



Kees van Beek, Kiwa Water Research
 Rob Breedveld, Vitens A&D
 Marc Baemans, Kiwa Water Research
 Gertjan Doedens, Vitens MN

Naar een verstoppingsvrij puttenveld Tull en 't Waal (3): putverstopping en putschakelen

Puttenveld Tull en 't Waal (Vitens Midden-Nederland) heeft ernstig te lijden van mechanische verstopping (verstopping van de boorgatwand). Mechanische verstopping kan op twee manieren worden tegengegaan: door de boorgatwand minder met deeltjes te belasten (door regelmatig te schakelen en/of door de capaciteit van de onderwaterpomp te verkleinen) en door de filterwerking van de boorgatwand te minimaliseren (zodat deeltjes in het onttrokken grondwater de boorgatwand gemakkelijk kunnen passeren). Dit laatste is mogelijk door zo schoon mogelijk te boren en/of door de put maximaal te ontwikkelen. In deze bijdrage wordt op de eerste mogelijkheid ingegaan, namelijk de relatie tussen het optreden van putverstopping en putschakelen. Putverstopping kan worden voorkomen door het toepassen van de juiste putschakeling. Niet alleen de duur van de afzonderlijke onttrekkingsperiodes blijkt van belang, maar ook de duur van de rustperiodes tussen de onttrekkingen. Tevens blijkt uit het onderzoek dat een 'gezonde' put zonder problemen tijdelijk 'overbelast' mag worden. Het beschreven onderzoek is uitgevoerd in opdracht van Vitens MN en het BTO Putmanagement, waarbij gebruik is gemaakt van resultaten van het BTS-onderzoek. In 2006 heeft IWA voor het onderzoek naar putmanagement, waaronder het hier beschreven concept van putschakelen om putverstopping te voorkomen, een Innovation Award uitgereikt aan de participanten van het BTS-onderzoek en BTO-onderzoek, waaronder Oasen, Vitens (toen nog Hydron), WML, Brabant Water, VMW, TU Delft en Kiwa Water Research. Dit is het derde artikel in een reeks van vier. De eerste twee artikelen zijn in de vorige H₂O verschenen.

Op meerdere puttenvelden, onder andere Noordbergum¹⁾ en Heel²⁾, is gebleken dat er een verband bestaat tussen schakelfrequentie van de onderwaterpomp en optreden van (mechanische) putverstopping. Langdurige continue onttrekkingen leiden tot een toename van de afpompings- en dus tot putverstopping en kort durende onttrekkingen tot een gelijk blijven van de afpompings- of tot enige verbetering. Uit resultaten van deeltjestellingen bleek dat de concentratie van deeltjes in het onttrokken grondwater kort na het starten van de onderwaterpomp een maximum vertoont, om vervolgens te naderen naar een evenwichtsconcentratie. Dit is echter de concentratie na filtratie over de boorgatwand en is dus kleiner dan de concentratie in het aanstromende grondwater. Door het aanzetten van de onderwaterpomp

wordt de omgeving van het putfilter (boorgatwand) verstoord, waardoor deeltjes die gedurende de voorgaande onttrekkingsperiode op de boorgatwand zijn geaccumuleerd worden gemobiliseerd en door het onttrokken grondwater worden afgevoerd. Zolang (gemiddeld) de deeltjes die gedurende een onttrekkingsperiode op de boorgatwand zijn geaccumuleerd, door het aanzetten van de onderwaterpomp bij de daaropvolgende onttrekkingsperiode weer volledig worden verwijderd, zal geen verstopping optreden. Is dat niet het geval, dan zal putverstopping optreden. Een en ander is toegelicht in afbeelding 1 op de volgende bladzijde.

Bepaling van de afpompings

In alle putten van puttenveld Tull en 't Waal zijn drukhoogtemeters ingehangen, die elk half uur de drukhoogte registreren.

Deze drukopnemers worden maandelijks uitgelezen. Uit het verschil in drukhoogte tijdens rust en tijdens bedrijf kan de afpompings worden berekend.

Putverstopping wordt gedefinieerd als een afname van de specifieke volumestroom Q_{spec} *

$$Q_{spec} = \frac{Q}{\Delta s}$$

Hierin is:

Q_{spec} : specifieke volumestroom (m³/h per m afpompings)

Q : onttrekking door de put (m³/h)

Δs : afpompings (m)

Zolang de onttrekking door de put gelijk blijft, is een afname in de specifieke volumestroom recht evenredig met een toename in de afpompings. Daarom is in het vervolg

gewerkt met de afpompingsmaat voor het optreden van putverstopping. Afbeelding 2 toont het verloop van de afpompingsmaat voor put 22.

Putschakeling

Bij het begin van de experimenten in januari 2005 werd put 22 'vooraan' gezet. Op deze manier werd de bedrijfsvoering van put 22 leidend en van de overige putten volgend. Daardoor week de werkelijke bedrijfsvoering weinig af van de gewenste bedrijfsvoering. Na augustus 2005 werd de carousselschakeling operationeel, waardoor alle putten volgens een vast schema schakelden⁹⁾. Op puttenveld Tull en 't Waal worden de schakelingen van de putten geregistreerd. Uit deze schakelingen kan de duur van de afzonderlijke onttrekkings- en rustperioden worden afgeleid. Dit maakt controle van het opgelegde schakelschema mogelijk.

Putverstopping en putschakeling

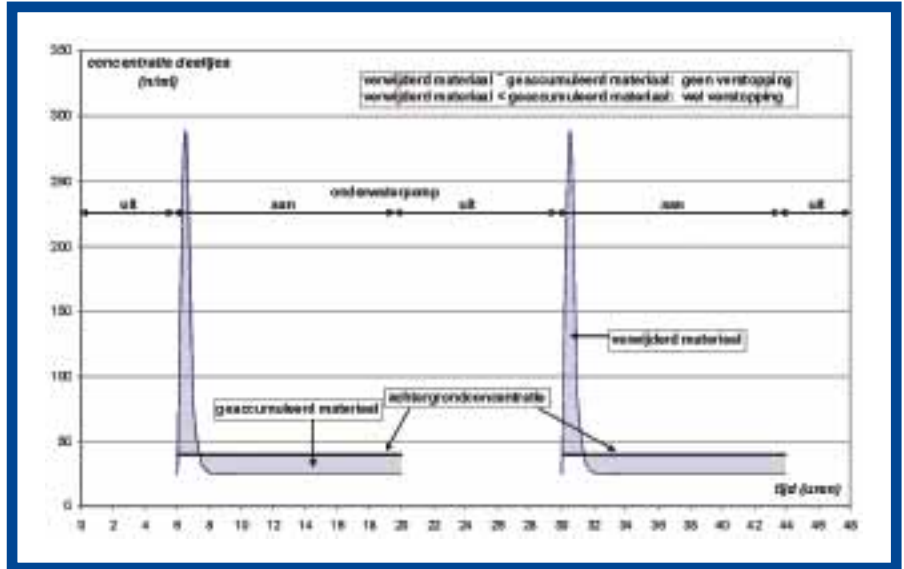
Uit afbeelding 2 blijkt dat het verloop van de afpompingsmaat (putverstopping) gedurende de periode van 1 januari 2005 tot 1 juli 2006 varieert. Aanvankelijk neemt de afpompingsmaat scherp toe, om vervolgens weer bijna tot de oorspronkelijke waarde terug te keren. Deze variatie in afpompingsmaat hangt samen met het putschakelen. Het beeld is op het einde iets geflatteerd, omdat gedurende de periode februari-maart 2006 de onderwaterpomp van 120 m³/h werd vervangen door een pomp van 100 m³/h.

Afbeelding 2 illustreert duidelijk de relatie tussen duur van de afzonderlijke onttrekkingsperioden en het optreden van putverstopping. Ten gevolge van de lange onttrekkingsperioden begin 2005 neemt de afpompingsmaat snel toe. Als de duur van deze periode wordt verkort tot drie uur, neemt de afpompingsmaat af. Uit extrapolatie van het verloop van de afpompingsmaat voor en na de miswijzing, ontstaat de indruk dat de omslag van toename naar afname vrijwel direct is opgetreden.

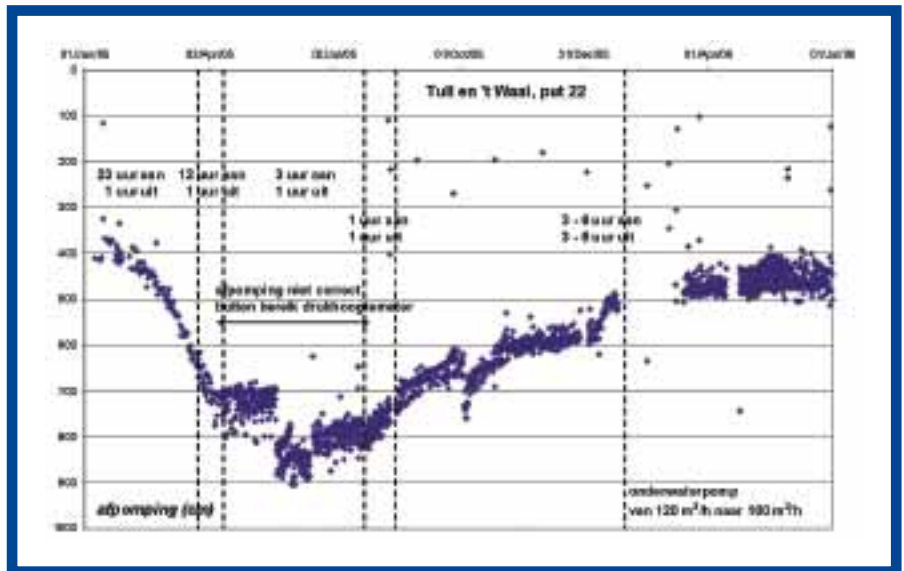
Zoals reeds vermeld, is gedurende de periode februari-maart 2006 een pompproef op de put uitgevoerd, waarbij gedurende zeven dagen continu met wisselende capaciteit is onttrokken. Uit de afbeelding blijkt dat deze continue onttrekking geen nadelig effect op de afpompingsmaat heeft gehad. Deze pompproef werd uitgevoerd terwijl de put zich aan het verbeteren was. Blijkbaar kan een put in goede conditie zonder nadeel tijdelijk worden 'overbelast'.

Deeltjesbalans

Afbeelding 3 toont voor put 22 het verloop van de concentratie deeltjes > 2 µm en de schakelingen, zowel van put 22 als van de overige putten. Uit de afbeelding blijkt dat de put in bedrijf is geweest gedurende drie uur en vervolgens twee maal gedurende zes uur. Deze perioden van drie en zes uur hangen samen met de ingestelde carousselperiode. Uit afbeelding 3 blijkt dat het verloop van de deeltjesconcentratie regelmatig wordt verstoord. De oorzaak van deze verstoringen is onduidelijk; willekeurige verstoringen door falen van de apparatuur door vuile detector etc. en niet-willekeurige verstoringen door het aan- (of uit-)schakelen

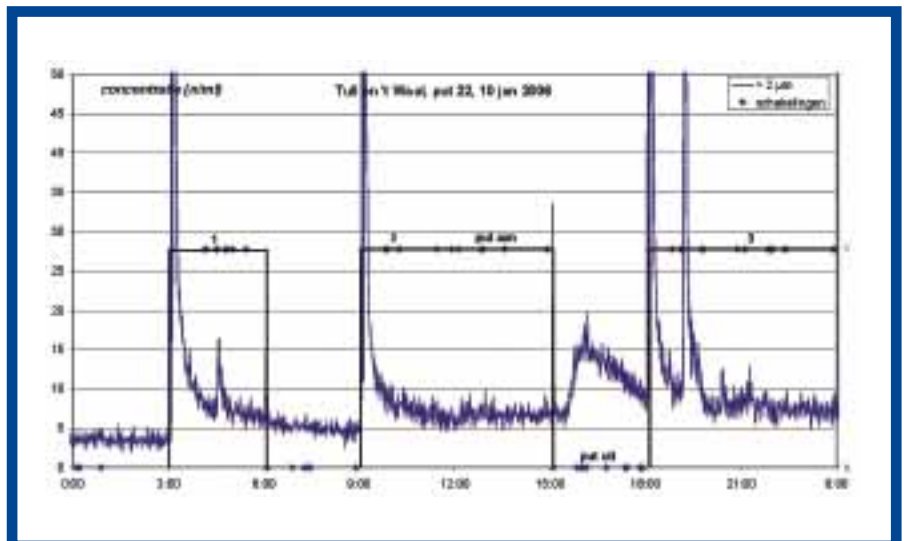


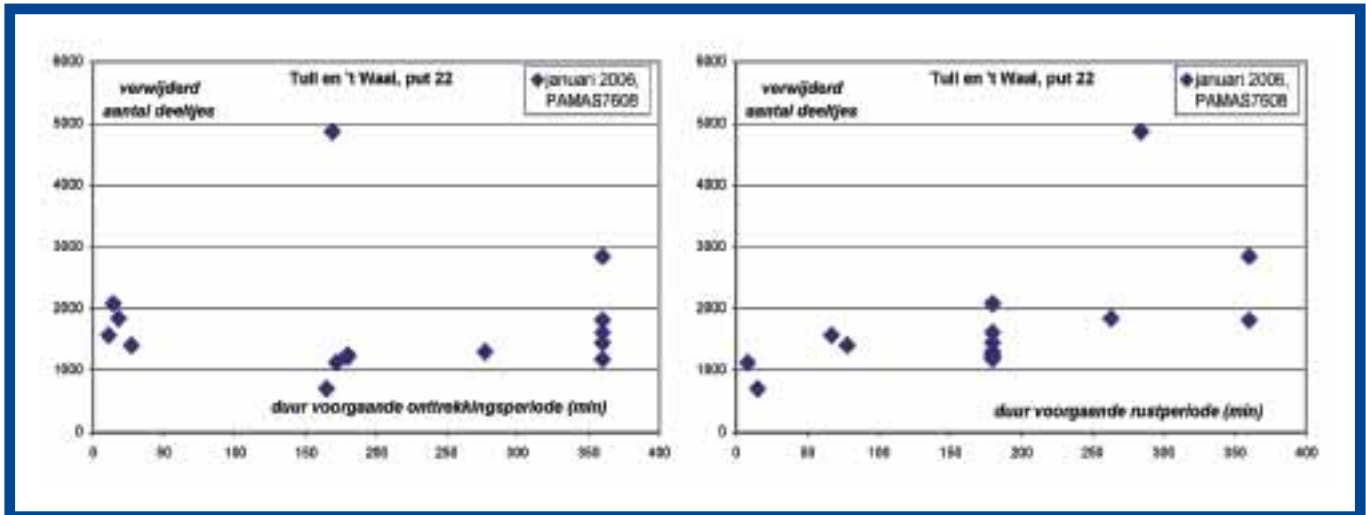
Afb. 1: Voorbeeld van een verloop van de concentratie deeltjes in onttrokken grondwater. Zolang de verwijderde hoeveelheid deeltjes bij aanschakelen van de onderwaterpomp gemiddeld gelijk is aan de geaccumuleerde hoeveelheid tijdens voorgaande onttrekking, zal geen putverstopping optreden.



Afb. 2: Verloop van de afpompingsmaat. Tevens is de duur van de afzonderlijke onttrekkings- en rustperioden weergegeven.

Afb. 3: Verloop van de concentratie van deeltjes > 2 µm in het grondwater gedurende onttrekking en de drie onttrekkingsperioden.





Afb. 4: Aantal deeltjes dat bij een schakeling wordt verwijderd, uitgezet zowel tegen de duur van de voorgaande onttrekkingsperiode als de voorgaande rustperiode.

van omringende putten of van putten aangesloten op dezelfde ruwwaterleiding.

De oppervlakte onder de 'piek' in de deeltjesconcentratie na aanzetten van de onderwaterpomp is een maat voor het aantal verwijderde deeltjes. Merk op dat de deeltjesconcentratie idealiter geleidelijk verloopt naar een evenwichtswaarde. Het begin van deze evenwichtswaarde is niet exact te bepalen. De berekening van het verwijderde aantal deeltjes bevat dus een mate van willekeur.

Afbeelding 4 toont het aantal deeltjes dat bij een schakeling wordt verwijderd, uitgezet zowel tegen de duur van de voorgaande onttrekkingsperiode als de duur van de voorgaande rustperiode.

Uit afbeelding 4 blijkt dat het per schakeling verwijderde aantal deeltjes varieert tussen 1.000 en 2.000. Tevens blijkt dat er geen relatie bestaat tussen het verwijderde aantal deeltjes en de duur van de voorgaande onttrekkingsperiode, maar dat er wel een zwakke lineaire relatie bestaat tussen het aantal deeltjes en de duur van de voorgaande rustperiode.

Uit onderzoek aan steekmonsters over de boorgatwand is bekend dat bij mechanische verstopping deeltjesbruggen worden gevormd^{4),5),7)}. Deze deeltjesbruggen worden in stand gehouden door de kracht van het aanstromende water en groeien aan onder invloed van de meegevoerde deeltjes. Zodra aan een put niet meer wordt onttrokken, valt de kracht van het aanstromende water weg en zullen de gevormde deeltjesbruggen uit elkaar beginnen te vallen. Hoe langer de rustperiode, des te meer deeltjesbruggen uit elkaar vallen. Dat mechanisch verstopte putten door stilstand aanzienlijk verbeteren is al lang bekend²⁾.

Het is niet zo dat een put na vijf minuten rust weer kan worden bijgezet. Niet alleen de duur van de afzonderlijke onttrekkingsperiode is van belang, maar ook de duur van de afzonderlijke rustperiodes.

Conclusie

Uit het voorgaande blijkt dat de afpomp (verstopping van de put) sterk is gerelateerd met de putschakeling. Niet alleen de duur

van de afzonderlijke onttrekkingsperiodes is van belang, maar ook de duur van de afzonderlijke rustperiodes. Bovendien blijkt dat een put in goede conditie tijdelijk kan worden 'overbelast'.

Er zijn aanwijzingen dat het voordelig is het putschakelprogramma regelmatig te veranderen. Dit kan gemakkelijk worden verkregen door de carouselgroepen binnen het carrouselprogramma te laten rouleren⁵⁾. Naast de hier beschreven putschakeling beïnvloeden ook nog andere, niet of minder te beïnvloeden, factoren het optreden van putverstopping. Te noemen zijn verdeling van de deeltjesconcentratie en van de weerstand over de boorgatwand over de lengte van het putfilter en onderlinge beïnvloeding van de putten.

LITERATUUR

- 1) Van Beek C., A. Oosterhof, R. Breedveld en B.-R. de Zwart (2004). Zelfregenererende pompputten, frequent schakelen voorkomt mechanische putverstopping. H₂O nr. 18, pag. 36-38.
- 2) Van Beek C. en M. Brandes (1977). Regeneratie van putten. H₂O nr. 24 pag. 546-551.
- 3) Juhász-Holterman M., M. Balemans en C. Jansen (2004). Beter inzicht in putverstopping door flowmetingen en hoogfrequente stijghoogtemetingen. H₂O nr.17, pag. 29-31.
- 4) Oosterhof A. (2005). Evaluatie regeneraties en onderzoek putverstopping puttenveld Ritskebos te Noardburgum. Rapport Vitens.
- 5) Timmer H., J. Verdel en A. Jongmans (2000). Verstopping putten door van nature aanwezig materiaal. H₂O nr. 20, pag. 24-26.
- 6) Van der Wurf N., C. van Beek, R. Breedveld en G. Doedens (2007). Naar een verstoppingvrij puttenveld Tull en 't Waal (2): Carrousel putschakelschema. H₂O nr. 2, pag. 51-53.
- 7) De Zwart A. (2007). Theoretical and experimental study of well clogging processes in the vicinity of water supply wells. Proefschrift TU Delft.