

Prognosebesturing in een complex voorzieningsgebied

M. Bakker, DHV Water
K. van Schagen, DHV Water
N. Backus, Waterleiding Maatschappij Limburg

Waterleiding Maatschappij Limburg heeft op pompstation IJzeren Kuilen bij Maastricht een centrale onthardingsinstallatie gerealiseerd. Het water van een aantal pompstations in Zuid-Limburg had te maken met een te hoge hardheid. Om de klanten meer comfort te bieden met betrekking tot het drinkwater was een verlaging van de hardheid op een aantal pompstations noodzakelijk. WML heeft hierbij gekozen om het water van een zestal winningen centraal te ontharden op de locatie IJzeren Kuilen.

Na het gereedkomen van de onthardingsinstallatie wordt al het water in het gebied niet meer op vier locaties maar op één locatie (na)behandeld. Bij deze nieuwe situatie is ook de wijze waarop het water van de productielocatie bij de klanten wordt gebracht heroverwogen. Naar aanleiding hiervan heeft WML besloten om het reine water vanaf IJzeren Kuilen direct te distribueren naar de vier bestaande voorzieningsgebieden. De reinwaterkelders en reservoirs in het gebied worden hierbij gebruikt als suppletiereservoirs. De vroegere en huidige infrastructuur in het gebied worden weergegeven in afbeelding 1 + 2.

Toegenomen complexiteit

In de oude situatie had elk deelgebied één locatie die zorgde voor de productie van voldoende water. De productielocaties bezaten vaak een zekere overcapaciteit, die bij dreigende watertekorten op dagen met hoog verbruik aangesproken kon worden. In dergelijke situaties werd vaak voor slechts enkele uren sterk opgeschakeld om te lage niveaus in de reservoirs te voorkómen. Vanaf de productielocatie en eventueel geholpen door een suppletiereservoir werd de druk gehandhaafd in het gebied.

In de nieuwe situatie wordt het water voor vier gebieden op één locatie met slechts weinig overcapaciteit geproduceerd. Het productieproces op deze locatie met pelletontharding is gevoeliger voor debietsvariaties dan de vroegere relatief eenvoudige grondwaterzuiveringen. Bovendien heeft de onthardingslocatie een relatief kleine reinwaterkelder. Voor het bereiken van de zeer gewenste stabiele procesvoering is optimaal gebruik maken van de suppletiereservoirs in de voorzieningsgebieden een absolute noodzaak!

Sturing productie en suppletiereservoirs

Voorafgaand aan de realisatie van het project, heeft WML de sturing van de productie en de suppletiereservoirs met een simulatiemodel onderzocht. Uit de simulatie bleek dat de drinkwaterinfrastructuur in het gebied met bij WML gebruikelijke niveauschakelingen niet goed bestuurd kon worden. Gedurende het hele jaar traden veel productieschakelingen op en op de maximale dag traden onacceptabele lage niveaus in reservoirs en reinwaterkelders op. De conventionele besturing met niveauschakelingen bleek onvoldoende in staat om de beschikbare berging op de juiste wijze te gebruiken. Bovendien kon de productie niet op adequate wijze aan de vraag aangepast worden. Hoewel theoretisch voldoende productiecapaciteit en berging aanwezig is in het gebied, kon deze met conventionele regelingen niet bevredigend worden ingezet.

Het toepassen van prognosebesturing is een manier om efficiënter gebruik te maken van de infrastructuur in een voorzieningsgebied. De besturing vindt dan niet meer plaats op basis van alleen actuele gegevens (niveaus, drukken en debieten), maar tevens op basis van een voorspelling van deze gegevens. Deze voorspelling wordt gebaseerd op een korte termijn prognose (48 uur) van de drinkwatervraag.

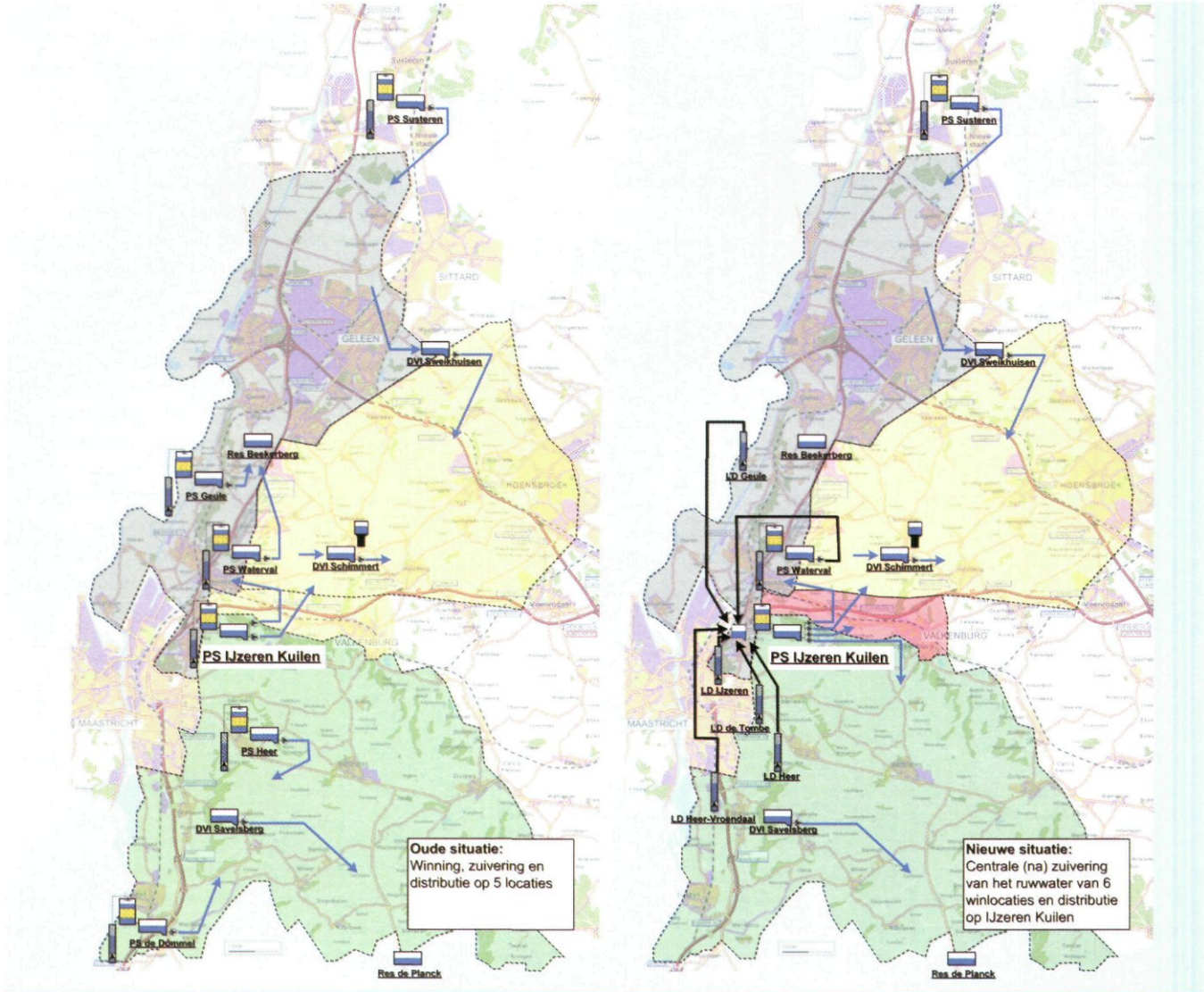
Samen met DHV heeft WML het toepassen van het prognosemodel OPIR bij IJzeren Kuilen onderzocht. Na het uitvoeren van verschillende simulaties bleek dat met het toepassen van OPIR de gewenste stabiele bedrijfsvoering in het gebied wel mogelijk was.

Toegepaste prognosebesturing

IJzeren Kuilen levert aan vier voorzieningsgebieden. Voor de beste besturingsresultaten is het nodig om per voorzieningsgebied een drinkwaterprognose te maken. Voor het maken van een prognose moet per voorzieningsgebied een balans opgesteld worden, waarmee het netto verbruik per uur bepaald wordt. De netto uurverbruiken van de voorgaande dagen vormen de input voor het voorspellingsmodel.

Het onthardingsproductiebedrijf IJzeren Kuilen.



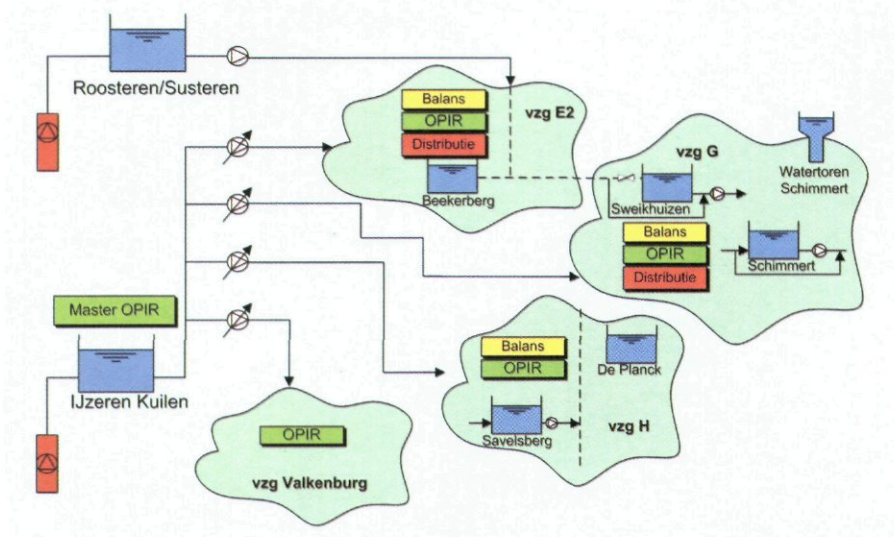


Afb. 1: Oude en nieuwe opzet van de drinkwatervoorziening in Zuid-Limburg.

Op basis van het voorspelde drinkwaterverbruik wordt vervolgens de levering van IJzeren Kuilen aan het gebied of de inzet van de reservoirs in het gebied bepaald. Hierbij zijn de volgende regelingen toegepast:

- richting Beekerberg: op basis van het voorspelde verbruik, wordt het door IJzeren Kuilen te verpompen debiet bepaald. Vanuit Susteren wordt gezorgd voor handhaving van voldoende druk in het gebied (schakeling op basis van het niveau in Beekerberg);
- richting Schimmert: op basis van het voorspelde verbruik, wordt het door IJzeren Kuilen te verpompen debiet bepaald. De pompen van Sweikhuizen zorgen voor handhaving van voldoende druk in het gebied (schakeling op basis van het niveau in de toren van Schimmert);
- richting Savelsberg: op basis van het voorspelde verbruik, wordt het gewenste niveauverloop van reservoir Savelsberg en het bijbehorende debiet vanaf IJzeren Kuilen bepaald. Bij voldoende niveau in reservoir Savelsberg is de druk in het gebied ook voldoende;
- richting Valkenburg: dit gebied wordt alleen gevoed vanaf IJzeren Kuilen en bevat geen reservoirs. De pomp van IJzeren Kuilen in deze richting wordt op druk/flow geregeld.

Afb. 2: Basisbedieningsscherm van de prognosebesturing van IJzeren Kuilen.



De levering van IJzeren Kuilen in de richtingen Beekerberg, Schimmert en Savelsberg is al vrij constant. De reservoirs in het gebied zorgen voor de afvlakking van het verbruik in de gebieden. De levering richting Valkenburg kent een normale modulatie, omdat in dit gebied geen reservoir aanwezig is. De variatie van het in totaal door IJzeren Kuilen geleverde debiet is hiermee zodanig klein, dat de productie zo goed als volledig afgevlakt kan worden in de relatief kleine reinwaterkelder van IJzeren Kuilen.

Sturing productie

Aan de hand van het voorspelde verbruik per richting en de verwachte inzet van de reservoirs, wordt het door IJzeren Kuilen te leveren debiet per richting voorspeld. De som van de vier voorspelde uitgaande debieten is het totale debiet dat uit de reinwaterkelder van IJzeren Kuilen verpompt zal worden. Aan de hand van deze totale voorspelling wordt de productie van IJzeren Kuilen bepaald.

In afbeelding 4 wordt de productiesturing op een 48-uurs tijdschaal getoond. De groene lijn is hierbij de som van de debieten in de vier leveringsrichtingen van IJzeren Kuilen. De blauwe lijn is het niveau in de reinwaterkelder, terwijl de rode lijn het productiedebiet is.

Technische implementatie

Hardware

Het prognosemodel OPIR draait op een standaard Windows-NT PC. Deze PC is gekoppeld aan de besturingsinstallatie van IJzeren Kuilen voor het inlezen van de benodigde meetgegevens en het terugsturen van commando's en setpoints. Hiermee draait het model volledig automatisch (regulier) zonder tussenkomst van een operator.

Visualisatie en bediening

De visualisatie en bediening van OPIR is geïntegreerd in de SCADA omgeving van IJzeren Kuilen. Toetsenbord, beeldscherm en muis van de OPIR PC zijn verwijderd, omdat zij geen functie meer hadden.

De OPIR-schermen zijn echter niet in het gebruikte SCADA-pakket geprogrammeerd. SCADA biedt veelal te weinig vrijheid voor het programmeren van schermen die voor de prognosebesturing gewenst zijn en ook het presenteren van toekomstige trends (prognoses) levert vaak problemen op. Om deze reden is besloten om gebruik te maken van de functionaliteit van het SCADA-pakket om Web-pagina's te tonen. De web-pagina's worden op de OPIR-PC gemaakt en gepubliceerd en kunnen vanuit SCADA in een Web-window bekeken worden. In afbeelding 2 wordt het basisbedieningsscherm van OPIR IJzeren Kuilen getoond. Vanuit dit scherm kunnen de verschillende andere OPIR-schermen opgeroepen worden.

Opstellen waterbalans per voorzieningsgebied

Voor het maken van een betrouwbare verbruiksprognose op uurbasis, is het noodzakelijk dat het actuele netto drinkwaterverbruik wordt bepaald. Hiervoor is een waterbalans nodig. Het netto drinkwaterverbruik in een voorzieningsgebied wordt berekend met:

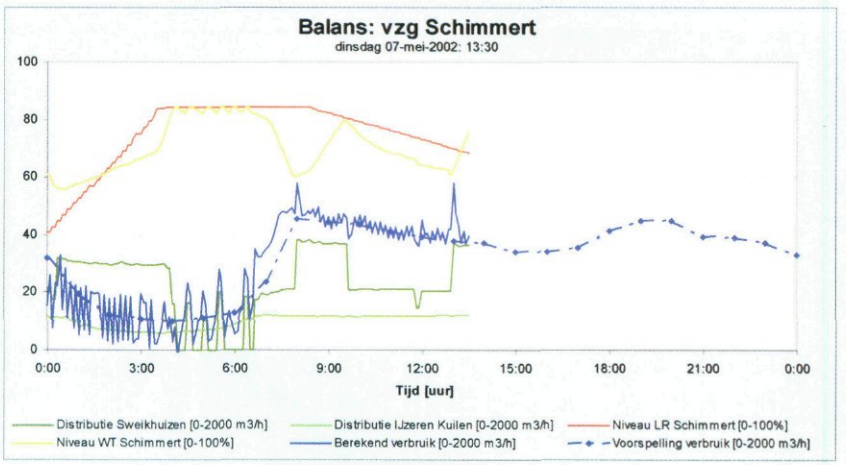
$$\text{Netto verbruik} = \Sigma \text{ Inkomend debiet} - \Sigma \text{ Uitgaand debiet} - \Sigma \frac{\Delta \text{ Berging}}{\Delta t}$$

Voor het voorzieningsgebied van Schimmert betekent dit bijvoorbeeld:

$$\text{Netto verbruik} = Q_{\text{Sweikhuizen}} + Q_{\text{IJzeren Kuilen}} - \Sigma \frac{\Delta V_{\text{Toren Schimmert}} + \Delta V_{\text{Reservoir Schimmert}}}{\Delta t}$$

De 'balans-module' van het prognosemodel stelt deze balans voor elk voorzieningsgebied op. De module wordt ondersteund door een grafische interface waarin de betreffende metingen (inkomende en uitgaande volumestromen en niveaus van reservoirs/toren) en het berekende netto verbruik in het gebied worden gevisualiseerd. Afbeelding 3 toont de balans voor het voorzieningsgebied Schimmert en de uit het berekende netto verbruik afgeleide verbruiksvoorspelling voor het gebied. Het berekende verbruik vertoont een enigszins grillig verloop, omdat de balans elke vijf minuten wordt opgesteld. Bij het opstellen van de balans over een grotere tijdspanne zijn de afwijkingen kleiner.

Afb. 3: Bepaling netto verbruik door het opstellen van een balans over voorzieningsgebied Schimmert Voorheen waren alleen de actuele waarden en de trends van de afzonderlijke metingen beschikbaar. De operators hadden hierdoor geen zicht op het werkelijke drinkwaterverbruik van de klanten in het voorzieningsgebied. Zij konden hierdoor alleen sturen op het voldoende gevuld houden van de reservoirs om de druk in het gebied te garanderen. Het sturen op de actuele of toekomstige vraag was nauwelijks aan de orde. Hierdoor konden de operators ook moeilijk aangeven of bepaalde onderdelen tijdelijk buiten gebruik konden voor onderhoud. Het opstellen van balans verschaft meer inzicht in het verbruik en de inzet van de infrastructuur en hiermee ook de in de ruimte die beschikbaar is om onderdelen tijdelijk buiten gebruik te stellen.



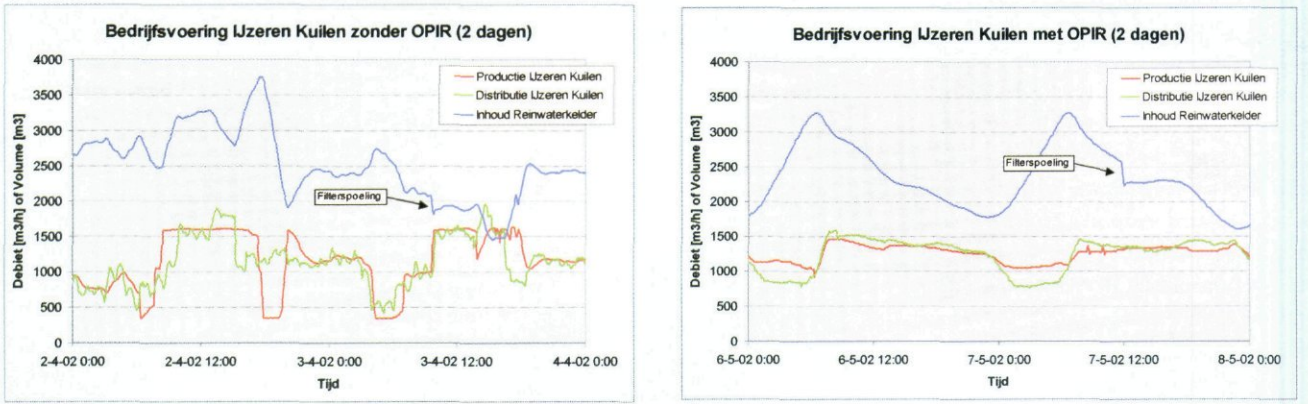
Resultaat

In de eerste fase (januari tot en met half april 2002) was de OPIR besturing (nog) niet actief en werd de productie en distributie gestuurd met de conventionele regelingen. Zoals vooraf gevreesd leverde deze wijze van besturing een onrustig beeld op, met veel variatie in zowel distributie- als productiedebieten. Dagelijks moesten onthardingsreactoren af- en weer bijgeschakeld worden, hetgeen van negatieve invloed was op de kwaliteit van het reine water.

Na half april 2002 is de OPIR besturing geactiveerd. Dit resulteerde direct in een stabieler distributie- en productiepatroon. Vooral het ver terugschakelen van de productie in de vroege ochtend komt aanzienlijk minder vaak en minder drastisch voor. De mindere debietsvariaties in de productie betekent een stabielere bedrijfsvoering voor de onthardingsreactoren en hiermee een beter onthardingsrendement. In afbeelding 4 zijn de distributie, productie en het niveau in de reinwaterkelder weergegeven met de conventionele besturing en met OPIR besturing.

Reageren op filterspoelingen

Een filterspoeling leidt tot een plotselinge en scherpe daling van het niveau in de reinwaterkelder. Bij de conventionele regeling van de



Afb. 4: Bedrijfsvoering IJzeren Kuilen voor en na inbedrijfstellen OPIR.

productie wordt op deze daling direct gereageerd met het opschakelen van de productie. OPIR houdt in zijn berekening rekening met filterspoelingen, waardoor filterspoelingen niet tot een verstoring van de productie leiden.

Conclusie

In IJzeren Kuilen bleek dat het toepassen van prognosebesturing een krachtig hulpmiddel is om een stabiele bedrijfsvoering op een drinkwaterinstallatie te realiseren. Ook in de situatie van IJzeren Kuilen (meerdere voorzieningsgebieden met één of meer reservoirs en doorleveringen van of naar andere voorzieningsgebieden) blijkt prognosebesturing goed toepasbaar.

Naast het zorgen voor een stabiele bedrijfsvoering vergroot de prognosebesturing ook het inzicht in het drinkwaterverbruik en in het functioneren van de infrastructuur, door het opstellen van de waterbalans per voorzieningsgebied. ¶