

Hoe een goed producerend winveld onderuit kan gaan

JAN HOOGENDOORN, VITENS WATERTECHNOLOGIE

JACQUES VAN PAASSEN, VITENS WATERTECHNOLOGIE

JAN TIMMER, VITENS WATERTECHNOLOGIE

Nanofiltratie is een proces dat erg storingsgevoelig is voor deeltjes en vraagt daarom speciale aandacht voor de exploitatie van (grondwater)winvelden. Een wijziging in pompregime kan ervoor zorgen dat een jarenlang goed functionerend winveld in minder dan een jaar volledig 'onderuit' gaat door verstopping van de boorgatwand. Voor de ontwikkeling van een aangepaste winstrategie, die ervoor zorgt dat de eigenschappen van het opgepompte water zo goed mogelijk afgestemd zijn op de kwaliteitseisen die nanofiltratie stelt, is de kennis gebruikt die onder meer in het kader van het BTO-onderzoek Putverstopping opgedaan is.

Naar aanleiding van een teruglopende ruwwaterkwaliteit, veroudering van de productiemiddelen en de geëiste verbetering van de drinkwaterkwaliteit op verschillende pompstations in Salland is Vitens in Overijssel begonnen met de clustering van vier (grondwater)winvelden (Schalkhaar, Diepenveen, Boerhaar en in de toekomst mogelijk Deventer-Ceintuurbaan) tot één centrale zuivering op pompstation Diepenveen. In de eerste fase is de zuivering op Diepenveen uitgebreid met nanofiltratie, waarna de winning van Boerhaar hierop is aangesloten. De uitvoering werd eind 2002 afgerond. De winning in Boerhaar bestond destijds uit vier beschikbare verticale putten elk met een capaciteit van 60 kubieke meter per uur uit een semi-gespannen pakket op een diepte van 15 tot 35 m.-mv. De tweede fase behelst de aansluiting van de overige winvelden op Diepenveen. Daarmee is dit project afgerond.

De nanofiltratie-installatie bestaat uit twee identieke reeksen, elke met een voedingscapaciteit van 120 kubieke meter per uur. De opbrengst bedraagt 80 procent: een reeks produceert derhalve 96 kubieke meter permeaat per uur. Vanaf februari 2003 tot begin juni 2003 heeft de nanofiltratie-installatie in Diepenveen het water van Boerhaar naar tevredenheid behandeld. Daarna deden zich regelmatig storingen voor (verstopping van het kaarsenfilter door onder meer ijzerhydroxidedeeltjes). Ook nam de afpompings in de putten in korte tijd snel toe, terwijl die daarvoor ongeveer tien jaar

lang probleemloos water hadden geleverd. Na controle van de vier in bedrijf zijnde putten in Boerhaar bleek bovendien één put zuurstofhoudend water te leveren.

Verstopping en regeneratie

In het najaar van 2003 begon Vitens een onderzoek naar de plaats en de aard van de putverstopping en het aantrekken van zuurstofhoudend water. Bij controle van de pompputgegevens bleek dat de afpompings over het eerste half jaar van 2003 sterk toegenomen te

zijn van zo'n twee à vier meter tot meer dan tien meter. De toename bleek veroorzaakt te zijn door verstopping van de boorgatwand. Bovendien zoog één put zuurstofhoudend water aan dat resulteerde in ijzerafzetting en de toevoer van ijzerhydroxidedeeltjes naar de nanofiltratie-installatie. Verder wees een video-inspectie uit dat zich op de putwand deeltjes (fijn zand, lutum) hadden afgezet.

De put met zuurstofhoudend water is geregenereerd, waarbij een zekere experimentele opzet is toegepast om enig inzicht in het effect van verschillende regeneratiemethoden te krijgen. De opzet van de regeneratie verliep van 'mild' (fysische methoden zoals spuiten en juttieren) via 'zwaar' (inzet van chemicaliën zoals zuur, waterstofperoxide en chloorbleekloog) naar 'grof' (combinatie van fysische en chemische methoden) (zie tabel 1). Toepassing van alleen fysische methoden bleek weinig soelaas te bieden, wat ook wel te verwachten is bij een boorgatwandverstopping. Inzet van waterstofperoxide begon resultaat op te leveren, maar pas bij 'grof geweld' (sectiegewijs afpompen in combinatie met chloorbleekloog) kwam de put goed los. Het gehele regeneratietraject leverde een productietoename op van 21 naar 88 procent van de referentiewaarde. Op zich geen slecht resultaat, maar op basis van verdere ervaringen bij de overige op het puttenveld uitgevoerde regeneraties en het verloop van de afpompings daarna was de verwachting dat de looptijd van de pompput na elke regeneratie met een kwart zou afnemen. Besloten is toen om het puttenveld voorzichtig te gaan exploiteren en de putdebieten terug te draaien van 60 naar 40 kubieke meter per uur en één reeks van de nanofiltratie-installatie uit productie te nemen. Dit had succes: het resulteerde in minder putverstopping

De bouw van een horizontale winput.



ping en minder toestroom van deeltjes naar de nanofiltratie, maar het heeft een prijs: de productiviteit van het puttenveld is met het terugdraaien van het pompdebiet wel met ruim 30 procent afgenomen.

Oorzaak putverstopping

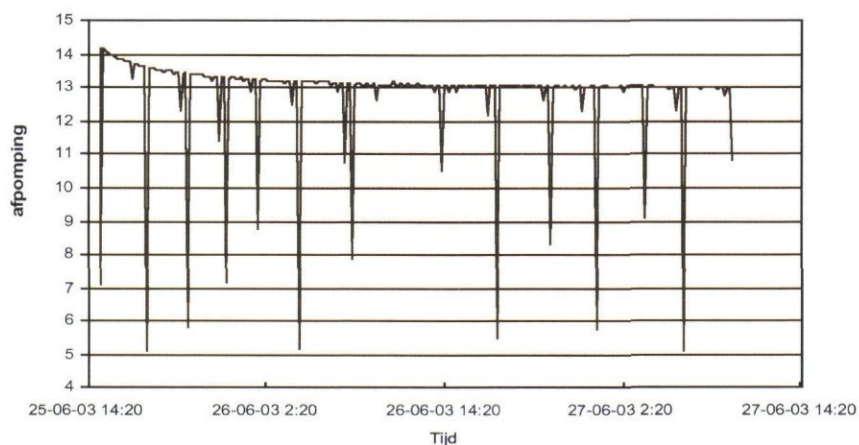
Vanwege het beperkt aantal aanwezige pompputten en het noodzakelijke continue voedingsdebiet van 240 kubieke meter per uur voor de nanofiltratie was het noodzakelijk de bedrijfsvoering van het winveld Boerhaar in te stellen op een continu pompregime. Daar werden geen problemen mee verwacht, aangezien de meest gangbare theorie hierover zegt dat het continu belasten van putten het risico op verstopping eerder verkleint dan vergroot. De gedachte hierbij is dat het schakelen van pompen bij niet continue belasting deeltjes in het omringende watervoerend pakket mobiliseert en door verkleving in de boorgatwand tot verstopping kunnen leiden. Niet schakelen heeft dan minder mobilisatie van deeltjes tot gevolg en geeft derhalve minder risico op verstopping. Tegen deze achtergrond lag het ontstaan van putverstopping in Boerhaar derhalve in het geheel niet in de verwachting.

Er is echter nog een tweede theorie, minder bekend maar wel aan kracht winnend¹⁾ die juist van het tegenovergestelde uitgaat. De gedachte hierbij is dat het grondwater deeltjes bevat die de boorgatwand langzaam kunnen verstopen. Het schakelen van de pomp mobiliseert deze deeltjes waardoor ze vrijkomen uit de boorgatwand en met het opgepompte grondwater worden afgevoerd. Dit regenererend effect gaat verloren wanneer niet meer met de pompen geschakeld wordt.

Voorafgaand aan de koppeling van Boerhaar op Diepenveen werden de pompputten intermitterend bedreven. Het verliezen van

Tabel 1. Resultaten van opeenvolgende regeneratiestappen van pompput 98-03.

fase	productiecapaciteit in % t.o.v. referentiewaarde
voor regeneratie	21
na hogedrukreiniging	22
na juttieren	28
na waterstofperoxide + zuurreiniging	64
na sectiegewijs afpompen	75
na chloorbleekloog	85
na sectiegewijs afpompen	88



Afb. 1: Afpomplingsverloop van put 92-06 met schakelen (neerwaartse pieken).

het regenererende effect door de overgang van intermitterend naar een continu bedrijf heeft zich op meerdere wingebieden voorgedaan. Daarom is het aannemelijk dat de noodzakelijke overgang in pompregime de oorzaak is van de putverstopping. De nanofiltratie-installatie vraagt immers een continue permeaastroom op een vastgestelde opbrengst. De tweede theorie is nog wel getoetst door één van de pompputten (afgekoppeld van de nanofiltratie) met een frequentie van eens in de drie uur weer tijdelijk te schakelen. Dit leverde inderdaad een afname van de afpomping op, maar niet (snel) genoeg om uit te kunnen zien naar voldoende herstel van de put (zie afbeelding 1). Mogelijk dat de put hiervoor al te veel was aangetast.

Afstemming winmiddelen en nanofiltratie

Nanofiltratie is een proces dat erg storingsgevoelig is voor deeltjes en stelt daarmee hoge eisen aan de grondstof. Ten aanzien van de operatie van de putten belanden we hiermee in een tweespalt. Vanuit het oogpunt van putverstopping is het wenselijk regelmatig met de pompen te schakelen, want zo kunnen de deeltjes die putverstopping veroorzaken afgevoerd worden. Vanuit het oogpunt van de nanofiltratie is elke schakeling juist ongewenst. De deeltjes die bij een putschakeling afgevoerd worden, verstopen kaarsenfilters en membranen. Ze verkorten daarmee de standtijd van de kaarsenfilters en leiden tot extra onderhoud aan de membranen.

Wanneer het gaat om deeltjesmanagement in het opgepompte grondwater bestaan in principe twee mogelijkheden om het deeltjesgehalte voor de nanofiltratie te verlagen. De eerste mogelijkheid is het plaatsen van een deeltjesfilter. Dit heeft als nadeel dat een dergelijk filter een zeer korte standtijd kent wat leidt tot hoge kosten en een hoge afvalproductie. Het alternatief is een terugspoelbaar filter. Hierbij moet echter rekening gehouden

worden met een extra afvalstroom. De tweede mogelijkheid is het installeren van winmiddelen die de kans op het genereren van deeltjes verkleinen.

Wat de tweede oplossing betreft is een horizontale put een optie. Het filteroppervlak van een horizontale put is vele malen groter dan zelfs meerdere verticale putten, waardoor de snelheid op de boorgatwand bij een horizontale put kleiner is dan bij verticale putten. Het risico van mobilisatie van fijne deeltjes vanuit het watervoerend pakket en de boorgatwand neemt daardoor af. Verder bevindt het horizontale filter zich doorgaans op één diepte, terwijl een verticale put een dieptetraject beslaat. Een bijkomend voordeel is dat de verlaging van de grondwaterstand door het oppompen van water bij een horizontale put minder is dan de verlaging bij verticale putten.

Tabel 2. Kostenvergelijkingstabel verticale putten versus één horizontale put, als functie van het aantal verticale putten, rekening houdend met het verschil in (gekapitaliseerde) investerings- en onderhoudskosten (volgens de inzichten van medio 2003).

	totaal gekapitaliseerd		
	verticale put	horizontale put	verschil
1	6.725	56.000	-49.275
2	13.450	56.000	-42.550
3	20.175	56.000	-35.825
4	26.900	56.000	-29.100
5	33.625	56.000	-22.375
6	40.350	56.000	-15.650
7	47.075	56.000	-8.925
8	53.800	56.000	-2.200
9	60.525	56.000	4.525
10	67.250	56.000	11.250



Eén en ander leidt tot de volgende kwalitatieve voordelen van een horizontale put ten opzichte van de klassieke verticale putten:

- De kans dat deeltjes uit het watervoerend pakket worden meegevoerd, is bij een horizontale put kleiner;
- De kans op putverstopping is bij een horizontale put kleiner, omdat de snelheid op de boorgatwand lager is (althans: dat is een theorie/verwachting die voor zover wij weten nog steeds geldig is);
- Een horizontale put is daardoor meer geschikt voor continue belasting;
- De kans op het aantrekken van zuurstofhoudend grondwater (en daarmee de kans op deeltjesvorming door neerslag van ijzerhydroxiden) is bij een horizontale put kleiner.

De verwachting is derhalve dat een horizontale put beter aan de kwaliteitseisen die nanofiltratie stelt, tegemoet komt dan verticale putten.

Kosten winmiddelen

Een nadeel van horizontale putten is dat deze aanzienlijk hogere investeringskosten vragen dan verticale putten. Daar staat tegenover dat de capaciteit van een horizontale put velen malen hoger is dan die van een verticale put. Een horizontale put vervangt daarmee meerdere verticale putten. Daar komt bij dat de exploitatiekosten van een horizontale put lager zijn dan van een verzameling verticale putten en het ruimtebeslag van een horizontale put aanzienlijk minder is (één of twee mangaten versus vele putkoppen van verticale putten).

In opdracht van Vitens voerde Kiwa een kostenvergelijking tussen horizontale en verticale putten uit¹⁾. Op basis hiervan is een doorvertaling gemaakt van de kosten van één horizontale put versus de kosten van een oplopend aantal verticale putten (tabel 2), uitgaande van verticale putten met een capaciteit van 40 kubieke meter per uur en een horizontale put met een capaciteit van 360 kubieke meter per uur (hetgeen overeenkomt met het vergunningsdebiët van 3,15 miljoen kubieke meter per jaar). Hieruit blijkt dat het qua kosten het omslagpunt ligt bij acht of negen verticale putten. Nu zijn voor diezelfde 3,15 miljoen kubieke meter per jaar tien verticale putten van 40 kubieke meter per uur nodig (negen in productie plus één reserve), hetgeen (in theorie) betekent dat een horizontale put zelfs een jaarlijkse besparing van ruim 10.000 euro oplevert.

Keuze voor een horizontale put

Gerekend over de lange termijn zijn de kosten voor een horizontale put ten opzichte van de kosten van tien verticale putten niet echt onderscheidend. Wel is de verwachting dat een horizontale put aanzienlijke voordelen voor het functioneren van de nanofiltratie zal opleveren. Op grond hiervan is uiteindelijk besloten, ondanks de hoge investeringskosten, te kiezen voor een het plaatsen van één horizontale put in plaats van verder inspanningen te verrichten voor herstel van de bestaande vier verticale putten en het bijplaatsen van zes (en mogelijk zelfs tien) verticale putten. Omdat één horizontale put risico's met betrekking tot de leveringszekerheid met zich meebrengt, is gekozen voor de droge variant met strengen die onafhankelijk van elkaar bediend en onderhouden kunnen worden. De kans dat de gehele horizontale put uitvalt, is daarmee gering. Hiervoor worden de reeds bestaande verticale putten achter de hand gehouden. ◀

foto's: Volkers Wessels Water

LITERATUUR

- 1) Beek Kees van, Ate Oosterhof, Rob Breeveld en Bert-Rik de Zwart (2004). Frequent schakelen voorkomt mechanische putverstopping. H₂O nr. 18, pag. 36-38.
- 2) Bunnik J. (2003). Kostenvergelijking winningmethoden PS Boerhaar. Kiwa.

