeelding 1). Na het verzamelen en beoordelen van de beschikbare gegevens van de bestaande meetlocaties zijn allereerst de gaten in

het huidige meetnet van het waterschap opgespoord. Hiervoor is een ruimtelijke verkenning uitgevoerd van de meetdoelen en de mate waarin deze afgedekt zijn met meetpunten. Er bleken clusters van

meetpunten voor te komen die uitgedund zouden kunnen worden. Om te achterhalen welke meetpunten kunnen vervallen, is gebruik gemaakt van meervoudige tijdreeksanalyse. De inzet van het grondwatermodel

Afb. 1: Schematisch overzicht van de in deze studie gevolgde werkwijze. De technieken die gebruikt zijn bij bepaalde onderdelen van de analyses zijn aangegeven tussen haakjes.



en meervoudige tijdreeksanalyse zijn innovatieve onderdelen bij het optimaliseren van het grondwatermeetnet.

### Inzet grondwatermodel

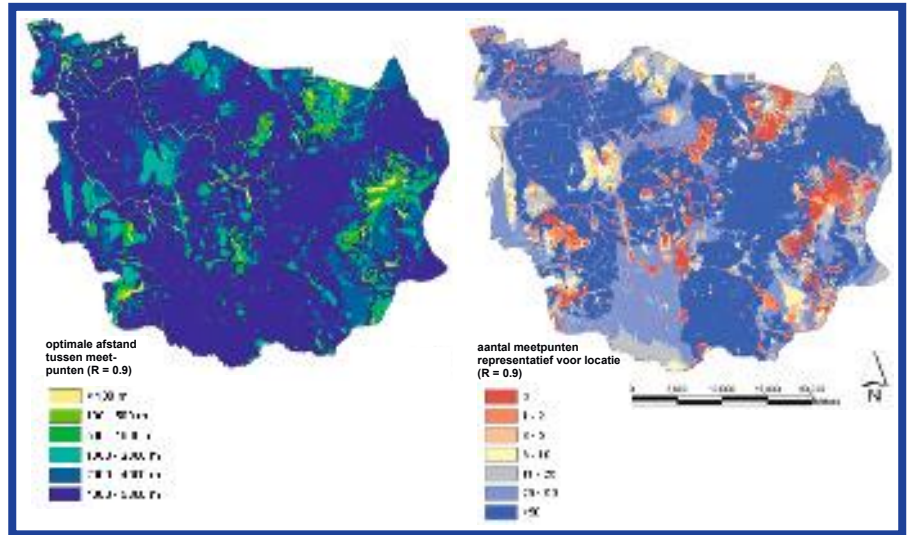
In het ruimtelijke en dynamische grondwatermodel van het waterschap is de voor grondwaterstroming meest relevante informatie met betrekking tot ondergrond, maaiveldfuncties, drainagemiddelen en huidige beheer- en beleidmaatregelen verwerkt<sup>2)</sup>. Anders dan met kennis van deskundigen (die op zichzelf ook zeer waardevol is) kan met het model het effect van al deze informatie (en de interactie daartussen) op de geohydrologie en grondwaterstroming op systematische en objectieve\* wijze in beeld gebracht worden. De analyse met inzet van het grondwatermodel wordt gebruikt om de ruimtelijke samenhang van de grondwaterstandfluctuaties te kwantificeren. Met deze methode wordt inzichtelijk gemaakt in hoeverre locaties binnen het beheergebied van Regge en Dinkel een vergelijkbaar geohydrologisch gedrag vertonen. Op basis hiervan kan men onderscheid maken tussen heterogene en homogene gebieden voor wat betreft fluctuaties in de grondwaterstand, waaruit het waterschap vervolgens de optimale meetnetdichtheid van een gebied kan afleiden.

Uit meerjarige resultaten van een niet-stationair grondwatermodel wordt voor elke modelcel een correlatie-afstand-relatie afgeleid. Dat wil zeggen: de correlatie met andere modelcellen op toenemende afstand; deze correlatie neemt meestal geleidelijk af. Wanneer men vervolgens bepaalt welke correlatie minimaal noodzakelijk wordt geacht voor het meetnet, kan de bijbehorende afstand afgelezen worden. Dit levert een kaart op met per modelcel de gewenste maximale afstand waarbinnen een meetpunt zou moeten liggen om de grondwaterfluctuaties van die locatie te vatten (zie afbeelding 2). Deze kaart geeft een goede indicatie van de gewenste meetnetdichtheid en laat ook zien hoe homogeen of heterogeen een gebied is. De kaart kan ook worden gebruikt om aan te geven waar 'gaten' zitten in het bestaande meetnet. Voor elke modelcel wordt daarbij bepaald hoeveel bestaande meetpunten zich bevinden binnen de berekende afstand. Als dit aantal 0 is, is sprake van een 'gat' in het meetnet.

### Inzet meervoudige tijdreeksanalyse

De meervoudige tijdreeksmodellering gaat uit van een simultane modellering van tijdreeksen, waarbij deze worden gesplitst in twee componenten. De eerste beschrijft het deel van de reeks dat overlapt met een naburige reeks, de tweede het deel dat uniek (locatiespecifiek) is. Hoe groter deze unieke component, des te hoger is de informatieve waarde van een meetpunt.

In deze studie is de METRAN-techniek gebruikt<sup>3)</sup>. De METRAN-analyse is twee maal uitgevoerd, met een toenemende zoekstraal om de meetpunten: 0-100 meter en 0-500 meter (zie afbeelding 3). Gekeken wordt hoeveel andere meetpunten zich binnen



Afb. 2: Ruimtelijk beeld van de resultaten van de inzet van het grondwatermodel. Links de optimale afstand tussen meetpunten. Rechts het aantal bestaande meetpunten. Beide resultaten corresponderen met een correlatie tussen de grondwaterstandfluctuaties (R) van 0.9.

de betreffende straal om een meetpunt bevinden. Vervolgens wordt bepaald wat de overlap is met de meetreeksen binnen deze straal; deze overlap wordt aangeduid met een correlatiecoëfficiënt (R). Als meetpunten binnen een cluster veel overlap hebben (een hoge R), betekent dit dat de meetpunten dezelfde grondwaterstandfluctuaties registreren. Het is dan mogelijk om één of meerdere meetpunten van het cluster te laten vervallen. Met een tijdreeksmodel is het mogelijk de grondwaterstandfluctuaties van het vervallen meetpunt te reconstrueren aan de hand van de overgebleven meetpunten.

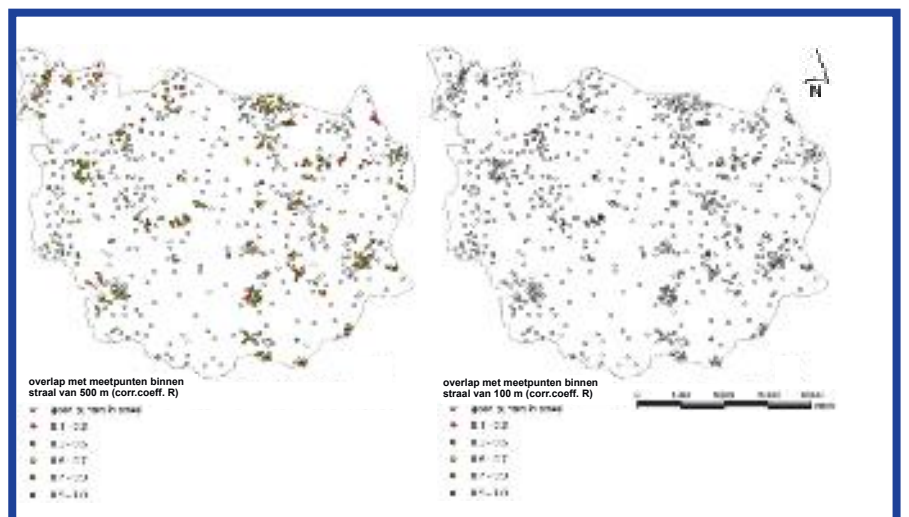
### Vergelijking methoden

In deze optimalisatie zijn de methoden met het grondwatermodel en de meervoudige tijdreeksanalyse geïntegreerd. Met beide methoden worden de fluctuaties van het freatische grondwater geanalyseerd. Zowel de analyse met inzet van het grondwatermodel als de meervoudige tijdreeksanalyse hebben specifieke uitgangspunten en benaderingen die ervoor zorgen dat de resultaten onderling verschillen. Het is van

belang om de voordelen en beperkingen van de technieken mee te wegen bij het analyseren van de resultaten. De belangrijkste verschillen tussen de methoden zijn te herleiden naar de basis van de methoden. De analyse met inzet van het grondwatermodel begint bij de hydrogeologische kennis van het grondwatersysteem. Vervolgens wordt gekeken naar de variabiliteit van het systeem (ruimtelijk verschil in grondwaterstandfluctuaties) het grootste is op basis van deze kennis. Een nadeel van deze methode is dat kennis die ontbreekt in het model, ook niet kan worden meegenomen in de meetnetoptimalisatie. Anderzijds zorgt het grondwatermodel er juist wel voor dat de geohydrologische ruimtelijke samenhang van het gebied wordt meegenomen; het model biedt in wezen de mogelijkheid tot een zeer geavanceerde ruimtelijke interpolatie.

De tijdreeksanalyses beginnen niet vanaf een bepaalde kennisbasis. De dynamiek van het systeem die tot uiting komt in de metingen, levert hier de systeemkennis. Door de overlap tussen tijdreeksen te bepalen,

Afb. 3: Ruimtelijk beeld van de resultaten van de METRAN-analyse voor een zoekstraal van 500 meter per meetlocatie (links) en een zoekstraal van 100 meter per meetlocatie (rechts). De cirkels geven de bestaande meetlocaties in het beheergebied van Waterschap Regge en Dinkel aan. Groene kleuren duiden op een sterke overlap tussen de meetlocaties, rode kleuren op een zwakke overlap.



kennen we aan meetfilters meer of minder waarde toe: hoe meer overlap, des te lager de waarde die wordt toegekend aan het punt.

De grootste verschillen tussen de twee methoden zitten in het detailniveau. Hierdoor kan een verschil optreden in het beeld dat de technieken geven van de ruimtelijke variatie van het hydrologisch systeem<sup>4)</sup>. De analyse met inzet van het grondwatermodel is gericht op de regionale modelschaal. In het geval van Waterschap Regge en Dinkel is een modelcel van 25 x 25 meter het laagste detailniveau. Bij de tijdreeksanalyses wordt iedere meetlocatie apart beoordeeld, waardoor een lokaal detail behouden blijft. Ook een lokaal 'ongewenst' detail, bijvoorbeeld een meetfilter vlak naast een waterloop of meetfouten, kunnen dan - onterecht - als waardevol worden beschouwd.

Het inzetten van de METRAN-methode heeft als mogelijk nadeel dat de kwaliteit sterk afhankelijk is van de dichtheid en kwaliteit van het bestaande meetnet.

### Advies en conclusies

Uit de meetnetoptimalisatie van Deltares en Waterschap Regge en Dinkel blijkt dat 100 van de 563 meetpunten van het waterschap kunnen vervallen (20 procent). Om meetgaten in het huidige meetnet van het freatische grondwater op te vullen, wordt geadviseerd om 91 nieuwe meetpunten te installeren. Daarnaast wordt aangeraden om 111 meetpunten van derden op te nemen, die meetdoelen dekken die het bestaande freatische grondwatermeetnet van het waterschap niet of onvoldoende dekt.

Voor de optimalisatie van het grondwatermeetnet hoeft het meetnet van Waterschap Regge en Dinkel niet te worden uitgebreid, terwijl de representativiteit van het freatisch grondwatermeetnet sterk toeneemt. Wel dienen zo'n 100 meetpunten op een andere locatie te worden geïnstalleerd. Daarnaast dient contact gelegd te worden met andere organisaties die meetpunten in het freatisch grondwater beheren, ten behoeve van dataoverdracht.

### LITERATUUR

- 1) Hendriks D., P. de Louw en W. Borren (2010). Optimalisatie freatisch grondwatermeetnet beheergebied Waterschap Regge en Dinkel. Deltares. Rapport 1202310-000-BGS-0002.
- 2) Minnema . en J. Snepvangers (2004). Grondwatermodel en IR-database ter ondersteuning van waterbeheer in Twente. Waterschap Regge en Dinkel. TNO-rapport NITG 04-020-B.
- 3) Berendrecht W. (2004). State space modelling of groundware fluctuations. Proefschrift Technische Universiteit Delft.
- 4) Snepvangers J., W. Berendrecht, J. Valstar en M. Kuijper (2005). Meetnetoptimalisatie pompstations Vitens Overijssel. TNO-rapport NITG 05-113-B.

### NOTEN

- \* Met objectief bedoelen we hier dat dit onafhankelijk is van de 'toevallige' kennis en inzichten van de persoon (expert) die de analyse uitvoert. Ook bij 'expert judgement' kan kennis zo objectief mogelijk ingezet worden, maar is de kennis zelf persoonsafhankelijk.

advertentie

# Altijd precies weten wat er in 't water zit!



Bezoek onze website: [www.bestinstruments.nl](http://www.bestinstruments.nl)  
 E: [info@bestinstruments.nl](mailto:info@bestinstruments.nl)  
 T: +31 (0)594-513373 • vanuit België: 0800-40884  
 Industriepark 5<sup>e</sup>, 9351 PA Leek, Nederland

Exclusief leverancier van on-line analyse apparatuur van

