

Macharen: regeneratie van meerdere vormen van putverstopping

J. VERSTRAELEN, NV WATERLEIDINGMAATSCHAPPIJ OOST-BRABANT

C. VAN BEEK, KIWA NV

J. VAN HOOFF, NV WATERLEIDINGMAATSCHAPPIJ OOST-BRABANT

E. SCHRAMA, KIWA NV

De NV Waterleidingmaatschappij Oost-Brabant (WOB) heeft altijd problemen gehad met het optreden van putverstopping op het puttenveld Macharen. Het effect van regeneraties was matig, wat noopte tot frequent regenereren en na enkele regeneraties vervangen van putten. Dit was reden voor WOB om samen met Kiwa eens wat dieper op het optreden van putverstopping in te gaan. Uiteindelijk bleek het mogelijk om drie typen putverstopping te onderscheiden, namelijk verstopping op de boorgatwand en verstopping van de filterspleten door accumulatie van ijzerhydroxiden en waarschijnlijk mangaancarbonaat. De aanwezigheid van mangaancarbonaat moet nog mineralogisch worden bevestigd. Accumulatie van mangaancarbonaat als oorzaak van putverstopping is nog niet eerder gerapporteerd. Puttenvelden waar meerdere vormen van verstopping optreden, zijn zeer uitzonderlijk; er is in Nederland nog niet eerder over gerapporteerd.

Het puttenveld Macharen ligt drie kilometer ten noorden van het centrum van Oss (zie afbeelding 1) in een riviervlakte, doorsneden door afwateringssloten. De slingerende loop van de Maas zorgde voor een heterogene bodemopbouw.

Het puttenveld bestaat uit twee series putten van respectievelijk 21 (201 t/m 221) en 19 putten (301 t/m 319). De diameter van het putfilter bedraagt 471 mm. Het putfilter is gewoonlijk tussen 8 tot 18 m minus maaiveld geplaatst, bij enkele putten tussen 8 en circa 45 m-mv. Vanwege brak water is een diepere filterstelling niet mogelijk.

De putten zijn uitgerust met onderwaterpompen van circa 30 m³/h. De vergunningshoeveelheid bedraagt 6,7.10⁶ m³/jaar.

De putverstopping valt op door een toename van de afpompingsnelheid in de loop van de tijd. Afbeelding 2 toont het verloop van de afpompingsnelheid van de putten 204, 205 en 211. Hieruit blijkt dat de afpompingsnelheid vanaf 1991 toeneemt.

Plaats van de verstopping

Met behulp van waarnemingsfilters in de omstorting is het mogelijk de locatie van de

verstopping te achterhalen. Het verschil in afpompingsnelheid tussen put en waarnemingsfilter in de omstorting tijdens bedrijf is hierbij gedefinieerd als de intreeweerstand.

De putten in Macharen zijn uitgerust met twee waarnemingsfilters in de omstorting, namelijk één aan de bovenzijde en één aan de onderzijde van het putfilter. Afbeelding 2 geeft tevens het verloop van de afpompingsnelheid van beide waarnemingsfilters in de omstorting. Hieruit blijkt dat in put 204 het verloop van de afpompingsnelheid in de waarnemingsfilters samenvalt met die in de put zelf: de put verstopt zonder intreeweerstand.

Bij een toename van de afpompingsnelheid zonder toename van de intreeweerstand is de verstopping gelokaliseerd voorbij het waarnemingsfilter in de omstorting. Eenvoudigheidshalve wordt deze situatie omschreven als verstopping van de boorgatwand.

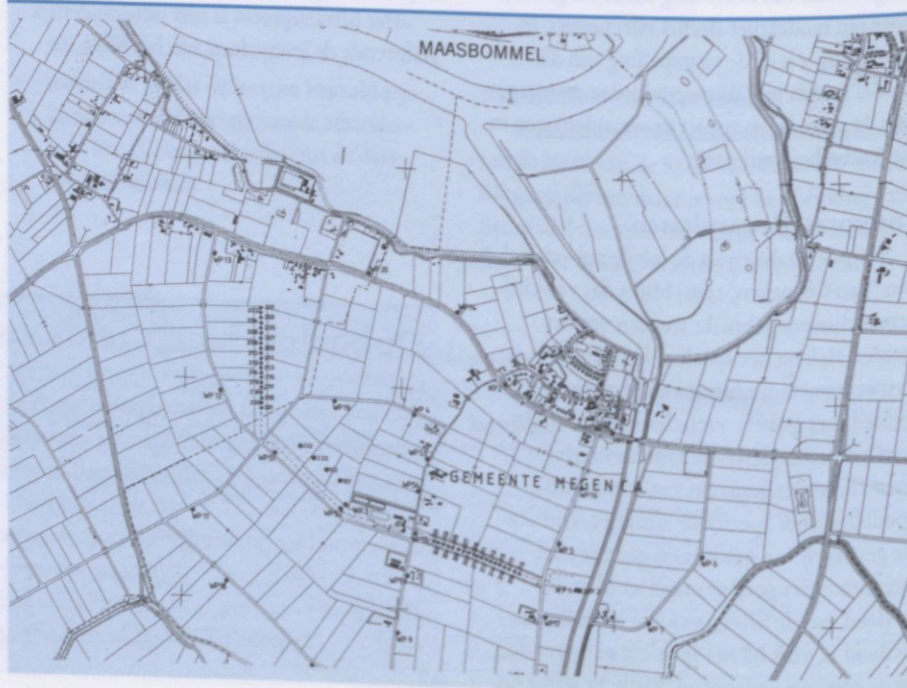
Bij de putten 205 en 211 valt de afpompingsnelheid in het ondiepe waarnemingsfilter niet samen met die in de put zelf: de putten verstopten met een intreeweerstand.

Indien de toename in de afpompingsnelheid gepaard gaat met een toename in de intreeweerstand is de verstopping gelokaliseerd tussen put en waarnemingsfilter. Eenvoudigheidshalve wordt deze situatie omschreven als verstopping van de filterspleten.

Oorzaken

Op het puttenveld Macharen verstopten sommige putten zonder en andere putten met intreeweerstand, of anders gezegd bij sommige putten is de verstopping op de boorgatwand gelokaliseerd, en bij andere putten in de filterspleten. Aan dit verschil in plaats van verstopping ligt een verschil in oorzaak ten

Afb. 1 Het puttenveld Macharen.



grondslag. De al of niet aanwezigheid van een intreeweerstand vormt daarom een belangrijk onderscheidend criterium bij het opsporen van de oorzaak van de verstopping (van Beek, 1995).

Verstopping van de filterspleten

Verstopping van de filterspleten treedt op door menging van verschillende watertypen. In dat geval is de chemische samenstelling van het grondwater dat aan de bovenzijde van het putfilter binnentreedt zodanig verschillend van de chemische samenstelling van het grondwater dat aan de onderzijde van het filter binnentreedt, dat bij menging neerslagen ontstaan. Hierbij kan gedacht worden

aan menging van redoxgevoelige parameters en andere neerslagvormende parameters.

Menging met redoxgevoelige parameters

In dit geval treedt langs de bovenzijde van het putfilter grondwater binnen dat een oxidatiemiddel bevat, namelijk zuurstof of nitraat, en aan de onderzijde grondwater dat gereduceerde stoffen bevat, namelijk ijzer(II), mangaan(II) of methaan. Zodra deze stoffen met elkaar in contact komen kunnen neerslagen ontstaan, zoals mangaanoxyden en ijzerhydroxiden. Het verloop van deze processen wordt vaak biologisch bevorderd, waarbij tevens grote hoeveelheden biomassa kunnen ontstaan. Dit is vooral het geval bij de oxidatie

van methaan door zuurstof. Dit proces is chemisch volledig vergelijkbaar met de zuivering, waarbij ijzerslib ontstaat.

Deze mogelijke oorzaak is nagelopen door in de resultaten van de jaarlijkse chemische analyses van het onttrokken grondwater de aanwezigheid van redoxgevoelige stoffen na te gaan. Uit deze resultaten blijkt dat het onttrokken grondwater hoge concentraties ijzer (3-22 mg/l) en mangaan (0,5-2 mg/l) bevat. De concentratie van zuurstof wordt in deze analyses niet bepaald. De concentratie van nitraat varieert van afwezig tot maximaal enkele mg/l. De aanwezigheid van nitraat gaat in de praktijk vaak gepaard met de aanwezigheid van zuurstof.

Na het trekken van de onderwaterpomp bleek dat vele pompen bedekt waren door een aanslag van ijzerhydroxiden en biomassa (slijm). De aanwezigheid van een dergelijk aanslag kan alleen worden verklaard door de aanwezigheid van ijzer en van zuurstof in het onttrokken grondwater. Blijkbaar bevat het onttrokken grondwater in die putten (een spoor) zuurstof. De concentratie van zuurstof kan zo laag zijn, dat het niet mogelijk is de aanwezigheid in het gezamenlijk onttrokken grondwater aan te tonen (Kobus en Vlasblom, 1975).

Nadat het optreden van verstopping door redoxgevoelige parameters was bevestigd, is onderzoek naar de rol van nitraat en van methaan bij het optreden van verstopping achterwege gelaten.

Menging met andere neerslagvormende parameters

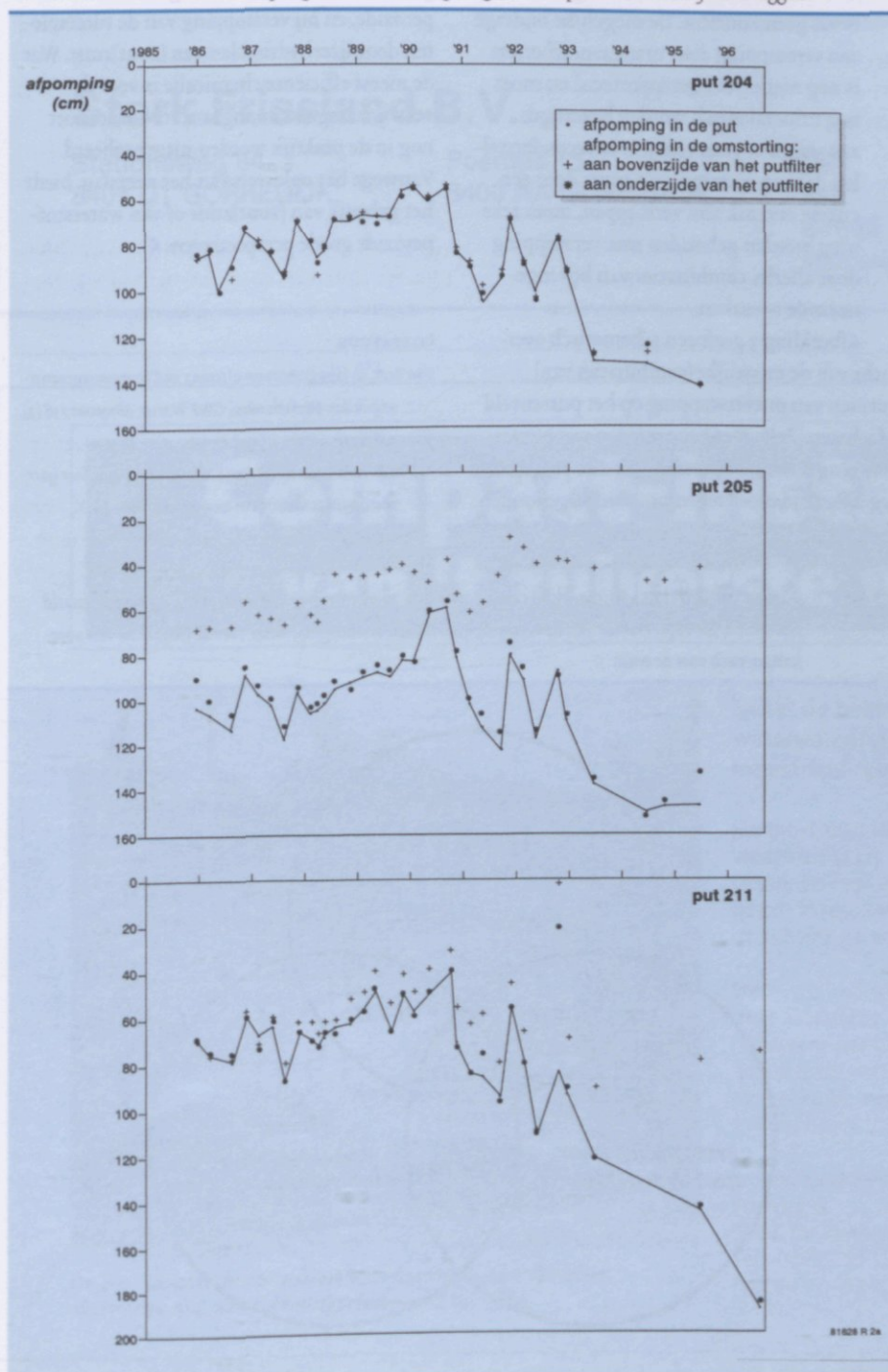
In dit geval is de chemische samenstelling van het grondwater dat aan de bovenzijde van het putfilter binnentreedt zodanig verschillend van de samenstelling aan de onderzijde, dat na menging een neerslag ontstaat. Bekende voorbeelden in dit verband zijn de vorming van calciëten en van aluminiumhydroxide.

Voorwaarde voor de vorming van een neerslag is (over)verzadiging van het grondwater met betrekking tot dat mineraal. Voor de berekening van de mate van verzadiging is chemische rekenprogrammatuur beschikbaar. In dit geval zijn de resultaten van de chemische analyses ingevoerd in het programma WATEQF.

Berekening van de verzadigingsindex

De mate van verzadiging van het grondwater ten opzichte van een mineraal wordt uitgedrukt als de verzadigingsindex. De verzadigingsindex is gedefinieerd als de logaritme van de verhouding van het product van de ionenactiviteiten en het

Afb. 2 Verloop van de afpompingsdiepte in de put en in de waarnemingsfilters in de omstorting van de putten 204, 205 en 211 te Macharen. Let op de grote verschillen in gedrag tussen de putten die dicht bij elkaar liggen.



oplosbaarheidsproduct, bijvoorbeeld voor calciet:

Hierin is:

SI_{calciet} : verzadigingsindex ten opzichte van calciet;

IAP: berekend ionenactiviteiten product van calciet;

$$SI_{\text{calciet}} = \log \frac{IAP_{\text{calciet}}}{SP_{\text{calciet}}} = \log \frac{(Ca^{2+}) CO_3^{2-}}{SP_{\text{calciet}}}$$

(Ca^{2+}) : activiteit van calcium;

SP: oplosbaarheidsproduct van calciet.

Negatieve waarden voor SI duiden op onderverzadiging. Bij aanwezigheid van calciet zal in dit geval calciet oplossen. Bij $SI = 0$ is het grondwater juist verzadigd met betrekking tot het betreffende mineraal. Positieve waarden duiden op oververzadiging, en kan calciet neerslaan. Verificatie van de vorming van een neerslag vindt plaats door mineralogisch onderzoek.

Uit deze berekeningen blijkt dat het onttrokken grondwater oververzadigd is met betrekking tot amorf ijzerhydroxide en sideriet. De oververzadiging met betrekking tot amorf ijzerhydroxide bleek al uit de aanslag op de onderwaterpompen.

Tevens blijkt dat het onttrokken grondwater van enkele putten oververzadigd is met betrekking tot calciet.

Opvallend is het resultaat van de berekeningen voor rhodochrosiet: het onttrokken grondwater van meerdere putten blijkt oververzadigd met betrekking tot dit mineraal. Maar de putten waar dit het geval is worden juist gekenmerkt door de afwezigheid van nitraat (en van zuurstof), en daarmee door de afwezigheid van redoxreacties. De verstopping van de filterspleten zou onder deze omstandigheden veroorzaakt kunnen worden door de vorming van neerslagen van calciet, rhodochrosiet en sideriet. De aanwezigheid van deze mineralen kan door onderzoek worden bevestigd.

Verstopping van de boorgatwand

Bij verstopping van de boorgatwand kan geen sprake zijn van menging van verschillende watertypen. De oorzaak van de verstopping wordt daar toegeschreven aan intensivering van van nature verlopende processen. Hierbij kan gedacht worden aan vorming van neerslag van ijzersulfiden onder invloed van sulfaatreducerende bacteriën, al of niet in combinatie met biomassa afkomstig van de bacteriën en accumulatie van (fijn) zand.

Het puttenveld Macharen is berucht vanwege het leveren van (fijn) zand. Waar (een

gedeelte van) dit zand accumuleert op de boorgatwand, draagt het bij aan het optreden van mechanische verstopping. Aangezien deze vorm van verstopping gemakkelijk is te herkennen, is hieraan verder geen aandacht besteed.

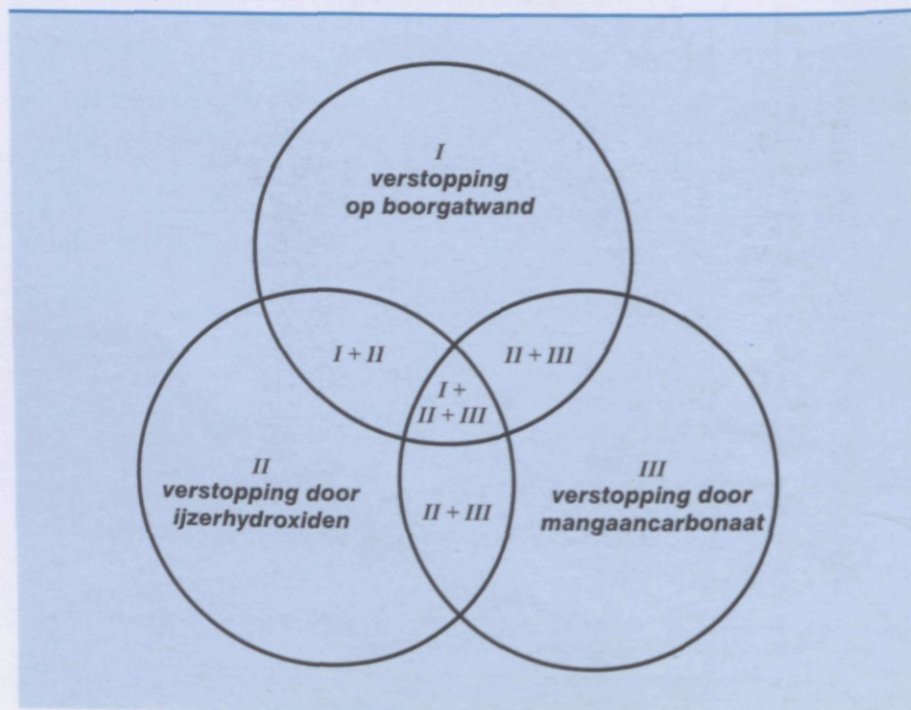
Indeling van de putten

Op basis van de resultaten van het onderzoek kunnen op het puttenveld Macharen de volgende vormen van putverstopping worden onderscheiden:

- verstopping op de boorgatwand;
- verstopping van de filterspleten door accumulatie van ijzerhydroxiden, met bijdragen van mangaanoxyden en biomassa. Het onttrokken grondwater bevat (sporen) zuurstof en nitraat;
- verstopping van de filterspleten door accumulatie van mangaan-, ijzer- en/of calciumcarbonaat. Het onttrokken grondwater bevat geen zuurstof. De mogelijke bijdrage aan verstopping door mangaancarbonaat is nog niet eerder gerapporteerd en moet nog mineralogisch worden bevestigd;
- aangezien er geen reden is te veronderstellen dat een verstopte put maar door één enkele oorzaak zou verstopten, moet rekening worden gehouden met verstopping door allerlei combinaties van bovengenoemde oorzaken.

Afbeelding 3 geeft een schematisch overzicht van de mogelijke (combinaties van) vormen van putverstopping op het puttenveld Macharen. Zelfs met het optreden van putverstopping door het optreden van drie processen tegelijkertijd moet rekening worden gehouden.

Afb. 3 Schematisch overzicht van (mogelijke combinaties van) voorkomen van putverstopping op het puttenveld Macharen. De oppervlakten van de verschillende vlakken vormen geen maat voor de frequentie van voorkomen, noch voor de ernst.



Putregeneratie

Vanzelfsprekend vraagt iedere vorm van putverstopping om een specifieke regeneratiemethode. Vanwege de aanwezigheid van meerdere vormen van putverstopping, en de aanwezigheid van meerdere vormen in één put, heeft de WOB heeft gekozen voor de volgende regeneratiestrategie: eerst schoonmaken van de put en de filterspleten met behulp van een spuitklos. Indien de put dan weer terug is op de oorspronkelijke capaciteit, is de regeneratie beëindigd. Indien de put na deze mechanische behandeling niet terug is op de oorspronkelijke capaciteit, is een verdere chemische behandeling noodzakelijk, waarbij de aard van de gebruikte chemicalie afhankelijk is van de vorm van de verstopping.

Bij verstopping van de boorgatwand wordt bij een chemische behandeling gebruik gemaakt van chloorbleekloog of van waterstofperoxide, en bij verstopping van de filterspleten door ijzerhydroxiden van (zout)zuur. Wat de meest efficiënte chemicalie is voor de verwijdering van mangaancarbonaat moet nog in de praktijk worden uitgetoetst. Vanwege het oplossen van het neerslag, biedt het gebruik van (zout)zuur of van waterstofperoxide goede perspectieven.

LITERATUUR

- Van Beek, C. (1995): Brunnenalterung und Brunnenregenerierung in den Niederlanden, GWF Wasser/Abwasser 136 (3) 128-137.
- Kobus, E. en W. Vlasblom (1975). Putverstoppingen door ijzerneerslagen te Castricum, Kiwa-mededeling 38.