

BTO-onderzoek in 2009

De combinatie van nieuwe kennis en praktische ervaring creëert de beste mogelijkheden voor nieuwe ontwikkelingen en vooruitgang. Daarom is *co-makership* een belangrijk aspect van het BTO, het collectieve onderzoeksprogramma van de waterbedrijven. Momenteel werken op 91 locaties deskundigen van waterbedrijven en van KWR Watercycle Research Institute samen aan uiteenlopende pilotprojecten om ontwikkelde kennis aan te scherpen tot praktische toepassingen. Enkele waterbedrijf-KWR-duo's brachten hun *co-makership*-project over het voetlicht tijdens de jaarlijkse BTO-onderzoeksbijeenkomst op 18 november en gaven de ruim 80 toeschouwers een beeld van het samenspel tussen praktijk en theorie, vaak de sleutel voor succes.

Wouter van Delft (Vitens) en Bram van der Gaag (KWR) bespraken de ontwikkeling van het multisensorplatform. Bij de start in 2005 bestond een grote behoefte aan een onderlinge vergelijking van nieuwe watermonitoringstechnieken, aan harmonisatie en validatie. Daarom begonnen de drinkwaterbedrijven binnen BTO met partijen uit Israël en de Verenigde Staten Safewat: een project dat zich richt op de ontwikkeling van een multisensorplatform, dat in het veld te gebruiken is om diverse soorten sensoren voor chemische of biologische vervuilingen te combineren om snel betere beslissingen te nemen en om sensoren te vergelijken. Binnen Safewat is een sensor in ontwikkeling die verschillen in brekingsindex meet

tussen twee waterstromen. Eén helft van een te testen waterstroom wordt langs een oppervlak met een reactieve coating geleid. Specifieke moleculen binden zich (tijdelijk) aan die coating, waardoor een direct meetbaar verschil in brekingsindex ontstaat tussen de stromen. Momenteel worden voor dit type sensor verschillende, liefst herbruikbare, coatings ontwikkeld. Tegelijk is een mobiele monitoringsinstallatie gebouwd, waarin verschillende soorten sensoren tegelijk kunnen worden gekoppeld aan dataverwerking. Volgend jaar wordt de installatie in de praktijk ingezet voor evaluatie van uiteenlopende typen (nieuwe) sensoren en van de toepasbaarheid van (multi)sensortechnologie voor de drinkwa-

terpraktijk. Dit gebeurt in samenwerking met de duinwaterbedrijven, het Technologisch Topinstituut Watertechnologie en Sensor Universe en met diverse Europese organisaties binnen TECHNEAU.

Horizontaal gestuurd geboorde winputten

Horizontaal gestuurd boren combineren met geperforeerde horizontale leidingen levert horizontaal gestuurd geboorde waterwinputten op, meestal aangeduid met HDDW (horizontal directional drilled wells). HDDW vergt minder ruimte bovengronds en minder infrastructuur en maakt onttrekking uit één dun watervoerend pakket mogelijk. Dit voorkomt problemen door menging van

Nieuwe techniek voor onttrekken en infiltreren van grondwater

Eind november begon met geld uit de subsidiepot InnoWater een praktijkproef met een geheel nieuwe techniek om grondwater te onttrekken en/of te infiltreren. Het betreft een schachtloze pompput met een horizontaal filter: het merendeel van de huidige pompputten is juist met verticale putfilters uitgerust. Bestaande en nieuwe technologie is samengebracht in een innovatief ontwerp voor een horizontaal gestuurd geboorde waterput of HDDW, waarmee nu een finale test wordt gedaan. Slaagt deze test, dan zal deze nieuwe winningstechniek komend jaar op één of meer plaatsen in de praktijk worden toegepast. Brabant Water heeft voor de winning Macharen (nabij Oss) al concrete plannen. Vitens en Waternet overwegen deze techniek binnen afzienbare termijn te gaan inzetten.

De HDDW (Horizontal Directional Drilled Well) of horizontaal gestuurd geboorde waterput combineert de bekende HDD-boringen en waterwinputten. Bij de conventionele HDD-boring wordt een horizontale, dichte leiding aangelegd voor het transporteren van vloeistoffen of gasen.

Bij de HDDW is een groot deel van de leiding geperforeerd, zodat grondwater kan worden onttrokken. Deze techniek heeft diverse voordelen: minder ruimtebeslag aan het maaiveld (één HDDW kan zes tot tien verticale putten vervangen), gerichte onttrekking uit dunne watervoerende lagen of direct langs of onder waterlopen (oeverinfiltratie), minder infrastructuur (leidingen, meet- en regeltechniek, beveiliging) en mogelijk een verbeterde kwaliteit van het onttrokken grondwater (minder verzilting, meer gelijkmatige kwaliteit).

Toepassingsmogelijkheden zijn er overal waar grondwater moet worden onttrokken of geïnfilteerd, van onttrekking voor drinkwaterbereiding en energieopslag (koude-warmteopslag) tot milieutechniek (bodemsanering) en (stedelijk) grondwaterbeheer. Een breed samengesteld consortium heeft in de afgelopen jaren uitgebreide laboratorium- en praktijkexperimenten gedaan. Na een eerste haalbaarheidsstudie werd in 2006 geconcludeerd dat een HDDW technisch en financieel haalbaar is, maar dat voor de praktische toepasbaarheid nog onderzoek nodig was naar goedkopere materialen en boorspoelingen.

Testen op pvc

Allereerst is gezocht naar een goedkoper materiaal dan roestvrijstaal, dat als eerste in aanmerking zou komen. RVS heeft een aantal goede eigenschappen voor een HDDW-

toepassing, maar is zeer kostbaar. Wavin heeft laboratoriumproeven uitgevoerd, waaruit bleek dat pvc-leidingen en -filters voldoende sterk zijn om de optredende trekkrachten bij het intrekken op te vangen. Ook is pvc voldoende stijf om niet vervormd te worden door de hoge gronddrukken op grote diepte.

Natuurlijke omstorting mogelijk?

Op het terrein van drinkwaterpompstation Macharen van Brabant Water zijn verschillende experimenten uitgevoerd. Er is een verticale pompput gemaakt van RVS, met een filter van acht meter. Daarbij werd xanthaan als boorspoeling gebruikt. Het eerste doel van deze proef was te kijken of het mogelijk was een put te maken met een zogeheten natuurlijke omstorting. Onder normale omstandigheden wordt een boorgat aangevuld met een kunstmatige omstorting, meestal grofkorrelig materiaal, dat terecht komt tussen de filterbuis en het oorspronkelijke bodemmateriaal. Bij een HDDW is dat nagenoeg onmogelijk. Een natuurlijke omstorting betekent dat het oorspronkelijk bodemmateriaal direct tegen de filterbuis komt te liggen. Dat is bij een HDDW eenvoudiger te realiseren. Voor het ontwikkelen van de put is de Duitse Jet Master toegepast. Het blijkt goed mogelijk een put te maken met een natuurlijke omstorting met een capaciteit die groter of

verschillende soorten grondwater, zoals putverstoppnig. HDDW is bruikbaar voor grondwaterwinning en -sanering, infiltratie en koude-warmteopslag.

Een haalbaarheidsstudie in 2006 liet zien dat HDDW ook te gebruiken is met goedkopere pvc-buizen, wat Jan Willem Kooiman van KWR prikkelde om een pilotonderzoek op te zetten. Intussen zocht Brabant Water een oplossing voor de problemen met chemische putverstopping in Macharen. Onderzoek had uitgewezen dat horizontale wintechneken een oplossing konden zijn. Beide partijen gingen daarop samen aan de slag op Macharen, daarbij geholpen door technologieleveranciers als Visser & Smit Hanab (boren), Wavin (pvc) en CEBO (boorspoelingen).

Met RVS en biologisch afbreekbare boorspoeling werd in Macharen een verticale proefput aangelegd, die goed te ontwikkelen en te regenereren bleek en een prima capaciteit had. Helaas veroorzaakte de gebruikte biologisch afbreekbare boorspoeling bacteriologische problemen. Bij de praktijkproeven is voor het eerst gemeten tot hoe diep het ontwikkelen van een put met een hogedrukspuit doordringt: rond de buis

ontstond een zeven centimeter brede 'witte band'. Vanwege deze gunstige resultaten heeft de proef een vervolg gekregen in Nieuwegein. Op het WRK/Waternet-terrein naast het gebouw van KWR worden twee horizontale boringen van 175 meter lengte aangebracht, met verschillende boorspoelingen en filterstukken (zie hieronder).

UV-H₂O₂ tegen organische microverontreinigingen

Karin Lekkerkerker-Teunissen (Dunea) en Roberta Hofman-Caris (KWR) beschreven de nieuwste resultaten van het internationale onderzoek naar geavanceerde UV-oxidatie als behandeling tegen organische microverontreinigingen, waaraan ook de Greater Cincinnati Water Works (GCWW) in de VS meewerken. Verschillende typen UV-lampen en concentraties H₂O₂ worden daarvoor in het laboratorium en in de pilotinstallaties bij Dunea en GCWW getest, onder andere op omzetting, energieverbruik en bijproductvorming. De techniek zorgt voor afbraak en DNA-schade door absorptie van UV-straling (fotolyse), maar in aanwezigheid van H₂O₂ ontstaan ook OH-radicalen die aselectief reageren met microverontreinigingen.

Tot voor kort werden vooral twee typen lampen gebruikt: lagedruklampen (LD) en middendruklampen (MD). LD-lampen gebruiken minder energie, hebben een langere levensduur en veroorzaken minder bijproducten (maar ook minder fotolyse). MD-lampen gebruiken meer energie, hebben een kortere levensduur en veroorzaken meer bijproducten, maar geven ook meer directe afbraak en desinfectie. Onderzoekspartij Philips heeft nu ook een kwikvrije *dielectric barrier discharge*- (DBD)-lamp ontwikkeld, die de positieve eigenschappen van LD- en MD-lampen combineert: hoog vermogen en energie-efficiëntie. Het BTO-onderzoek heeft in het laboratorium (met water van Dunea) laten zien dat MD-lampen hormonen en pesticiden vrijwel altijd iets efficiënter afbreken dan de energiezuinigere LD-lampen. Nu blijkt dat de DBD-lamp hierin vrijwel even goed presteert als de MD-lamp, maar daarvoor slechts een hoeveelheid energie nodig heeft die te vergelijken is met de zuinigere LD-lamp.

De MD- en de LD-lamp zijn inmiddels bij Dunea in een praktijkopstelling getest op de afbraak van vier modelstoffen in aanwezigheid

De boring in Nieuwegein, eind november.



van verschillende concentraties H₂O₂; hierdoor is meer bekend over de afbraakmechanismen. Tests met de DBD-lamp lopen nog. Ook de vorming van genotoxiciteit is onderzocht. Na UV of UV/H₂O₂ ontstaan soms positieve scores in de nieuwe Ames II-test (met één van de bacteriestammen), maar niet in de Comet-test. Een inmiddels gestart vervolgonderzoek moet uitwijzen hoe deze resultaten zich verhouden tot andere situaties en de conventionele Ames-test. Het onderzoek richt zich ook op de vraag welke stoffen de genotoxische respons veroorzaken. Die is overigens na de gebruikelijke nabehandeling met actievekoolfiltratie verdwenen, wat de waarde van een multi-barrière aanpak bevestigt.

Actievekoolfiltratie tegen micro-organismen

Trudy Suylen (Evides) en Wim Hijnen (KWR) hebben in een pilotinstallatie bij Berenplaat onderzocht hoe effectief actievekoolfiltratie micro-organismen uit water uit de spaarbekkens in de Biesbosch verwijdert. Deze verwijdering wordt uitgedrukt in decimale eliminatiecapaciteit (DEC). Een DEC van 3 log betekent dat de concentratie van het betreffende organisme met een factor 1.000 daalt tijdens de behandeling. De totale zuivering moet uit dit Biesboschwater ziekteverwekkers verwijderen om te zorgen dat het infectierisico door drinkwater lager

blijft dan 1 op 10.000 mensen per jaar (zoals vastgelegd in het Waterleidingbesluit en in VROM Inspectierichtlijn IR 5318). Voor virussen, bacteriën en protozoa zijn DEC's noodzakelijk van respectievelijk 3, 7 en 4 log. Het Biesboschwater ondergaat een meervoudige zuivering (coagulatie en vlokkendekfiltratie, dubbellaagsfiltratie, UV-desinfectie en actievekoolfiltratie). Over de DEC's, bereikt met actievekoolfiltratie, bestonden nog weinig kwantitatieve gegevens. Omdat deze informatie nodig is voor de microbiologische risicoanalyse, is een speciale opstelling gebouwd die werd gevoed met water afkomstig van de dubbellaagsfiltratie. Hieraan werden micro-organismen gedoseerd om hun verwijdering te meten. Deze doseerproeven zijn uitgevoerd met verse en beladen actieve kool. Actievekoolfiltratie bleek virussen slecht te verwijderen, *E. coli* beperkt (0,5 - 1,0 log) en de protozoa *Cryptosporidium* en *Giardia* goed. Met verse kool werden voor *Cryptosporidium* en *Giardia* respectievelijk een DEC van 2,7 en 2,1 bereikt. Beladen kool bleek voor *Giardia* even effectief, maar gaf voor *Cryptosporidium* een lagere verwijdering. Dit betekent dat actievekoolfiltratie ook een belangrijke bijdrage levert in de multibarrière-aanpak op Berenplaat voor *Giardia* en *Cryptosporidium*. Actievekoolfiltratie verwijdert natuurlijke indicatorbacteriën beter dan gedoseerde *E. coli* of *Clostridium*-

sporen, mogelijk vanwege het voorafgaande coagulatieproces waaraan natuurlijke indicatorbacteriën worden blootgesteld. De gevonden resultaten met proefkolommen zijn niet zonder meer te vertalen naar alle actievekoolfiltratieprocessen; verschillen in de gebruikte kool, watertemperatuur en de spoeling van de kool beïnvloeden de verwijdering van micro-organismen.

CAVLAR bij afsluiterontwerp en -onderhoud

Waterbedrijf Groningen kent hoge operationele kosten en wil die verlagen door 35 kilometer leiding per jaar te saneren, het aantal afsluiters te reduceren en afsluiteronderhoud beter en slimmer uit te voeren. Nu zijn er 18.000 afsluiters, in het verleden vaak zonder duidelijke criteria geplaatst. Ze worden eens per vier jaar onderhouden (vooral op vindbaarheid, identificeerbaarheid, bereikbaarheid en draaibaarheid en minder op afsluitbaarheid). Dit kost 180.000 euro per jaar. De geplande ondermaatse leveringsminuten van Waterbedrijf Groningen liggen nu met twaalf op anderhalf maal het landelijk gemiddelde; de ongeplande ondermaatse leveringsminuten met zes minuten op het gemiddelde. Door gerichte sanering en verbetering van de functionaliteit en betrouwbaarheid van de afsluiters wil Waterbedrijf Groningen de ongeplande

gelijk is aan de momenteel aanwezige putten op het puttenveld.

Het tweede doel was om het gebruik van xanthaan te testen. Xanthaan kan prima als boorspoeling worden gebruikt en levert, zoals hierboven genoemd, een prima put op. Wel blijkt dat het onttrokken water over een zeer lange periode bacteriologische nagroei geeft, wat een drinkwatertoepassing in de weg staat. Daarnaast werd het maken van een natuurlijke omstorting gesimuleerd in een zeecontainer, gevuld met zand en putfilters. Na het uitvoeren van de proeven werd het zand uitgegraven, waarna met eigen ogen te zien was dat die natuurlijke omstorting daadwerkelijk gevormd was en hoe die eruit ziet. Dat laatste is nog nooit eerder gebeurd, mede omdat het meestal op grote diepte plaatsvindt en niet met het blote oog zichtbaar is.

Laboratoriumtest: bentoniet bruikbaar

Ten slotte zijn in het laboratorium kolomproeven uitgevoerd naar het gedrag van boorspoelingen onder verschillende omstandigheden. Belangrijk was het gedrag van bentoniet. Ervaringen met het gebruik van bentoniet in verticale putten gaven twijfels over de toepasbaarheid daarvan. De kolomproeven wezen uit dat bentoniet mogelijk toch bruikbaar is, mits na plaatsing van het filter de achtergebleven resten bentoniet worden verwijderd met een combinatie van chemicaliën en mechanische schrapers.

Hoe verder?

Na de deelonderzoeken bleef de grote vraag: Hoe werkt het als we alles in de praktijk bij elkaar brengen? Krijgen we dan een put die voldoende water van de gevraagde kwaliteit levert? Om die vraag te beantwoorden, is een praktijkproef gestart op een groot terrein van Waternet langs het Lekkanaal te Nieuwegein. De proef wordt uitgevoerd door Visser & Smit Hanab en bestaat uit twee horizontale boringen van elk 175 meter lengte; met filters op tien meter diepte beneden het maaiveld. Het onderzoek richt zich met name op drie zaken.

Allereerst wordt een nieuw ontwikkelde boormethode getest, waarbij onder andere chemicaliën worden gebruikt om de boorvloeistof af te breken. Bovendien wordt de boorgatwand met wandschapers zo bewerkt dat het boorgat 'instort'. Zo wordt initiële verstopping voor grondwatertoe-stroming voorkómen. Ten tweede worden in beide HDDW-boringen vier typen filters aangebracht. Elk filter is tien meter lang en ze zijn onderling gescheiden door blinde stukken van vijf meter. Het gaat om een RVS en een pvc wikkeldraad filter, en twee buizen, waarvan één een opgeplakte zandomstorting heeft. Het derde onderzoeksonderwerp is de boorspoeling. Voor de ene boring wordt bentoniet (klei) gebruikt, voor de andere xanthaan (een organische afbreekbare boorspoeling).

Tijdens en direct na de aanleg worden testen uitgevoerd om de prestaties van de HDDW-boringen te testen. De proeven en het ontwerp bouwen gedeeltelijk voort op proeven met een HDD-put in 2006^{1,2}. Het ontwerp is echter sterk geoptimaliseerd op basis van de nieuwste inzichten en materialen.

De daadwerkelijke realisatie van een HDDW zal een belangrijke stap kunnen betekenen in de doorbraak van deze techniek, in Nederland en mogelijk ook daarbuiten.

Jan Willem Kooiman en Gijsbert Cirkel (KWR Watercycle Research Institute)

NOTEN

- 1 Cirkel G., B. Pittens en J.W. Kooiman (2006). Haalbaarheid ontwikkeling nieuwe materialen en technieken voor horizontale boringen en putten. KWR Watercycle Research Institute. Rapport KWR06.065.
- 2 Timmer H. en B. Pittens (2006). Ontwerp horizontale HDD-put voor drinkwatervoorziening. H₂O nr. 24, pag. 35-37.