

De Horizontale put te Laren: een evaluatie na drie jaar bedrijfsvoering

Jochem Pluijmackers (Hydron Midden-Nederland)
David Visscher (The Three Engineers, voorheen Hydron Midden-Nederland)
Bernd Radke (BHG Brunnen und Horizontalbrunnenbau GmbH)
Jan Willem Kooiman (Kiwa Water Research)

De horizontale put in Laren (N-H) is inmiddels drie jaar in bedrijf. Indertijd is gekozen voor een horizontale put omdat bij de verticale putten veel verstopping optrad en uit een haalbaarheidsstudie bleek dat het toepassen van een horizontale put goedkoper zou zijn. Putverstopping blijkt in de horizontale put aanzienlijk minder voor te komen dan in de verticale putten, waardoor het regeneratie-interval met meer dan 400% is toegenomen. Door de verbeterde ruwwaterkwaliteit zijn ook de zuiveringskosten gedaald. Dit alles levert bij een jaaronttrekking van 2 miljoen m³ jaarlijks een voordeel op van € 25.600,-. Dankzij een technische innovatie is bovendien de verticale schacht eenvoudiger toegankelijk, zodat onderhoud en regeneratie nu ook tijdens de bedrijfsvoering mogelijk zijn.

Hydron Midden-Nederland heeft in 2001 op pompstation Laren (Noord-Holland) een horizontale put in bedrijf genomen voor onttrekking van 2 miljoen m³ grondwater per jaar. De keus viel op een horizontale put nadat een haalbaarheidsstudie uit 1999 had aangegeven dat een horizontale put hier een betere optie zou zijn dan de tot dan toe gebruikte verticale putten (Graafsma e.a., 1999). Na drie jaar heeft Hydron het functioneren van deze put en de aannames van destijds geëvalueerd, vooral wat betreft putverstopping en exploitatiekosten.

De uitgangspositie

Pompstation Laren ligt op de Gooise stuwwal. De eerste meters direct onder maaiveld bestaan uit dekzanden. Daaronder bevinden zich tot een diepte van 60 m-mv (onder het maaiveld) gestuwde formaties (matig grove tot grove zanden). In dit deel zijn lokaal scheefgestelde kleilagen aanwezig die de toestroming naar de verticale putten bemoeilijken (figuur 1).

Het ondiepe grondwater is aëroob (zuurstofhoudend). Het anaëroob (en ijzerhoudend) grondwater bevindt zich dieper dan ongeveer 20 m-mv. Dit waterkwaliteitsverschil veroorzaakte twee grote problemen. Allereerst het verstopping van de verticale pompputten door menging van de twee verschillende typen grondwater. Ten tweede de hoge belasting van de zuivering door het vele ijzer in het onttrokken grondwater. Een derde probleem was dat de winning moest worden teruggebracht van 7 naar 2 miljoen m³/jaar (anti-verdrogingsbeleid), met als gevolg stijgende grondwaterstanden en wateroverlast in de bedrijfsgebouwen en de kelders.

Hydron besloot eind jaren 90 tot een grootscheepse vernieuwing. Verschillende alternatieve winsystemen, met zowel verticale als horizontale putten, werden vergeleken.

Verschillen tussen verticale en horizontale putten

Het grote onderscheid tussen een 'conventionele' verticale put en een horizontale put is de oriëntatie van de onttrekkingsfilters. Verticale filters, met lengten tussen 15 en 40 meter, doorsnijden vaak meerdere grondlagen en onttrekken daardoor grondwater over een hoogte van tientallen meters, met meestal verschillende grondwaterkwaliteiten. Een horizontale put bestaat uit een (dichte) verticale betonnen schacht en op één of meerdere dieptes een aantal horizontale filterstrengen, geboord vanuit de schacht. Hierdoor is het mogelijk om gericht water te onttrekken dat afkomstig is van een beperkte horizontale laag, met een dikte van enkele meters tot hooguit tien meter. Het onttrokken grondwater heeft dan meestal eenzelfde kwaliteit. De capaciteit van een enkele horizontale put, met meerdere strengen, is doorgaans 5-10 maal groter dan die van een enkele verticale put. Horizontale putten zijn in Nederland nog nauwelijks toegepast, in tegenstelling tot bijvoorbeeld in Duitsland. De laatste jaren komen ze echter meer in de belangstelling, vooral bij waterleidingbedrijven. Momenteel zijn enkele putten in aanbouw of in voorbereiding.

Een horizontale put te Laren

Met een horizontale put te Laren zouden de drie hierboven genoemde problemen kunnen worden opgelost. Het hydrologische ontwerp moest bovendien rekening houden met drie - soms tegenstrijdige - criteria:

1. Geen menging van aëroob en anaëroob water: strengen ondiep plaatsen (boven het grensvlak aëroob/anaëroob).
2. Geen wateroverlast voor de bedrijfsgebouwen: strengen ondiep plaatsen en direct onder de gebouwen.
3. Voldoende verblijftijd vanaf maaiveld i.v.m. microbiologische veiligheid: strengen zo diep mogelijk plaatsen.

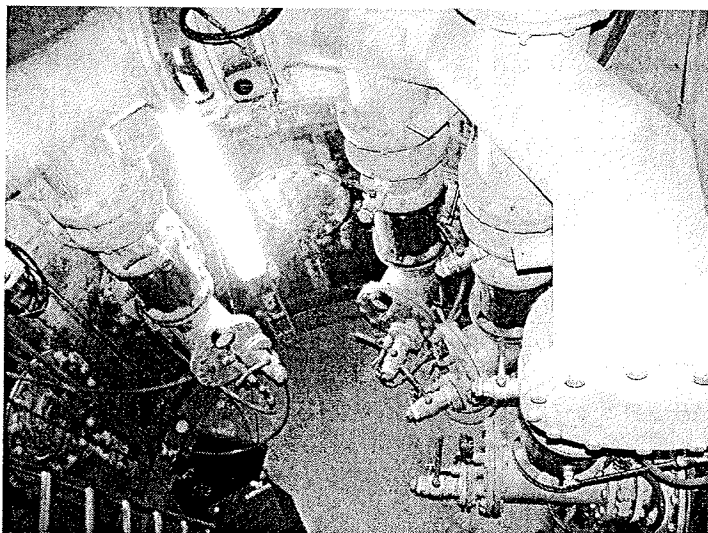
Gedetailleerde hydrologische berekeningen resulteerden in een optimumdiepte van 13,5 m-mv en vijf strengen van elk 80 meter lengte, met de in figuur 1 weergegeven oriëntatie. De ontwerpcapaciteit bedroeg maximaal 560 m³/h. Eén horizontale put verving zes tot acht verticale putten.

Afb. 1 Dwarsdoorsnede en bovenaanzicht Horizontale put te Laren

Innovatief ontwerp van een 'droge' schacht

Bijzonder was de eis van Hydron voor een 'droge' schacht. Normaal is sprake van een 'natte' schacht. Het door de filterstrengen onttrokken grondwater stroomt dan onder vrij verval in de schacht, waaruit het door onderwaterpompen wordt onttrokken. Bij regeneratie en reparatie van één streng dienen alle strengen te worden afgesloten, waarna de schacht wordt drooggepompt en de werkzaamheden in den droge kunnen plaatsvinden. Gedurende die periode wordt dus geen water aan de put onttrokken. Voor Laren geldt dat dan de leveringszekerheid in gevaar komt: er is immers slechts één horizontale put. Daarom is de eis gesteld dat regeneratie van één streng mogelijk moet zijn terwijl de andere strengen gewoon in productie blijven. Deze zogenaamde droge schacht diende onder meer te voldoen aan de eisen voor Arbo en Veiligheid & Gezondheid (onderhoud e.d.).

Op basis van deze eisen is door Hydron in samenwerking met BHG Brunnen und Horizontalbrunnenbau GmbH (voorheen Preussag) uit Duitsland een definitief ontwerp ontwikkeld bestaande uit een apart onttrekkingssysteem in de schacht zelf (zie figuur 2) met een ringleiding, verbindend leidingwerk en afsluiters tussen strengaansluiting en ringleiding, zuigleidingen naar pompen, vaste toerengeregelde pompen en een persleiding naar het zuiveringsgebouw. De schacht kan te allen tijde, ook tijdens onttrekking, worden bezocht voor onder meer monitorings- en onderhoudswerkzaamheden.

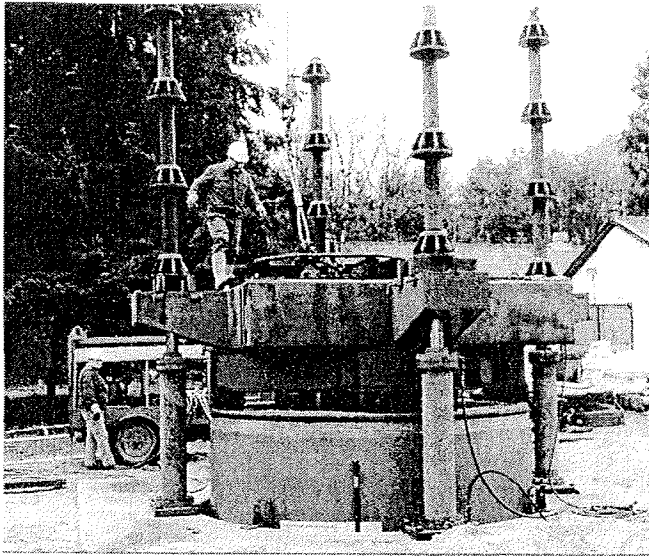


Figuur 2 De binnenkant van de verticale schacht met het leidingwerk en de afsluiters (van bovenaf bekeken)

Uitvoering

De aanleg van de schacht en strengen is een specialistisch werk en is uitgevoerd door BHG.

Allereerst zijn betonnen schachtringen (inwendige diameter: 2,8 m) de grond in geperst tot circa 17 m – mv (zie figuur 3).



Figuur 3 Tijdens de aanleg: de verticale schacht wordt geplaatst

Na het bereiken van de gewenste diepte is de onderzijde van de schacht afgedicht met onderwaterbeton, waarna de schacht is leeggepompt. Vervolgens is op vastgestelde diepte de boorstelling geplaatst en geboord vanuit van te voren aangebrachte uitsparingen in de schachtring. De horizontale boringen zijn uitgevoerd volgens het Preussag-systeem, waarbij de boorkop met daarachter de mantelbuis de grond in wordt geperst.

Gedurende het boorproces zijn voortdurend monsters genomen van de ondergrond, die ter plaatse gezeefd en geanalyseerd werden. Op basis van de korrelgrootteverdeling zijn het type filters en de bijbehorende filteromstorting vastgesteld. Vanwege de gestuwde ondergrond, met grote variaties over kleine afstand, was dit belangrijk. Hierna zijn in de mantelbuis de filterdelen gemonteerd. Vervolgens is de ruimte tussen filter en mantelbuis per filterdeel opgevuld met filtergrind waarbij tegelijkertijd de mantelbuis werd teruggetrokken. Na het ontwikkelen van de strengen is de installatie in de schacht gemonteerd.

Evaluatie bedrijfsvoering

Na drie jaar is de bedrijfsvoering geëvalueerd, met putverstopping en exploitatiekosten als belangrijkste aandachtspunten.

Putverstopping

De maatgevende parameter voor putverstopping is de specifieke volumestroom per streng, weergegeven als percentage van de waarde bij oplevering. Bij twee strengen is sprake van een afname (2 en 6% na 1 jaar t.o.v. de referentiewaarde). De overige drie strengen lieten tijdens de eerste 8 maanden na inbedrijfstelling een toename zien, maar daarna is ook voor deze strengen sprake van een afname.

De signaleringswaarde voor regeneratie van een horizontale put bij Hydron is 85% van de waarde bij oplevering. Dat betekent dat de snelst verstoppende streng na circa 3 jaar moet worden geregenereerd, en dat de minst verstoppende streng na meer dan 10 jaar aan de beurt is. Een sterke verbetering ten opzichte van de verticale putten met een regeneratie van eens in de 2 jaar. Gevolgen zijn een veel rustiger bedrijfsvoering en minder chemicaliëngebruik, mede resulterend in veel lagere regeneratiekosten (zie vervolg).

Exploitatiekosten

De in 1999 berekende exploitatiekosten van een horizontale put waren lager dan die van de variant met verticale putten. In tabel I is een overzicht opgenomen van de huidige exploitatiekosten van de horizontale put in vergelijking tot de exploitatiekosten van de voormalige verticale winning met een

overeenkomstige jaaronttrekking (2 miljoen m³/jaar). Daaruit blijkt inderdaad dat de hogere investeringskosten ruimschoots worden terugverdiend door lagere exploitatiekosten. De onderhoudskosten voor de horizontale put zijn veel lager. Bij de verticale putten was veelvuldig sprake van putregeneratie, reinigen van de onderwaterpompen en het spuien van terreinleidingen. De overige kosten voor energie en bemonstering zijn veel lager omdat de opvoerhoogte beperkter is (minder grondwaterstandsverlaging) en er nu één put is in plaats van meerdere putten. De bestaande zuivering met een snelfilter- en koolfilterstap is qua bedrijfsvoering aangepast aan de gewijzigde ruwwaterkwaliteit. De looptijden zijn verlengd met als gevolg een spoelwaterreductie van 22%, op jaarbasis een besparing van circa 10.000 m³ spoelwater. De standtijd van de actieve kool is verdubbeld vanwege de sterk verminderde hoeveelheid diep anaëroob grondwater.

Het jaarlijkse exploitatievoordeel bedraagt € 79.600,-. De kapitaalslasten (rente en afschrijving) van de horizontale put op basis van investeringskosten (totaal € 719.000) bedragen € 54.000 per jaar. De netto jaarlijkse besparing bedraagt daardoor € 25.600,-.

Tabel I: Overzicht jaarlijkse kosten horizontale put vergeleken met verticale putten, beiden voor een onttrekking van 2 miljoen m³/jaar.

<u>Exploitatiekosten</u> <u>winning met verticale putten</u>		<u>Exploitatiekosten</u> <u>winning met horizontale put</u>	
Onderhoud winning		Onderhoud winning	
<i>Regeneratie putten</i>	€ 21.500	<i>Regeneratie putten</i>	€ 3.500
<i>Spuien terreinleidingen</i>	€ 2.000	<i>Monitoringsprogramma</i>	€ 3.200
<i>Reinigen onderwaterpompen</i>	€ 35.500	<i>Technisch onderhoud</i>	€ 1.000
Subtotaal 1	€ 59.000	Subtotaal 1	€ 7.700
Overige kosten		Overige kosten	
<i>Energie</i>	€ 10.300	<i>Energie</i>	€ 6.300
<i>Bemonstering en analyse</i>	€ 12.700	<i>Bemonstering en analyse</i>	€ 3.200
Subtotaal 2	€ 23.000	Subtotaal 2	€ 9.500
Jaarlijkse exploitatiekosten	€ 82.000	Jaarlijkse exploitatiekosten	€ 17.200
		Besparing overige zuiveringsstappen	
		<i>Spoelwaterverbruik</i>	- € 2.000
		<i>Actief kool</i>	- € 12.800
		Subtotaal 3	- € 14.800
Jaarlijkse exploitatiekosten	€ 82.000 (1)	Jaarlijkse exploitatiekosten (incl. besparing overige zuivering)	€ 2.400 (2)
<u>Jaarlijks voordeel horizontale put</u>			
Investeringskosten horizontale put	€ 719.000		
Jaarlijkse afschrijvings- en rente kosten *)	€ -54.000 *		
Jaarlijks exploitatievoordeel	€ 79.600 (1) - (2)		
Jaarlijkse besparing	€ 25.600		

*) Op basis van een afschrijvingspercentage van 4% en een rentepercentage van 3.5%

Wanneer horizontale putten toepassen?

Een horizontale put is vaak een goed alternatief bij nieuwbouw en grootscheepse renovaties, dus bij grote investeringen, en in geval van hoge eisen aan de kwaliteit van het ruwe water, bijvoorbeeld bij nanofiltratie. Van groot belang is de bodemopbouw, met Laren als mooi voorbeeld. Overigens geldt altijd dat meerdere alternatieven met elkaar moeten worden vergeleken, waaronder ook verticale putten. In kleinschalige projecten, waarbij bijvoorbeeld een enkele verticale put moet worden vervangen, hebben horizontale putten meestal geen zin. De investering is dan te hoog.

Het 'oude' imago van horizontale putten – dat ze duur en ingewikkeld zouden zijn - blijkt niet meer terecht. Laren heeft aangetoond dat de horizontale put op jaarlijkse basis goedkoper is dan de variant met verticale putten. De bedrijfsvoering is niet ingewikkelder dan voor verticale putten, en vaak zelfs eenvoudiger omdat nu sprake is van één put: minder terreinleidingen, eenvoudiger meet- en regeltechniek en minder monitoring en onderhoud.

Tot op heden zijn horizontale putten in Nederland alleen aangelegd voor de drinkwatervoorziening. Een nieuwe ontwikkeling is de inzet van horizontale putten bij aanpak van grondwaterverontreinigingen (bodemsanering). Redenen hiervoor kunnen zijn dat gekozen wordt voor een duurzame oplossing (verstopping, onderhoud) of dat er ruimtegebrek is op de locatie.

Literatuur

- Graafsma, Y., E. Schrama, S. Meijer, J.W. Kooiman (1999). Horizontale putten: extra investering in winning levert aanzienlijke kostenreductie op. *H₂O* (1999), nr. 18, pag. 25-27
- Kooiman, J.W. (1996). Horizontale putten: een volwaardig alternatief. Verslag van de excursie 'Horizontale putten' op 1 en 2 oktober 1996 in Duitsland. *H₂O*, (29) nr. 23, pag. 697-698.
- Schrama, E., J.W. Kooiman, Y. Graafsma, S. Meijer (1999). Toepassing Horizontale putten onder Nederlandse omstandigheden. Haalbaarheidsstudies: pompstation Laren (WMN) en winning rivierwater (WG). Rapport Kiwa Water Research, SWI98.168, februari 1999.