

## **Slimmer sturen verbetert waterkwaliteit**

Traditioneel is het in de bemalingsgebieden van afvalwatersystemen ‘ieder voor zich’. Zodra afvalwater en regenwater uit een gebied via het riool de gemaalpompkelders bereikt, stijgt de waterstand en slaan de rioolgemalen automatisch aan. Sommige gemalen pompen het afvalwater dan direct richting zuivering, andere door via benedenstroomse gebieden. Deze aanpak werkt in die zin goed dat uiteindelijk het afvalwater keurig naar de zuivering wordt getransporteerd. Maar tijdens meer extreme situaties is dit type sturing niet optimaal. Zie daar de kracht van centrale of integrale sturing! Vanuit een overzicht over alle bemalingsgebieden van het afvalwatersysteem kan de vulling van individuele bemalingsgebieden zodanig kan worden beïnvloed dat knelpunt-gebieden (waar bijvoorbeeld overstorting dreigt) zoveel mogelijk worden ontzien.

Het leuke van centrale sturing is dat het weinig uitmaakt of de knelpunten vooraf bekend zijn (zoals bij bemalingsgebieden met relatief geringe berging of pompcapaciteit) of dat knelpunten plotseling optreden, zoals bij storingen in pompen of bij calamiteiten. Het werkt in beide gevallen.

Slimme centrale sturingsregels houden ‘vanzelf’ rekening met dit soort situaties. De zogenaamde integrale sturing in het afvalwatersysteem van de Hoeksche Waard (ISA Hoeksche Waard) bevat dergelijke sturingsregels. Maar voordat we daar verder op ingaan eerst meer achtergrond.

### **DOEL PROJECT**

Het doel van het onderzoeksproject ISA Hoeksche Waard is het verbeteren van de doelmatigheid in de afvalwaterketen door samenwerking en slimmer sturen. Bepalend voor die doelen zijn de waterkwaliteitseisen vanuit de Kader Richtlijn Water en het Bestuursakkoord Waterketen 2007 dat vooral samenwerking en technische innovatie beoogt. Voor het implementeren van een centrale sturing is een informatiesysteem nodig dat zorgt voor het inwinnen en beschikbaar maken van informatie, niet alleen voor de sturingsregels in de regelaar maar ook voor de onderstations die de berekende sturingsacties moeten uitvoeren. Daarom zijn sturingsprojecten vaak omvangrijk: niet alleen de sturingsconcepten gaan op de schop, vaak moeten ook de bestaande informatiestromen opnieuw worden vormgegeven.

### **PARTNERS IN ONDERZOEK**

Het veelomvattende project als ISA Hoeksche Waard wordt daarom niet door het waterschap en de betrokken gemeenten (Binnenmaas, Cromstrijen, Koren-

dijk, Oud-Beijerland en Strijen) alleen uitgevoerd. De beheerders benaderde zowel Deltares als de TU Delft voor samenwerking vanwege hun kennis op het gebied van waterinformatiesystemen en Real Time Control. Deltares ontwikkelt momenteel samen met het adviesbureau Nelen en Schuurmans en een aantal andere partijen het Control NEXT systeem, een modulair informatie- en sturings-systeem dat afhankelijk van het sturingsvraagstuk wordt opgebouwd uit verschillende elementen. Deze elementen hebben zich afzonderlijk (of in combinatie) reeds in de praktijk bewezen. Control NEXT is daarmee niet een nieuw product maar een nieuw platform.

Uiteindelijk werd een onderzoeksproject gecreëerd met een omvang van 2.9 miljoen euro, waarvan euro 1.7 miljoen gesubsidieerd uit het Innovatieprogramma Kaderrichtlijn Water van het ministerie van Infrastructuur en Milieu. Het startte 1 september 2009 en loopt tot 31 oktober 2012.



*Figuur 1: Afvalwatersysteem van de Hoeksche Waard.*

## SYSTEEM HOEKSCHÉ WAARD

Figuur 1 toont het afvalwatersysteem Hoeksche Waard. De Hoeksche Waard bestaat uit 324 km<sup>2</sup> oppervlakte. Het afvalwater wordt gezuiverd door 5 rioolwaterzuiveringsinrichtingen (rwzi's). Het afvalwater wordt getransporteerd door 26 gemalen van het waterschap en 85 gemalen van de gemeenten. De rioolstelsels van de gemeenten hebben in totaal 115 overstorten vanuit het gemengde stelsel.

## AANPAK

Om een vliegende start te maken met het project zijn we direct begonnen om via workshops per deelsysteem (gemeente) de kansen en knelpunten voor integrale sturing in kaart te brengen. De informatie vormde de basis van de meetplannen die zijn opgesteld en van de ontwikkeling van het Control NEXT systeem dat vanuit de diverse deelgebieden is opgebouwd. Per deelgebied (ook pilot genoemd) is:

- een upgrade voor het meetsysteem toegepast
- het huidige functioneren geanalyseerd
- een sturingsplan opgesteld met daarin de sturingsregels
- een informatiesysteem opgezet
- het informatie- en sturingssysteem geïmplementeerd
- het geheel in de praktijk getest.

## BEGIN BIJ HET BEGIN: METEN

Eén van de belangrijkste en tijdrovende elementen van een sturingsproject is het opzetten van een goed functionerend meetnetwerk. Het controleren van bestaande meetinstrumenten en het uitbreiden van het meetnet met nieuwe locaties bestreek dan ook vrijwel geheel 2010. Gestart werd met het inventariseren en opnieuw kijken van de meetinstrumenten in de bestaande installaties. Daarbij werd ook de software in de gemalen aangepast. Alle bestaande hoofdpoten van de gemeenten (ITT-Aquaview) zijn omgebouwd naar Aquaview++ van ITT dat hoogfrequent gegevens kan uitwisselen met het centrale Control NEXT informatiesysteem (gebouwd met Delft-FEWS) en stuursignalen kan ontvangen. Vervolgens zijn op basis van een analyse van de huidige knelpunten aanvullende meetpunten en meetparameters geïdentificeerd en ingericht. Tabel 1 geeft een overzicht van de aantallen en type meetinstrumenten binnen het project.

*Tabel 1: Aantallen en typen meetinstrumenten binnen ISA Hoeksche Waard*

| Type                                                                                   | Aantal |
|----------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| Bestaande niveaumeters op rioolgemalen                                                 | 96     |
| Bestaande niveaumeters in bergbezinkbassins                                            | 22     |
| Nieuwe niveaumeters bij overstorten en inspectieputten                                 | 39     |
| Nieuwe zuurstof- en troebelheidsmeters in oppervlaktewater                             | 3      |
| Nieuwe slibspiegel- en troebelheidsmeters en de influentmeter op rioolwaterzuiveringen | 5      |
| Nieuwe neerslagmeter                                                                   | 1      |

Om de effecten van de sturing op de waterkwaliteit te kunnen meten zijn ook nieuwe zuurstof- en troebelheidsmeters in de aanwezige KRW waterlichamen geplaatst. De reguliere monitoring van waterkwaliteit en ecologie is geïntensiveerd, zowel in meetfrequentie (naar tweewekelijks) als in ruimtelijke dichtheid. Bij de rwzi's Strijen en Piershil is een influent-, een slibspiegel- en troebelheidsmeter geplaatst, zodat kan worden geanalyseerd wat het effect is van bepaalde aanvoerstrategieën op het zuiveringsrendement en de operationele kosten.

## ANALYSE HUIDIG FUNCTIONEREN

Het huidige functioneren is vastgesteld aan de hand van 1) de analyse van meetgegevens, 2) de vergelijking met modelresultaten en 3) inspecties in het veld. De meetwaarden zijn beoordeeld en onder andere vergeleken met modelberekeningen om te achterhalen hoe de rioolstelsels daadwerkelijk functioneren. Er zijn veel overeenkomsten tussen de modellen en de werkelijkheid, maar er worden ook verschillen geconstateerd. De exercitie heeft ondermeer de volgende zaken opgeleverd:

- Foutaansluitingen geconstateerd

Diverse gescheiden rioolstelsels (regenwater en vuil water zijn apart) blijken in de praktijk niet helemaal gescheiden te zijn als gevolg van foute aansluitingen. Dit heeft als gevolg dat ongezuiverd afvalwater op het oppervlaktewater terecht komt of dat er relatief schoon regenwater gezuiverd moet worden.

- Suboptimale in- en uitslagpeilen  
Op een aantal plaatsen zijn in- en uitslagpeil van een eindgemaal verkeerd ingesteld. Hierdoor wordt de berging in de riolering niet optimaal benut.
- Lekkende BBB's  
Door de metingen zijn lekkages ontdekt van bergbezinkbassins. Hierdoor lekt grond en/of rioolwater in de bergbezinkbassins, waardoor deze vrijwel continue leeggepompt moeten worden.
- Te lage overstortdrempels  
Veel overstortdrempels zijn te laag, hierdoor wordt de berging niet optimaal benut; De hoogte van aantal drempels zijn t.o.v. het oppervlaktewater kritisch, hierdoor ontstaan regelmatig negatieve overstortingen. Dit betekent dat oppervlaktewater het riool instroomt;
- Slecht afgestemde gemaalcapaciteiten  
Capaciteiten van gemalen zijn niet goed op elkaar afgestemd tussen waterschap en gemeente. Hierdoor worden sommige rioleringsgebieden overbelast, terwijl in andere gebieden de berging niet optimaal wordt benut.

Door het oplossen van deze knelpunten wordt al met lage kosten een grote winst behaald in het verminderen van overstorthoeveelheden en het terugdringen van rioolvreemd water. Een deel van de maatregelen hebben we gelijk tijdens het project uitgevoerd en een deel moet de komende jaren worden uitgevoerd en gemonitord.

## STURINGSPLAN

De centrale sturing is gebaseerd op het sturingsalgoritme van Composer. In dit algoritme wordt tijdens neerslagsituaties op basis van een vooraf vastgestelde vullingsverdeling de optimale gemaalinzet bepaald onder de geldende technische randvoorwaarden. De regelaar maakt hierbij gebruik van een mathematische optimalisatie die iedere tijdstep wordt uitgevoerd. De regelaar Composer vormt onderdeel van de Control NEXT toolbox. Binnen Control NEXT draait voor iedere deelsysteem een speciaal afgestemde regelaar.

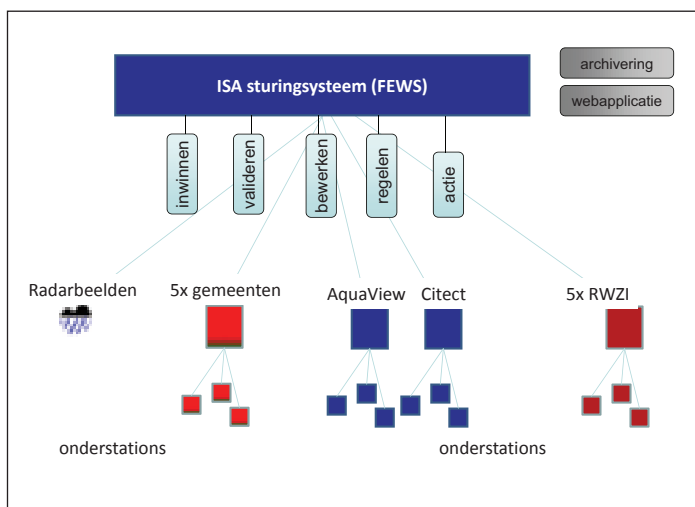
Bij deze afstemming wordt de gewenste vullingsverdeling bepaald en vastgelegd in de parameters van Composer. Deze instelling van Composer hangt niet alleen af van de opbouw van het deelsysteem maar ook van de specifieke doelstellingen van de sturing. Het 'hoge' doel: de verbetering van de waterkwaliteit wordt daarbij vertaald in een aantal subdoelstellingen op het gebied van technische innovatie en organisatie, zoals:

- Emissiereductie vanuit de afvalwaterketen
- Realiseren van een integraal gestuurde afvalwaterketen
- Sturing van zowel het afvalwatersysteem als het watersysteem voor zover dit laatste systeem van invloed is op de waterkwaliteit.
- Doelmatigheidsverbetering op het gebied van kosten, energie en arbeid;
- Mogelijk maken van maatwerk op het gebied van verbeteringsmaatregelen door een groter inzicht in de werking van het systeem.

Om de doelen uiteindelijk te vertalen in een instelling van de regelaars moet het effect van de sturingsregels op het realiseren van de doelen in beeld worden gebracht. Dit is gebeurd in verschillende workshops die per pilot zijn gehouden met de gemeenten, waterschap en specialisten van Deltares en de TU Delft. Tijdens deze workshops werden de doelen van de sturing verkend en via hands-on sessies met speciaal ontwikkelde grafische interfaces en koppelingen met de SOBEK rekenmodellen vertaald in de parametrisering van de sturingsregels. Dit proces bood ook de mogelijkheid voor de rioolbeheerders om de traditionele sturing te vergelijken met de centrale sturing binnen Control NEXT.

## CONTROL NEXT

De opbouw van het Control NEXT platform is eigenlijk al kort na de start van het project begonnen. De onderstaande figuur toont deze opbouw schematisch. Het Delft FEWS systeem verzamelt meteo-gegevens (onder meer gekalibreerde radarbeelden), neerslagvoorspelling en gegevens over de actuele systeemtoestand.



*Figuur 2: Control NEXT platform met de specifieke elementen voor de sturing van het afvalwatersysteem Hoeksche Waard.*

Deze worden gevalideerd en opgeslagen en komen zo ter beschikking van de andere elementen binnen Control NEXT zoals simulatiemodellen en de regelaars. Ten slotte geeft FEWS aan de Composer regelaars de opdracht om sturingsacties te berekenen en communiceert FEWS deze met de rioolgemalen. Deze bewerkingen en communicatie geschieden allemaal real time. In het geval van ISA Hoeksche Waard is de regelfrequentie 30 seconden., wat nodig is bij dergelijke relatief kleine systemen. Het Control

NEXT systeem faciliteert echter eveneens het (off-line) inregelen van Composer via modelsimulaties en de analyse van historische gegevens.

Binnen Control NEXT kan een groot aantal controllers worden ingezet om (delen van) systemen te sturen. De situatieherkenner is een applicatie die op basis van de systeemtoestand de (verwachte) situatie inschat (droog weer of regen) en vervolgens de juiste sturingsregels activeert. Het gaat niet om een groot aantal sturingsregels. Het is juist de kunst met een minimale hoeveelheid regels alle mogelijke situaties af te dekken. Bovendien staat de robuustheid van de sturing voorop. De sturing moet altijd blijven draaien, geen onduidelijke situaties dus en geen twijfel over welke applicatie de sturingsacties genereert.

## PRAKTIJKTEST

Het testen van het gehele systeem gebeurt in drie pilots: Klaaswaal, Strijen en Piershil. Tijdens deze testfase wordt iedere stap van inwinning van meetinformatie tot aan het sturen van de gemalen doorlopen. Alle componenten moeten met elkaar kunnen ‘praten’. Dit geldt voor de hele keten van Rioolgemaal via Aqua-view++ via FEWS tot Composer en terug. De testfasen zijn inmiddels afgerond en de resultaten zijn positief. De sturing vermindert de overstorthoeveelheden per kern met circa 15%.

## BEHEER

Om de kwaliteit van de sturing ook na implementatie te kunnen garanderen, de nieuwe inzichten vast te houden en te delen met anderen binnen de organisatie is een goede organisatie van het beheer noodzakelijk. Binnen het project is dit beheer vanaf de start besproken en is uiteindelijk gekozen om al tijdens het project een tijdelijke beheersorganisatie op te zetten.

Control NEXT is bij alle partners geïnstalleerd, gegevens van de gemeenten en waterschap zijn voor iedereen toegankelijk. Deze transparantie stimuleert een goed systeembeheer omdat meerdere personen de effecten die optreden in de waterketen kunnen volgen en analyseren.

Verder is een gezamenlijke site opgezet waarbij alle acties worden gerapporteerd die effect kunnen hebben op het systeemgedrag en daarom terug kunnen komen in de meetresultaten. Op de site worden verder documenten gedeeld, storingen en gepland onderhoud gemeld.

## TENSLOTTE: SAMENWERKING LOONT

De studie is nu bijna afgerond maar het is al in vele opzichten duidelijk geworden dat samenwerking loont. Door met gemeenten, waterschap en externe deskundigen het werkelijke functioneren van de hele afvalwaterketen en het watersysteem te beschouwen komen verbeterpunten aan het licht en kunnen die punten worden opgepakt bij het implementeren van integrale sturing. Daarnaast wordt met deze werkwijze een verlaging van de overstortvolumes bereikt.

*Elgard van Leeuwen (TU Delft),*

*Klaas-Jan van Heeringen (Deltares),*

*Edwin van Velzen, Pieter van Dongen en Bart Mol (waterschap Hollandse Delta)*