

Pompstations Brabant Water onder centrale aansturing

Veerle Sperber, Erwin Vromans (Brabant Water), Jørgen Best (Best Works), Martijn Bakker (Royal HaskoningDHV)

Brabant Water heeft de drinkwaterlevering in het gebied Breda geoptimaliseerd door gebruik te maken van een nieuwe centrale besturing: de pompstations die leveren in dit gebied worden allemaal op druk gestuurd. Met deze centrale besturing op druk is een optimale leveringsdruk verzekerd én gebruikt het waterbedrijf minder energie. De besturing blijkt zeer stabiel en ook bij storingen is de levering gegarandeerd. De implementatie van deze centrale besturing is binnen Brabant Water uitgevoerd onder de projectnaam HOST.

Brabant Water levert drinkwater aan 2,4 miljoen inwoners en bedrijven via meerdere relatief kleine pompstations. Het leveringsgebied van Brabant Water is verdeeld in zogeheten verbruiksgebieden. In een verbruiksgebied levert een cluster van 2 of 3 pompstations het drinkwater. Het te leveren drinkwater in een verbruiksgebied wordt dus verdeeld over meerdere pompstations. De inzet van pompstations wijzigt gedurende de dag en is afhankelijk van de totale waterlevering in een verbruiksgebied. Het leidingnet en de pompstations zijn ruim gedimensioneerd voor de reguliere watervraag. Tijdens piekverbruik echter is de belasting van het leidingnet hoger en is het kritischer welke pompstations in welke mate drinkwater kunnen leveren. Tijdens pieken is de verhouding van inzet van de pompstations dan ook anders dan bij lagere verbruiken.

Eén van de doelstellingen van het HOST-project is het optimaliseren van de waterlevering en met name van de druk in een verbruiksgebied. De klant bepaalt hoeveel water op welk moment verbruikt wordt, en hij wil graag altijd een comfortabele leveringsdruk bij het tappunt. De druk in het verbruiksgebied varieert door hoogteverschillen en drukverliezen in het leidingnet. Een optimale situatie wordt bereikt als de laagste druk in het verbruiksgebied constant is.

Conventionele besturing

Bij de traditionele benadering van een distributieregeling is slechts één pompstation op druk geregeld (P) en de andere op debiet (Q). Dit wordt vaak een PQ-regeling genoemd. Het drukgeregelde pompstation is het leidende pompstation dat de druk in het gehele net bepaalt en voor de andere pompstations op basis van een bepaalde verhouding berekent hoeveel water zij moeten leveren. Deze pompstations zijn voorzien van een debietregeling. De klassieke benadering heeft een aantal nadelen:

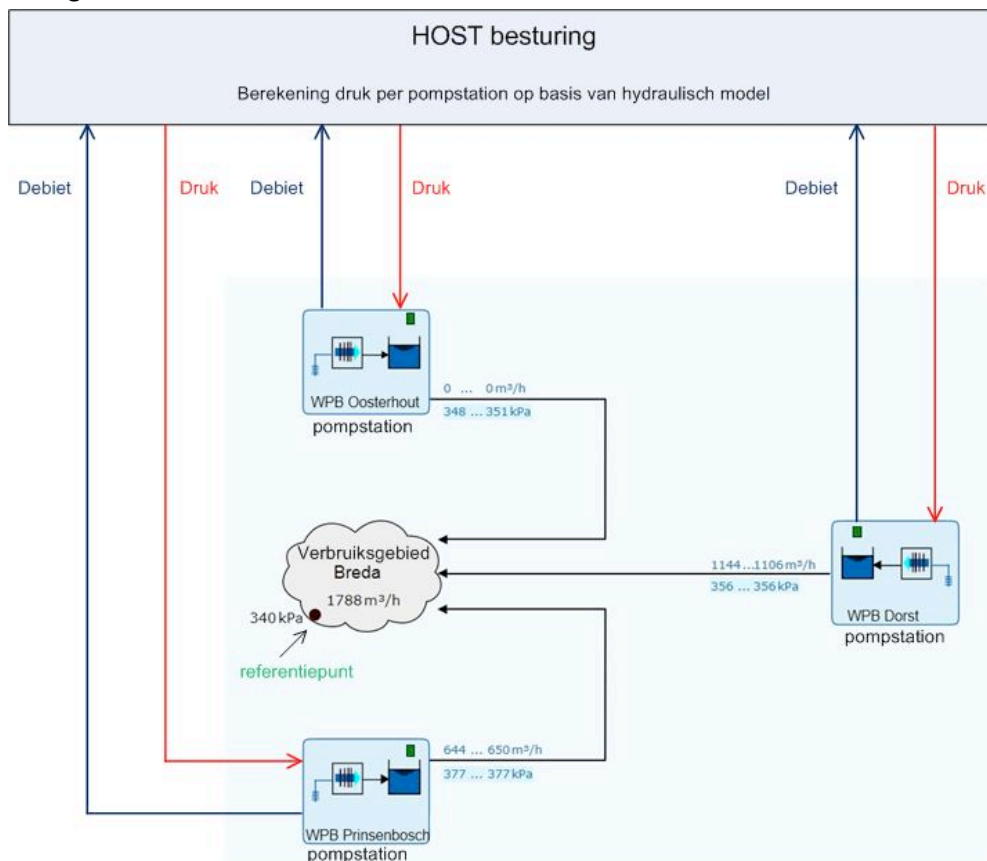
- Bij uitval van het masterpompstation moet of een noodregeling actief worden of een ander pompstation leidend worden.
- Bij uitval van de communicatie weten de debietgeregelde pompstations niet meer hoeveel zij moeten leveren. Soms wordt debiet op basis van een prognose ingezet om dit te ondervangen. Bij sterk wisselende vraag (bijvoorbeeld natte na droge periode) leidt deze aanpak echter tot vrij grote afwijkingen en potentieel tot foutsituaties.

- Een debietregeling is moeilijker stabiel te krijgen dan een drukregeling. Dit is het directe gevolg van de pompcurve die bij lagere debieten heel vlak is en bij hogere debieten steiler. Bij lage debieten leidt een kleine verandering in druk tot een forse verandering in het uitgaande debiet. De regeling is slechts voor één debiet geoptimaliseerd en is vaak vooral bij lagere debieten instabieler. Vooral bij ongebruikelijke (storings-) bedrijfsvoeringen die niet vaak voorkomen ligt dit gevaar op de loer.
- Bij een vraagpiek nabij een debietgeregeld pompstation zal het pompstation aftoeren en de druk lokaal verlagen, in plaats van tijdelijk optoeren zoals de regeling op basis van druk zou doen.

De HOST besturing is een stabiele drukregeling waarbij de hierboven genoemde nadelen niet optreden.

HOST-besturingsprincipe

Het principe van de HOST-besturing is functioneel ontworpen door Best Works in opdracht van Brabant Water en wordt weergegeven in afbeelding 1. De besturing ontvangt de actuele leveringsdebieten per pompstation en vertaalt het gesommeerde leveringsdebiet naar een werkgebied.



Afbeelding 1. Principe van de HOST-besturing

De HOST-besturing werkt op overkoepelend niveau (als HOST), waarbij centraal de totale levering in het verbruiksgebied wordt uitgerekend. Hiermee worden het werkgebied en de verdeling bepaald met de bijbehorende leidingnetkarakteristiek. Met deze gegevens wordt per pompstation de distributiedruk uitgerekend. HOST stuurt deze drukken ('druksetpoints') naar de individuele pompstations.

In totaal zijn er 4 werkgebieden gedefinieerd, namelijk laag, midden, hoog en piek. De grenzen van de werkgebieden worden bepaald door de totale minimale en maximale watervraag in het verbruiksgebied en de beschikbare leveringscapaciteit per pompstation.

Het werkgebied 'laag' wordt gebruikt om tijdens lage verbruiken slechts één pompstation in te zetten. Werkgebied 'piek' zorgt voor een goede leveringsdruk tijdens momenten van piek-verbruik. Deze pieken ontstaan vooral in de ochtend en op bepaalde momenten in de zomer.

De werkgebieden 'midden' en 'hoog' worden voornamelijk gebruikt om de gewenste waterverdeling zoals vastgesteld in het jaarplan (kader 1) te realiseren.

Kader 1: Jaarplan

Brabant Water stelt jaarlijks een plan op waarin de inzet van de grondwaterwinningen is vastgelegd. Hierbij worden verschillende aspecten meegenomen, zoals de jaarvergunning, de kosten, de waterkwaliteit, duurzaamheid en de productie- en distributiemogelijkheden.

In elk werkgebied liggen de inzet en de waterverdeling van de pompstations vast. De HOST-module berekent de bijbehorende distributiedruk per pompstation. Sturen op druk is eenvoudig te realiseren in de lokale procesautomatisering. Bovendien levert het een stabiele regeling op voor de pompstations: bij de klant wordt op deze manier altijd een comfortabele druk bereikt, en bij uitval van een van de pompstations wordt de levering direct overgenomen door de andere stations. Bij storing op een pompstation of aan het centrale automatiseringssysteem gaan de andere pompstations autonoom over op lokale bedrijfsvoering (kader 2). Ieder pompstation maakt hierbij gebruik van een vooraf ingestelde lokale druk. Deze drukken zijn zo gekozen dat ook zonder onderlinge afstemming een haalbare verdeling tot stand komt.

Kader 2: Storing op een pompstation

De HOST-besturing stuurt alle pompstations aan op druk. Regulier ontvangen de pompstations hun setpoints vanuit de centrale automatisering. Treedt ergens een storing op in de communicatie, op een van de pompstations of met de centrale automatisering, dan schakelen alle pompstations geleidelijk over naar een vast lokaal druksetpoint dat vooraf per pompstation is vastgesteld.

De vaste lokale druksetpoints zijn zo vastgesteld dat bij piekverbruik hydraulisch een haalbare verdeling en aanvaardbare druk wordt gerealiseerd met alle pompstations in bedrijf. Als het debiet 's avonds afneemt dan wordt het pompstation met de laagste druk als eerste 'weggedrukt' en zal het afschakelen op minimum debiet. Het pompstation met de hoogst ingestelde druk levert 's nachts als enige water.

Kortom: ook op basis van een lokaal setpoint met vaste drukken voor ieder pompstation vindt automatisch een voor langere tijd aanvaardbare bedrijfsvoering plaats, zonder dat een centrale automatisering en onderlinge communicatie noodzakelijk is. Het belangrijkste nadeel van deze tijdelijke bedrijfsvoering bij storingen is dat de druk onnodig hoog is bij een laag debiet. Dat kost tijdelijk enige extra energie.

Hoeveel water per pompstation wordt geleverd, hangt af van de ingestelde drukken op de pompstations. Hoe hoger de druk op een station, hoe meer water er wordt geleverd. De gewenste verdeling van het water over de pompstations wordt gerealiseerd door de juiste drukken in te stellen. Deze drukken worden door de HOST-besturing uitgerekend op basis van een hydraulisch afgeleid verband; de zogenoemde leidingnetkarakteristieken [kader 3]. Om deze leidingnetkarakteristieken te bepalen is gebruik gemaakt van een leidingnetmodel in InfoWorks WS. In modelsimulaties is hiervoor gekeken naar de drukval tussen de pompstations en het gekozen referentiepunt in het verbruiksgebied. Met behulp van de leidingnetkarakteristieken wordt de druk in het referentiepunt constant gehouden.

In de praktijk zal de verdeling momentaan wat afwijken omdat afwijkingen in de lokale vraag worden opgevangen door het pompstation dat het gemakkelijkst water in die richting kan leveren. Dit is niet erg omdat de verschillen op jaarbasis uitmiddelen. Voor de stabiliteit van de besturing is dit zelfs gunstig.

Kader 3. Leidingnetkarakteristieken

De drukverliezen in het distributienet zijn bij benadering kwadratisch afhankelijk van het totale debiet en de hydraulische kenmerken van het distributienet. Voor de ingestelde druk op een pompstation geldt daarom:

$$P_{\text{ingesteld}} = P_{\text{referentiepunt}} + dP = P_{\text{referentiepunt}} + C_{\text{pompstation}} \times Q_{\text{totaal}}^2$$

met:

$P_{\text{ingesteld}}$ = het druksetpoint op het pompstation

$P_{\text{referentiepunt}}$ = de gewenste druk in het referentiepunt

dP = het drukverschil tussen pompstation en referentiepunt

$C_{\text{pompstation}}$ = de leidingnetkarakteristiek van het betreffende pompstation voor een bepaald werkgebied

Q_{totaal} = het totale debiet van alle pompstations samen

De drukval tussen het pompstation en het referentiepunt kan dus worden vastgelegd met één parameter: $C_{\text{pompstation}}$. Zolang de druk op ieder pompstation volgens zijn eigen leidingnetkarakteristiek wordt bepaald, zal de onderlinge verdeling tussen pompstations bij benadering constant zijn. Bovendien is de druk in het referentiepunt bij benadering constant, zonder dat hier direct op wordt gestuurd.

Met een hydraulisch model in InfoWorks WS of met drukmetingen kunnen voor iedere gewenste verdeling leidingnetkarakteristieken bepaald worden.

Levering volgens jaarplan

De inzet van de pompstations is dus voor elk werkgebied anders, en is zo ingesteld dat de waterlevering per pompstation voldoet aan het jaarplan. Op basis van de historische

verbruiksgegevens in het gebied maakt het HOST-systeem een jaarvoorspelling van de verwachte levering per pompstation. Hierbij wordt uitgegaan van een referentiejaar met een gemiddeld verbruik. In de praktijk zal het jaarverbruik hier naar verwachting slechts minimaal van afwijken. In de laatste maanden van het jaar kan voor de afwijking gecorrigeerd worden. De grote zomerafzetten hebben dan immers plaatsgevonden.

De technische oplossing

Voor de toepassing in de praktijk is het HOST-principe vertaald naar een *real time* draaiende applicatie. Brabant Water heeft besloten om de applicatie te realiseren binnen het Aquasuite-platform (kader 4). De vertaling naar de applicatie is tot stand gekomen in nauwe samenwerking tussen de ontwikkelaars van het HOST-principe, de toekomstige eindgebruikers en de applicatiebouwers. In dit proces was er weinig discussie over de toe te passen rekenregels. Bij het ontwerp van de gebruikersinterface is echter zeer uitvoerig stilgestaan. Hierbij is in de eerste plaats vastgesteld dat de operator van het pompstation de belangrijkste eindgebruiker is. Vervolgens is gekeken welke schermen de operator nodig heeft om in de dagelijkse praktijk goed met de applicatie te kunnen werken. Dit heeft geresulteerd in een gebruikersinterface die bestaat uit een overzichtelijk aantal schermen met een beperkt aantal instelmogelijkheden.

De applicatie draait centraal in het datacentrum van Brabant Water. Hij communiceert via het procesautomatiseringsnetwerk met de lokale besturingsinstallaties van de pompstations (kader 4), leest meetsignalen en statussen van de pompstations en schrijft druksetpoints terug. De applicatie heeft een webbased gebruikersinterface voor het bekijken van de trends en overzichten en voor het wijzigen van instellingen. De operators van Brabant Water kunnen de interface benaderen via de procesautomatisering op de pompstations. Daarnaast is de interface via autorisatie benaderbaar voor de beheerders van het toegepaste hydraulische model. Op deze wijze beheren zij de complexe parameters van de HOST-applicatie.

De ICT-afdeling van Brabant Water is verantwoordelijk voor de inrichting van de applicatie, dat wil zeggen het beschikbaar stellen van een virtuele server, het instellen van de rechten van de diverse gebruikers om de applicatie te kunnen benaderen en het toestaan van netwerkverkeer tussen de centrale applicatie en de lokale besturingen op de pompstations. Voor de applicatie is een zogenaamde OTAP (Ontwikkel, Test, Acceptatie, Productie)-omgeving ingericht, die een soepele implementatie van het systeem en van nieuwe releases mogelijk maakt. Tevens faciliteert de ICT-afdeling de mogelijkheid dat Royal HaskoningDHV via een beveiligde VPN-verbinding meekijkt naar het functioneren van de applicatie zodat het bedrijf kan adviseren of support leveren bij eventuele storingen.

Verdere implementatie HOST-besturing

De centrale HOST-besturing is in het verbruiksgebied Breda succesvol geïmplementeerd. Op dit moment werkt Brabant Water aan de optimalisatie voor dit gebied. Op basis van de huidige ervaringen worden nog enkele minimale wijzigingen doorgevoerd. Brabant Water heeft de intentie om ook de overige verbruiksgebieden van een Host-besturing te voorzien.

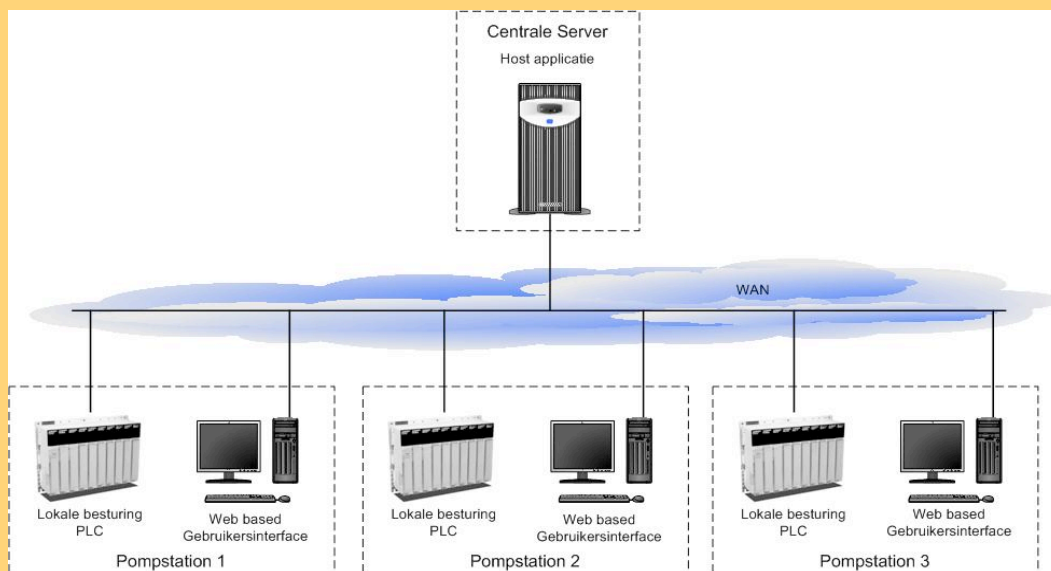
Kader 4: Technische oplossing

Aquasuite platform

Het Aquasuite-platform van Royal HaskoningDHV integreert een aantal uniforme standaardelementen voor communicatie met lokale procesautomatisering, een webbased ebruikersinterface en dataopslag. Hierdoor kunnen nieuwe applicaties relatief snel en tegen lage kosten ontwikkeld worden. Inmiddels gebruiken acht waterleidingbedrijven en negen waterschappen Aquasuite-applicaties voor de geavanceerde besturing van één of meer van hun installaties.

Afstemming lokale besturing en centrale applicatie

Voor HOST is een separate procesautomatisering ontworpen die de samenwerking bepaalt van de lokale besturing en de centrale applicatie. Hierin is vastgelegd welke signalen de lokale besturing beschikbaar moet stellen, en hoe de setpoints van de centrale applicatie verwerkt moeten worden. Deze interactie tussen de applicatie en de lokale besturing is gedetailleerd vastgesteld in een I/O-lijst. De programmeurs van de centrale applicatie en de programmeurs die de lokale besturingen aanpassen konden vervolgens gelijktijdig en onafhankelijk van elkaar hun werkzaamheden uitvoeren. De aanpassingen aan de lokale procesautomatisering en de realisatie van de centrale applicatie zijn uitgevoerd in een doorlooptijd van slechts drie maanden. De implementatie bestond uit het verbinden van de 'stekkers' van de locaties aan die van de centrale applicatie. Bij de implementatie zijn geen noemenswaardige knelpunten opgetreden en al na twee weken schaduwdraaien is de applicatie de pompstations gaan sturen. Vervolgens is nog enkele maanden besteedparameters in de applicatie om een stabiele regeling te krijgen die goed afgestemd is op de lokale omstandigheden.



Systemarchitectuur HOST-besturing