

Een nieuw putschakelschema voor de grondwaterwinning van Baanhoek

Inke Leunk (KWR), Rob Lafort (Evides), Klaasjan Raat (KWR)

De waterwinvelden Baanhoek bij Dordrecht hebben last van putverstoppingen. Door deeltjestellingen werden het gewenste pompdebiet en de optimale bedrijfs- en rusttijden van de pompputten bepaald. Hiermee werd een nieuw, eenvoudig en flexibel schakelschema voor de pompputten opgesteld. Ook zijn twaalf oude, verstopte pompputten door nieuwe vervangen. In de komende jaren moet blijken of de (nieuwe) putten ook daadwerkelijk niet, of in ieder geval minder snel, verstopten.

Voor de bereiding van drinkwater op Baanhoek wordt zowel grond- als oppervlaktewater gebruikt. De zuivering is opgesplitst in een grondwaterbedrijf en oppervlaktewaterbedrijf. Het grondwaterbedrijf (GWB) Baanhoek is voor Evides van strategisch belang voor de drinkwater-voorziening van Dordrecht en omgeving. Evides heeft de afgelopen drie jaar geïnvesteerd in vernieuwing van het grondwaterbedrijf met de aanleg van twaalf nieuwe putten en de ontwikkeling van een putschakelschema [1]. Dit schema moet helpen bij het verhinderen dan wel het beheersen van putverstopping, een hardnekkig probleem bij GWB Baanhoek. Dit artikel beschrijft de opzet van het nieuwe putschakelschema en de analyse die aan het opzetten van dit schema vooraf ging.

GWB Baanhoek is gelegen op het Eiland van Dordrecht in Zuid-Holland en bestaat uit in totaal twintig actieve pompputten (Afb. 1). Deze putten zijn verspreid over drie winvelden: Jeugdorp (7 putten), Kop van 't Land (4) en Polder de Biesbosch (9). Alle putten hebben veel last van putverstopping. Belangrijke, bekende, oorzaken van deze putverstopping zijn de lokale geologie (fijnzandige pakketten), een gebrekkige putaanleg en onvoldoende onderhoud in het verleden, overbelasting van de putten, en verkeerd gebruik van toerengeregelde onderwater-pompen.



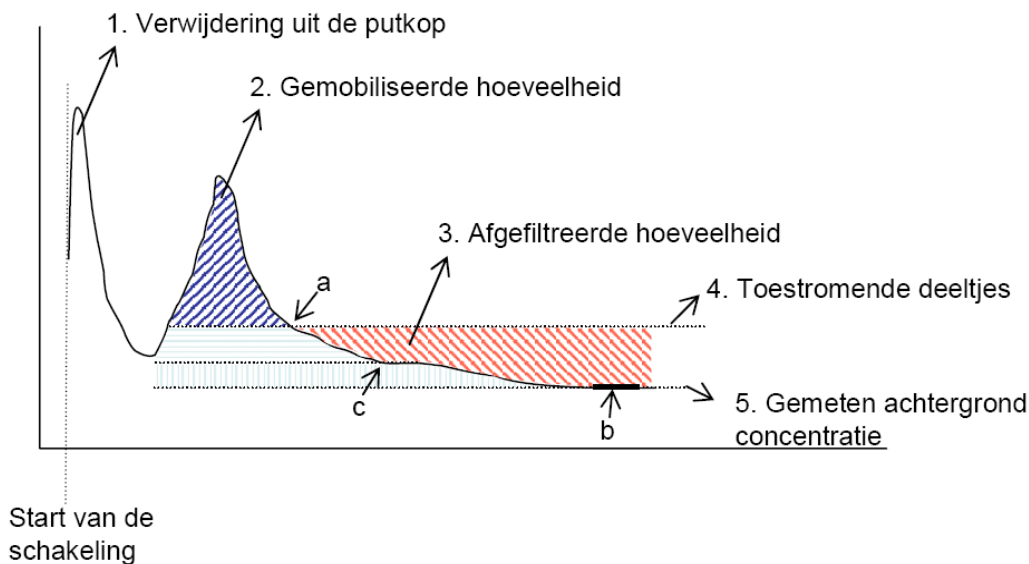
Afbeelding 1. Ligging van de putten van de drie winvelden en de productielocatie van grondwaterbedrijf Baanhoek (Evides)

In 2008 zijn enkele belangrijke veranderingen doorgevoerd in de bedrijfsvoering van de drie winvelden. Het gebruik van de toerengeregelde pompen is geoptimaliseerd: na aanschakelen wordt de pomp eerst op vol vermogen ingezet en pas na enige tijd teruggetoerd naar het gewenste debiet. Ook de belasting van de putten (duur van de onttrekkingen) is beperkt en er wordt sinds 2008 meer geschakeld dan in de

periode daarvoor. Deze aanpassingen hadden helaas weinig effect: de slecht functionerende putten verstopten nog altijd snel, waardoor blijvend hoge kosten gemaakt moesten worden voor regeneraties.

Putschakelen

Putschakelen is het geregeld uit- en anschakelen van pompputten. Het is een effectieve manier om verstopping door deeltjes tegen te gaan. Tijdens anschakelen van putten worden eerder afgevangen deeltjes langs de boorgatwand getrokken en uit de put verwijderd. Dit uit zich in een piek in het aantal deeltjes in het afgepompte water (Afb.2). Alleen in de eerste periode na het anschakelen worden extra deeltjes verwijderd, daarna begint de accumulatie van deeltjes op de boorgatwand weer. Door regelmatig te schakelen kan worden voorkomen dat deeltjes langdurig accumuleren op de boorgatwand en zo voor verstopping zorgen. Er bestaan geen kant-en-klare recepten voor putschakelschema's, maar een goede analyse helpt doorgaans wel bij het bepalen van pompdebieten en bedrijfs- en rusttijden. Voor GWB Baanhoek is een analyse gemaakt van de bedrijfsvoering in het verleden en met deeltjes-tellingen is inzicht verkregen in het gewenste pompdebiet en de optimale bedrijfs- en rusttijden.

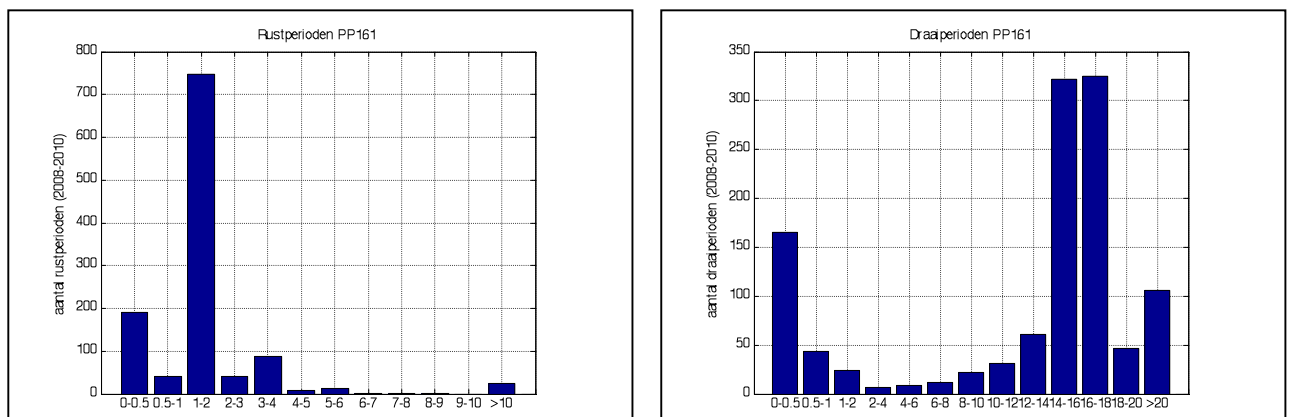


Afbeelding 2. Schematische weergave van accumulatie en verwijdering van deeltjes van de boorgatwand

Na anschakelen worden deeltjes verwijderd van de putkop (1) en de boorgatwand (2, blauw gearceerd). Tijdens de reguliere bedrijfsvoering accumuleren met het grondwater toestromende deeltjes op de boorgatwand (3, rood gearceerd). Als door te weinig schakelen de verwijdering van deeltjes kleiner is dan de accumulatie zal de put verstopten.

Vele langdurige onttrekkingen

De twintig pompputten worden sinds 2008 intensief gemonitord. Onder meer het pompdebiet en de waterstand in de put worden eens per 3(!) seconden gemeten en geregistreerd in het productie-informatie-systeem (PI). Dit systeem herbergt zo een schat aan informatie over de bedrijfsvoering en het optreden van putverstopping. Een analyse van deze gegevens maakte duidelijk dat voor alle putten de rustperiode doorgaans kort is (1-2 uur) en de aaneengesloten onttrekkingsperiode juist erg lang, in de regel tussen de 12 en 18 uur (Afb. 3). Bovendien werd veelvuldig langer dan 20 uur aaneen onttrokken en geregeld zelfs langer dan 48 uur. Uit eerder onderzoek naar putverstopping weten we dat langdurige ononderbroken onttrekkingen put-verstopping in de hand werken [2].



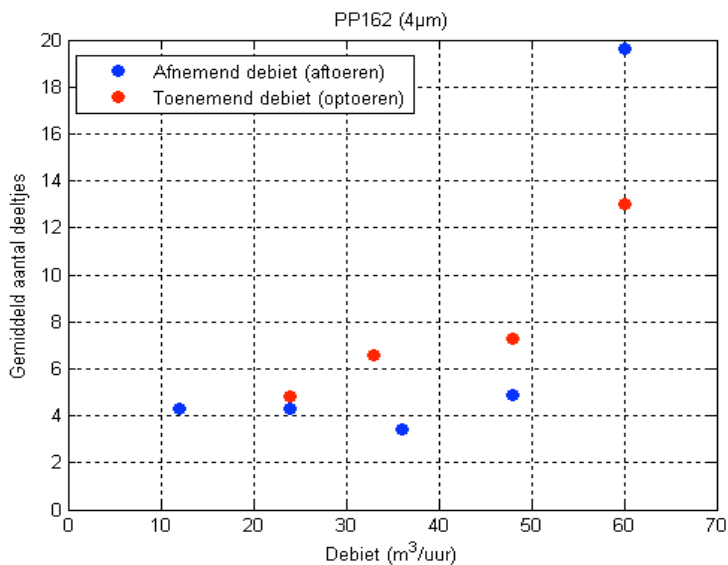
Afbeelding 3. Frequentieverdeling van de lengte van rustperiode (links) en van de inbedrijfsperiode (rechts) voor een pompput van winveld Polder de Biesbosch (periode 2008 – 2010)

Deeltjestellingen

Deeltjestellingen kunnen inzicht geven in de deeltjesbelasting van putten en de verwijdering van deeltjes tijdens aanschakelen. Door tellingen uit te voeren bij verschillende wijzen van bedrijfsvoering wordt duidelijk welke combinatie van bedrijf- en rusttijden vanuit verstopings-optiek ideaal is. Tellingen zijn uitgevoerd op het onttrokken ruwe water van drie putten van winveld Polder de Biesbosch. Een van de putten was een al langer bestaande put, de andere twee waren kort voor de tellingen geplaatst.

De pompputten van Polder de Biesbosch worden de eerste 30 minuten na aanschakelen op vol vermogen ($60\text{m}^3\text{h}^{-1}$) ingezet en vervolgens teruggetoerd naar het gewenste debiet. Uit de tellingen bleek deze wijze van aanschakelen een effectieve manier te zijn om deeltjes te verwijderen. Aanschakelen op vol vermogen leverde een grotere piek in verwijderde deeltjes (fase 2 in Afb. 2) dan aanschakelen met een lager debiet. Dit gaat waarschijnlijk ook op voor de putten van winvelden Kop van 't Land en Jeugdorp.

De accumulatie van deeltjes heeft plaats in de periode korte tijd na anschaken, tijdens de reguliere bedrijfsvoering (fase 3 in Afb. 2). De hoeveelheid deeltjes die accumuleert is afhankelijk van de concentratie deeltjes in het toestromende water. De concentratie deeltjes in het onttrokken water is daarvoor een goede maat en neemt doorgaans toe met een toenemend debiet. Vanaf een bepaald debiet neemt de concentratie veelal zeer sterk toe. Dit wordt het 'kritisch debiet' genoemd. Ook de putten in Polder de Biesbosch vertonen dit beeld, zoals voor een van de putten te zien is in Afbeelding 4. De deeltjesconcentratie is vrijwel constant bij lage debieten, maar neemt snel toe bij debieten van $45\text{m}^3\text{h}^{-1}$ en hoger. In de reguliere bedrijfsvoering is het dus niet verstandig grondwater te onttrekken met een hoger debiet dan dit kritische debiet. Na terugtoeren moeten de putten met maximaal circa $45\text{m}^3\text{h}^{-1}$ onttrekken.



Afbeelding 4. Deeltjesconcentratie (n/ml) voor de fractie 4µm voor pompput 162 van Polder de Biesbosch bij verschillende onttrekkingsdebieten

Eerst is het aantal deeltjes bepaald bij 60 m³/uur, vervolgens is het debiet stapsgewijs verlaagd tot 12 m³/uur en daarna is het debiet weer verhoogd. Bij verschillende debieten is geteld hoeveel deeltjes er vrijkomen.

Tijdens rust wordt er geen water naar de put getrokken en worden er dus ook geen nieuwe deeltjes naar de put gevoerd en afgezet. Uit de deeltjestellingen werd duidelijk dat de rusttijd van invloed is op het aantal verwijderde deeltjes bij aanschakelen. Dat nam toe bij een langere rusttijd. Blijkbaar hebben ophopingen van deeltjes op de boorgatwand enige tijd nodig om uiteen te vallen, waarna ze bij het aanzetten van de pomp beter te verwijderen zijn. Voor optimale verwijdering van deeltjes bedraagt de rusttijd ten minste 3 uur. In de deeltjestelling is geen relatie te zien tussen de tijd dat een pomp aanstaat en de hoeveelheid verwijderde deeltjes bij aanschakelen. We kunnen uit de deeltjestellingen daarom geen eenduidige informatie halen over de gewenste bedrijfstijd, maar afgaande op ervaringen in de reguliere bedrijfsvoering op Kop van 't Land raden we een maximum bedrijfstijd van 9 uur aan.

Tenslotte bleek uit de deeltjestellingen dat bij de nieuw aangelegde putten minder deeltjes verwijderd werden bij aanschakelen dan bij de bestaande put. Dit komt waarschijnlijk doordat bij de nieuwe putten (nog) minder accumulatie van deeltjes heeft plaatsgevonden. Door effectief te schakelen moet worden gezorgd dat deze accumulatie ook in de toekomst niet plaats zal hebben. Vanuit dit oogpunt is het interessant de deeltjestellingen op deze putten over een aantal jaar, na voldoende bedrijfsuren, te herhalen.

Schakelschema

Op basis van de bovenstaande resultaten zijn de volgende randvoorwaarden voor een schakelschema opgesteld:

- Aanschakelen: 30 minuten op 60 m³h⁻¹, daarna terugtoeren naar circa 45 m³h⁻¹. (Voor Jeugdorp: 30 minuten op 30 m³h⁻¹, terugtoeren naar circa 20m³h⁻¹).
- De lengte van een rustperiode: minimaal 3 uur.
- De lengte van een bedrijfsperiode: maximaal 9 uur.
- Voorkom lange ononderbroken bedrijfsperiodes (>16 uur).
- Zorg ervoor dat het schema voldoende ruimte laat voor onverwachte uitval van putten, zodat de andere putten niet (weer) overbelast zouden worden.

Behalve met deze randvoorwaarden moest ook rekening gehouden worden met de voorwaarden vanuit productie en zuivering. Zo bedraagt de gewenste totale productie circa 500 m³/h en is het aandeel van

de drie winvelden hierin zo constant mogelijk, zodat ook de ruwwaterkwaliteit zo constant mogelijk is. Verder moest de spoeling van de beluchting- en ontgassingstorens (BOT) ingepast worden in het schema. Deze spoeling heeft plaats op maandag-, woensdag- en vrijdagochtenden.

Op basis van deze randvoorwaarden zijn verschillende schakelschema's voor Baanhoek opgesteld, waaruit uiteindelijk de keuze is gemaakt voor de variant met de beste balans tussen voorkómen van verstopping en de geleverde capaciteit. Afbeelding 5 toont het schakelschema voor winveld Jeugdorp. Putten staan steeds 6 uur aan gevolgd door 3 uur rust. Voorts is ervoor gekozen het schema te baseren op 6 in plaats van de beschikbare 7 putten, zodat altijd ruimte is voor onverwachte uitval van putten en (regulier) onderhoud. Uitval en onderhoud veroorzaken zo geen extra belasting voor de overige putten. In het schakelschema is tevens te zien hoe de BOT-spoeling is ingepast: door de rust van (slechts) één put eenmalig met een half uur te verkorten.

van	tot	JD101 [m3/h]	JD103 [m3/h]	JD104 [m3/h]	JD105 [m3/h]	JD107 [m3/h]	JD109 [m3/h]	JD110 [m3/h]	TOT [m3/h]
00:00	00:30	30	0	20	30	0	20	0	100
00:30	01:00	20	0	20	20	0	20	0	80
01:00	01:30	20	0	20	20	0	20	0	80
01:30	02:00	20	0	20	20	0	20	0	80
02:00	02:30	20	0	20	20	0	20	0	80
02:30	03:00	20	0	20	20	0	20	0	80
03:00	03:30	20	30	0	20	30	0	0	100
03:30	04:00	20	20	0	20	20	0	0	80
04:00	04:30	20	20	0	20	20	0	0	80
04:30	05:00	20	20	0	20	20	0	0	80
05:00	05:30	20	20	0	20	20	0	0	80
05:30	06:00	20	20	0	20	20	0	0	80
06:00	06:30	0	20	30	0	20	30	0	100
06:30	07:00	0	20	20	0	20	20	0	80
07:00	07:30	0	20	20	0	20	20	0	80
07:30	08:00	0	20	20	0	20	20	0	80
08:00	08:30	0	20	20	0	20	20	0	80
08:30	09:00	30	20	20	30	20	20	0	140
09:00	09:30	20	0	20	30	0	20	0	90
09:30	10:00	20	0	20	20	0	20	0	80
10:00	10:30	20	0	20	20	0	20	0	80
10:30	11:00	20	0	20	20	0	20	0	80
11:00	11:30	20	0	20	20	0	20	0	80
11:30	12:00	20	0	20	20	0	20	0	80
12:00	12:30	20	30	0	20	30	0	0	100
12:30	13:00	20	20	0	20	20	0	0	80
13:00	13:30	20	20	0	20	20	0	0	80
13:30	14:00	20	20	0	20	20	0	0	80
14:00	14:30	20	20	0	20	20	0	0	80
14:30	15:00	20	20	0	20	20	0	0	80
15:00	15:30	0	20	30	0	20	30	0	100
15:30	16:00	0	20	20	0	20	20	0	80
16:00	16:30	0	20	20	0	20	20	0	80
16:30	17:00	0	20	20	0	20	20	0	80
17:00	17:30	0	20	20	0	20	20	0	80
17:30	18:00	0	20	20	0	20	20	0	80
18:00	18:30	30	0	20	30	0	20	0	100
18:30	19:00	20	0	20	20	0	20	0	80
19:00	19:30	20	0	20	20	0	20	0	80
19:30	20:00	20	0	20	20	0	20	0	80
20:00	20:30	20	0	20	20	0	20	0	80
20:30	21:00	20	0	20	20	0	20	0	80
21:00	21:30	20	30	0	20	30	0	0	100
21:30	22:00	20	20	0	20	20	0	0	80
22:00	22:30	20	20	0	20	20	0	0	80
22:30	23:00	20	20	0	20	20	0	0	80
23:00	23:30	20	20	0	20	20	0	0	80
23:30	00:00	20	20	0	20	20	0	0	80

Afbeelding 5. Een dag uit het schakelschema zoals opgesteld voor winveld Jeugdorp

Voor elk half uur is voor iedere put aangegeven hoeveel er onttrokken wordt. De BOT-spoeling is in rood aangegeven.

Eerste ervaringen

Sinds september 2012 wordt GWB Baanhoek ook daadwerkelijk aangestuurd volgens dit schema. Daarvoor is het schema geïmplementeerd in DeltaV, het procesautomatiserings-programma van Baanhoek. De ervaringen in de praktijk zijn positief: het schema sluit goed aan bij de dagelijkse bedrijfsvoering, onder andere door zijn eenvoudige en flexibele opzet. Putverstopping wordt gemonitord door maandelijkse metingen van het specifieke debiet, voor elke put. Vooral nog suggereren deze metingen dat het specifieke debiet constant blijft en er dus geen putverstopping optreedt, maar de tijd is nog te kort om harde conclusies te trekken.

Literatuur

- (1) Raat, K.J., en I. Leunk, 2011. Een puschakelschema voor GWB Baanhoek: onderzoek en ontwerp. KWR 2011.094
- (2) Beek, C.G.E.M. van, A. T. Oosterhof, R. Breedveld en B.R. de Zwart, 2004. Zelfregenererende pompputten, frequent schakelen voorkomt mechanische putverstopping. H2O 37(18): 36-38.