

Doorbraak met geslaagde horizontaal gestuurd geboorde put

In maart van dit jaar is in Nieuwegein met een eerste horizontaal gestuurd geboorde put (*Horizontal Directional Drilled Well*, afgekort HDDW) een filterbuis aangebracht in een watervoerend pakket. Vooraf is uitgebreid onderzoek gedaan naar typen filtermaterialen, boorvloeistoffen en ontwikkel- en regeneratietechnieken. Deze ontwikkelingen hebben samen geleid tot een nieuwe techniek, met veel toepassingsmogelijkheden bij bijvoorbeeld wateronttrekking en -infiltratie. Met Brabant Water, Vitens en Waternet bespreekt KWR momenteel plannen voor de aanleg van horizontale putten voor drinkwatervoorziening en stedelijk waterbeheer.

Horizontaal gestuurd boren wordt al langer toegepast bij de aanleg van (gesloten) leidingen voor het transporteren van vloeistoffen en gassen. Bij een horizontaal gestuurd geboorde put is een groot deel van de leiding geperforeerd, zodat grondwater kan worden onttrokken en/of geïnfilteerd. HDDW's bieden diverse voordelen ten opzichte van verticale putten. Ze vergen minder ruimtebeslag en veroorzaken minder graafschade aan het maaiveld, omdat één horizontale put - afhankelijk van de gewenste capaciteit - wel zes tot tien verticale putten kan vervangen. Met een horizontale put kan

gericht water onttrokken worden uit dunne watervoerende lagen of uit watervoerende lagen direct langs of onder waterlopen (oeverfiltratie). Verder is voor een horizontale put minder infrastructuur nodig (leidingen, meet- en regeltechniek, beveiliging) en kan door horizontale onttrekking de kwaliteit van het onttrokken grondwater verbeteren: er ontstaat minder verzilting en het onttrokken water heeft een meer gelijkmatige kwaliteit.

Voorgeschiedenis

Tot op heden was horizontaal gestuurd boren voor het maken van putten in de praktijk niet succesvol. Omdat de theorie

Aanleg van de verticale proefput op het terrein van waterproductiebedrijf Macharen (Brabant Water).



Kolomproeven naar het gedrag van boorspoelingen.

anders uitwees, is in 2006 een haalbaarheidsstudie uitgevoerd. Daaruit bleek dat zowel technisch als financieel de techniek van horizontaal gestuurd boren geschikt is voor het aanleggen van horizontale putten, mits de bestaande knelpunten op te lossen waren¹⁾. Daarvoor waren vooral ontwikkelingen nodig met betrekking tot filtermateriaal, boorspoeling en het prepareren van de boorgatwand rond het filtertraject. Naar aanleiding van dit haalbaarheidsonderzoek verrichtte een consortium uitgebreid laboratorium- en veldonderzoek om tot een duurzame en kostenefficiënte toepassing van een horizontale put te komen. Het consortium bestond uit KWR, Visser & Smit Hanab (uitvoering boring), IF Technology (adviesbureau voor duurzame bodemenergie), Brabant Water, Vitens en Waternet (waterleidingbedrijven en waterbeheerders) en Wavin (producent en leverancier PVC-materialen).

Filtermateriaal

Van de conventionele filtermaterialen was alleen wikkeldraadfilter van roestvast staal geschikt (qua treksterkte en open oppervlak) voor de aanleg van een horizontale put. De kosten van roestvast staal zijn echter zo hoog dat een horizontale put van dit materiaal al snel niet meer concurrerend zou zijn met conventionele technieken, ondanks de andere voordelen. Daarom is als eerste gezocht naar goedkoper filtermateriaal. Wavin voerde een laboratorium- en veldproef uit, 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 de gronddrukken op grote diepte te weerstaan. Daarnaast is in een additionele proef getest of PVC-filters voldoende bestand zijn tegen de krachten die vrijkomen tijdens het ontwikkelen of regenereren van het filter door middel van water onder hoge druk. Met



Een natuurlijk ontwikkelde omstorting rondom een RVS-wikkeldraadfilter.

name PVC-filters met radiale openingen (loodrecht op de lengterichting) blijken voldoende bestand tegen jetkrachten.

Boorvloeistoffen

Bij het maken van een verticale put worden boorspoelingadditieven als bentoniet of polymeren vrijwel niet toegepast. Voor een stabiele horizontale boring zijn deze additieven echter noodzakelijk, om het draagvermogen hoog genoeg te houden en zo neerslag van losgeboord formatiemateriaal te voorkomen. Daarnaast moet ook water- en boorspoelingsverlies via de boorgatwand en instorting van het boorgat worden voorkomen. Het is daarom nodig een soort 'filterkoek' op te bouwen, die de boorgatwand afpleistert. Bij het onttrekken of infiltreren van grondwater is deze filterkoek echter zeer ongewenst. Bij de keuze van boorvloeistof weegt dan ook zwaar hoe gemakkelijk filterkoek na het aanbrengen van de filterbuis is te verwijderen.

In eerste instantie is verondersteld dat bentoniet, de normaal gebruikelijke boorvloeistof voor horizontaal gestuurde boringen, niet geschikt is voor het aanleggen van een horizontale put. Bentoniet verstopt de poriën van het omliggende zandmassief en zou daarom naar verwachting moeilijk te verwijderen zijn. Daarom is gezocht naar een alternatieve boorvloeistof, die draagkrachtig is en steun geeft tijdens de boring, maar naderhand wel eenvoudig te verwijderen is. Met (biologisch) afbreekbare polymeren bleek het mogelijk een spoeling te maken met eigenschappen die vergelijkbaar zijn met bentoniet. Deze spoeling verliest na bewerking met chemicaliën zijn eigenschappen, zodat de aanwezigheid van de filterkoek tijdens de boorfase achteraf geen beletsel vormt.

Om het effect van de (biologisch) afbreekbare polymerspoeling te testen is op het terrein van waterproductiebedrijf Macharen van Brabant Water een verticale proefput aangelegd. Deze bleek goed te ontwikkelen en had een prima capaciteit.

Ondanks het gebruik van chemicaliën veroorzaakte de gebruikte boorspoeling echter dusdanige bacteriologische problemen, dat dit het gebruik van een (biologisch) afbreekbare boorvloeistof voor drinkwatertoepassingen ongeschikt maakt.

Naar aanleiding van deze bacteriologische problemen na toepassing van afbreekbare boorspoeling, zijn aanvullende laboratoriumproeven uitgevoerd om van verschillende boorvloeistoffen de filterkoekvorming en -verwijderbaarheid achteraf te onderzoeken. Hierbij werd duidelijk dat bentoniet bruikbaar is, mits de achtergebleven bentonietresten worden verwijderd na plaatsing van het filter. Dat kan met een combinatie van dispergerende chemicaliën en indien mogelijk mechanische schrapers. De gemiddelde resultaten waren hierbij beter dan die van afbreekbare polymerspoelingen (zie afbeelding 1).

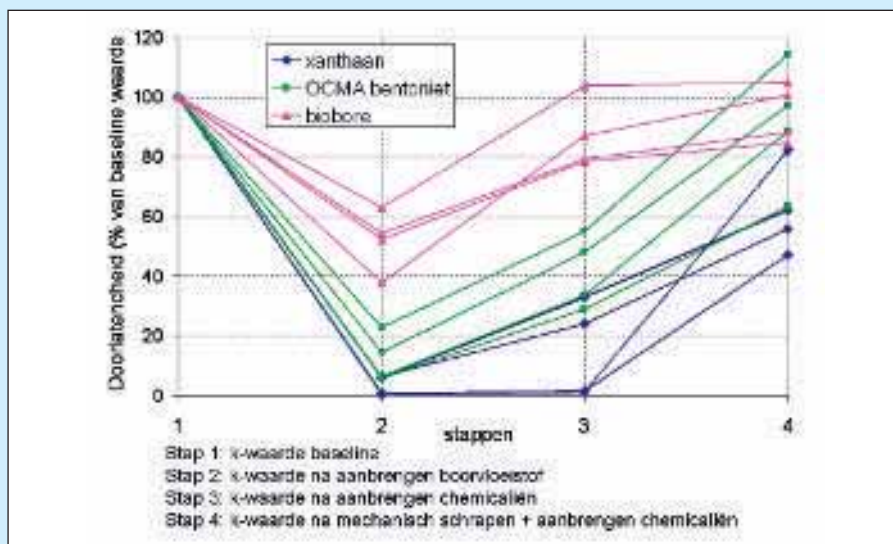
Prepareren filtertraject

Bij verticale putten is het gebruikelijk rondom het filter een kunstmatige omstorting aan te brengen, die meestal bestaat uit grofkorrelig materiaal. Op deze

manier wordt een optimale toestroom naar de put verkregen en voorkomen dat zand uit de formatie in het filter terechtkomt. Bij een horizontale put was dit vooralsnog niet mogelijk. Daarom is naar alternatieven gezocht. Hiervoor zijn experimenten uitgevoerd om te kijken of het mogelijk is een natuurlijke omstorting te creëren. Deze ontstaat wanneer de fijne formatie-deeltjes via de filterspleetopeningen door het filter worden verwijderd, zodat een zone ontstaat rondom het filter waar alleen grove deeltjes zitten. Tijdens een experiment is water onder hoge druk in de boorgatwand aangebracht; de fijne formatie-deeltjes worden hierbij losgetrild en met het water afgepompt. Door de opzet van het experiment was het voor het eerst mogelijk om de dikte van de verkregen natuurlijke omstorting te meten bij verschillende filtertypen. Zo heeft een filter met radiaal gezaagde openingen (loodrecht op de lengterichting) een dikkere natuurlijke omstorting dan een filter waarbij de openingen axiaal zijn gezaagd (parallel aan de lengterichting). Verder blijkt vooral een hoog percentage open oppervlak van groot belang voor een geslaagde natuurlijke omstorting. De ervaringen met de verticale proefput in Macharen laten zien dat het goed mogelijk is een natuurlijk omstorting te maken met een capaciteit die groter is dan of gelijk aan die van de andere aanwezige putten op het puttenveld die een kunstmatige omstorting hebben.

Op locaties met fijn homogeen zand, zoals in de duinen, is het vrijwel onmogelijk om een natuurlijke omstorting te creëren. Een kunstmatige omstorting aanbrengen is daar dus noodzakelijk. Hiervoor zijn twee methoden ontwikkeld. Bij de eerste methode wordt de filterbuis beplakt met zand met een grotere korrelmaat dan de formatie. Het omplakte zandmengsel komt vervolgens in de ondergrond los van het filter en vormt zo een kunstmatige omstorting rond het filter. De tweede methode is erop gericht pas een omstorting aan te brengen als het filter al in de bodem ligt. Verder onderzoek moet uitwijzen of deze methodes succesvol kunnen worden toegepast bij een horizontale put.

Afb. 1 Resultaten van de kolomproeven.





De officiële opening van de HDDW op 2 juni: v.l.n.r. Wim van Vierssen (KWR Watercycle Research Institute), Leo Wartna (Visser & Smit Hanab) en Guus Willemsen (IF Technology).

Testwinning

Vanwege de gunstige resultaten van de deelonderzoeken is besloten een HDDW-testwinning aan te leggen op het WRK-terrein van Waternet, naast het KWR-terrein in Nieuwegein. Deze pilot moest duidelijk maken of het mogelijk is een horizontale put te maken die voldoende water van de gevraagde kwaliteit levert. De praktijkproef richtte zich op twee doelen: optimaliseren van de aanlegmethode voor drinkwaterwinning en testen van het effect van verschillende type filters op de capaciteit (zie tabel).

De aanleg van de testwinning begon eind vorig jaar. De test bestaat uit een horizontale boring van circa 160 meter lang, met filters op ongeveer tien meter beneden het maaiveld. Tijdens de aanleg is een nieuw ontwikkelde methode getest, waarbij onder andere chemicaliën zijn gebruikt om de bentonietvloeiendstof te dispergeren. Daarnaast is een methode ontwikkeld waarmee de boorgatwand wordt bewerkt. Hierbij wordt de filterkoek op de boorgatwand beschadigd en verwijderd en zo het contactoppervlak tussen de chemicaliën en de filterkoek vergroot.

Overzicht type filters.

filtertype	oriëntatie spleetopeningen	open oppervlakfilter
RVS wikkeldraad	op lengterichting buis (radiaal)	hoog
PVC wikkeldraad	op lengterichting buis (radiaal)	hoog
PVC gesloten (traditioneel)	op lengterichting buis (axiaal)	laag

Afgelopen maart leidde dit tot de eerste gerealiseerde horizontale put. Hiermee werd het mogelijk om bacteriologisch betrouwbaar water te winnen dat geschikt is voor drinkwaterbereiding. De put levert weinig zand en voldoet aan de vooraf gestelde capaciteitseis. Het plaatsen van een filterbuis met een natuurlijke omstorting heeft hier goed gewerkt. Filters met een hoog open oppervlak geven een geringere afpompings bij gelijke onttrekkingscapaciteit.

Hoe verder?

Nu de horizontale put er ligt, is een testfaciliteit beschikbaar gekomen voor verder onderzoek naar de mogelijkheden en effecten van horizontale waterwinning. Bedrijfsvoering, regeneratie en onderhoud hebben tijdens de proefboring nog weinig aandacht gekregen, maar zijn wel van groot belang voor verdere toepassing. Het consortium dat zich met het onderzoek bezighoudt, zal vervolgonderzoek vooral daarop richten. Daarnaast zullen metingen worden uitgevoerd om de instroom over het filtertraject te bepalen en de modellering van horizontale winningen verder te verfijnen. De

- Toepassingsmogelijkheden voor horizontaal gestuurd geboorde putten bevinden zich overal waar grondwater moet worden onttrokken of geïnfilteerd, van onttrekking voor drinkwater en energieopslag (warmte-koudeopslag) tot milieutechniek (bodemsanering), dijkstabilisatie en (stedelijk) grondwaterbeheer. Op diverse toepassingsgebieden biedt HDDW het voordeel dat als gevolg van het lange horizontale filter de lokale invloed op de grondwaterstand veel kleiner is dan bij verticale putten.
- Een HDDW maakt warmte-koudeopslag mogelijk in stedelijk gebied, waar de bovengrondse ruimte beperkt is.
- HDDW biedt door zijn lengte kansen om warmte-koudeopslagsystemen te combineren tot grotere systemen. Eén HDDW kan kostenefficiënt meerdere verticale putten vervangen.
- HDDW maakt waterwinning mogelijk in terreinen die ontoegankelijk zijn.
- HDDW biedt kansen om hoog in een watervoerend pakket zoetwater te winnen, wanneer op grotere diepte zoutwater aanwezig is.
- HDDW kan worden ingezet om ondiep brak kwelwater onder de deklaag van sommige diepe polders af te vangen en zo het zoute kwelwater te scheiden van het zoete.
- Er kan op een zeer effectieve wijze oeverfiltraat worden onttrokken (bijvoorbeeld door een put onder de rivierbedding door te boren).
- HDDW biedt mogelijkheden voor het beheren van grondwater in stedelijke gebieden. Onder bestaande infrastructuur (huizen, wegen) kunnen zonder schade onttrekking- en/of infiltratiedrains worden aangelegd.
- Mogelijkheden voor het beheren van grondwater in stedelijke gebieden. Onder bestaande infrastructuur (huizen, wegen) kunnen zonder schade onttrekkings- en/of infiltratiedrains worden aangelegd.

volgende stap is het aanleggen van een volledige drinkwaterwinning en stedelijk waterbeheer met horizontale putten. Hierover zijn inmiddels gesprekken gaande met Brabant Water, Vitens en Waternet.

NOTEN

- 1) Cirkel D., B. Pittens en JW. Kooiman (2006). Haalbaarheid *Horizontal Directional Drilled Wells*. Haalbaarheid ontwikkeling nieuwe materialen en technieken voor horizontale boringen en putten. KWR Watercycle Research Institute. Rapport KWR 06.065.

Gijsbert Cirkel en Femke Rambags (KWR Watercycle Research Institute)
Ilse van der Hoeven (Visser & Smit Hanab)
Bas Pittens (IF Technology)
Patrick van der Wens (Brabant Water)