



Jeroen Langeveld, Royal Haskoning
 Eduard Schilling, Gemeente Nijmegen
 Paul de Haas, Waterschap Rivierenland
 Marjolein Reijnierse, Waterschap Rivierenland

Integrale optimalisatiestudie van het afvalwatersysteem in Nijmegen

Gemeente Nijmegen, Waterschap Rivierenland en Rijkswaterstaat horen tot de eerste partijen die de basisinspanning hebben ingevuld door de totale emissie vanuit de rioolwaterzuivering en de riolering te beschouwen in plaats van alleen de emissie via de riooloverstorten. De optimalisatiestudie afvalwatersysteem (OAS) uit 1999 leidde tot de realisatie van een zandfilter op rwzi Nijmegen, waarmee de gemeente tot 2019 de tijd kreeg om bijvoorbeeld via afkoppelen te gaan voldoen aan de basisinspanning. In de afgelopen jaren is via de integrale OAS Nijmegen wederom een nieuwe standaard gezet door niet langer uit te gaan van een theoretische benadering, maar het feitelijk functioneren van riolering en watersysteem te toetsen aan de hand van metingen en veldonderzoek.

Op basis van het Waterplan Nijmegen uit 2001 zijn in 2003 afspraken over watersysteem en waterketen vastgelegd tussen de lokale en regionale waterpartners van de gemeente (onder andere Waterschap Rivierenland, Provincie Gelderland en Rijkswaterstaat). Het waterplan verwoordt een gezamenlijk streven naar een gezond en veerkrachtig watersysteem, dat bijdraagt aan goede leefcondities voor mens, dier en plant en weinig gevoelig is voor verstoringen. Vanuit dit gezamenlijke streven werken de partijen samen aan een zo goed mogelijk functionerende waterketen. De riolering en de afvalwaterzuivering zijn belangrijke schakels binnen deze keten.

Concreet omvatten de afspraken:

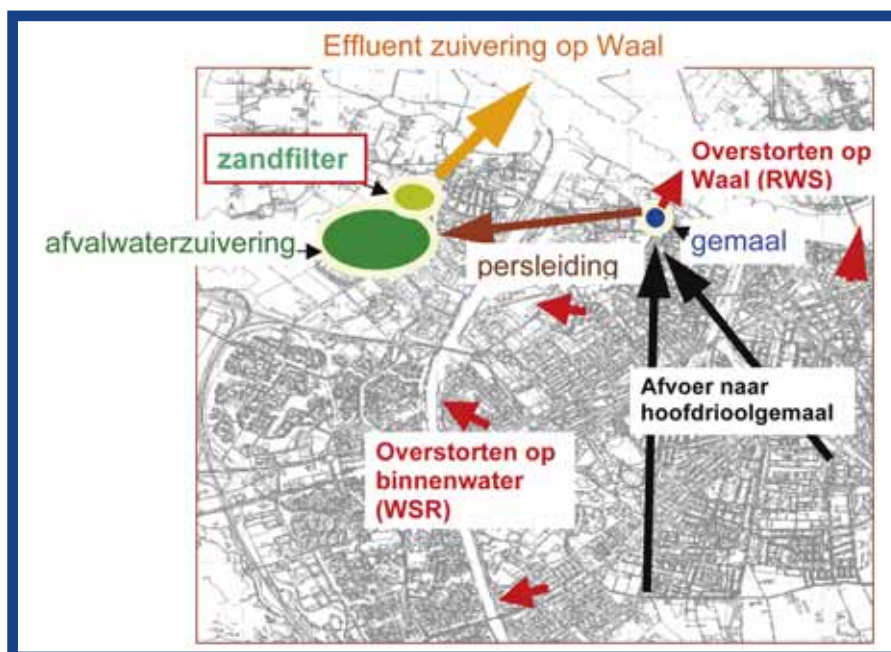
- Waterschap Rivierenland realiseert en beheert op kosten van de gemeente een zandfilter voor de nabehandeling van effluent¹⁾. Dit zandfilter reduceert de hoeveelheid CZV die benodigd is om ketenbreed aan de basisinspanning te voldoen;
- Na 2019 zou de inzet van het zandfilter niet meer nodig zijn ter compensatie van de emissie uit de riolering, doordat de gemeente bijvoorbeeld door het afkoppelen van verhard oppervlak zelf volledig voldoet aan de basisinspanning.

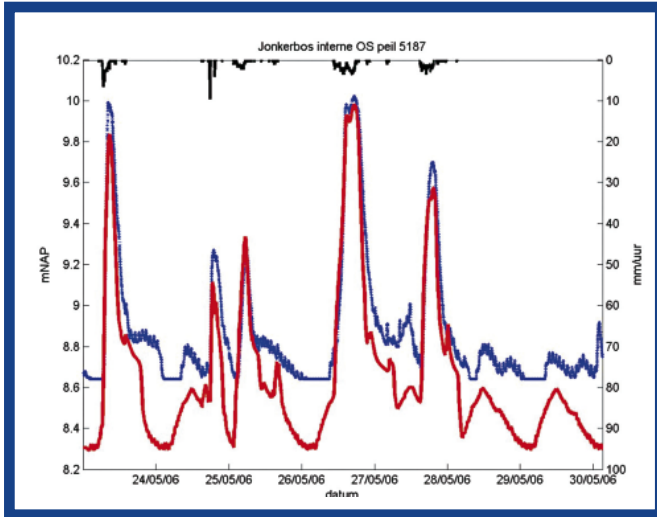
Huidige situatie

Nijmegen heeft inmiddels 45 hectare afgekoppeld en 30 hectare niet aangesloten op de riolering. Hoewel de grondslag in Nijmegen gunstig is voor afkoppelen, vereist het in de praktijk een aanzienlijke

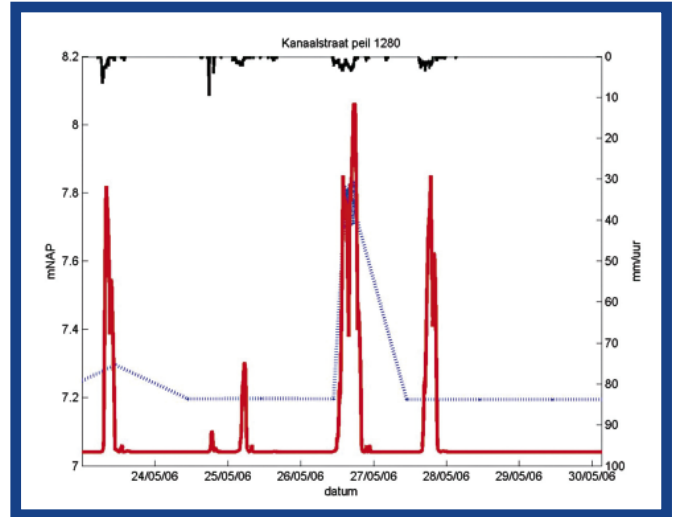
investering en maatwerk. De benodigde investering per afgekoppeld oppervlak zal naar verwachting verder toenemen doordat de gemakkelijk af te koppelen vierkante meters steeds schaarser worden. Daarnaast blijkt de exploitatie van de gerealiseerde

Afb. 1: Het afvalwatersysteem van Nijmegen.





Afb. 2: Gemeten (blauwe lijn) en berekende (rode lijn) waterstanden bij de bovenstrooms gelegen overstort aan de zuidelijke aanvoertak.



Afb. 3: Gemeten (blauwe lijn) en berekende (rode lijn) waterstanden bij de benedenstrooms gelegen overstort aan de zuidelijke aanvoertak.

afkoppelvoorzieningen een forse kostenpost op te leveren.

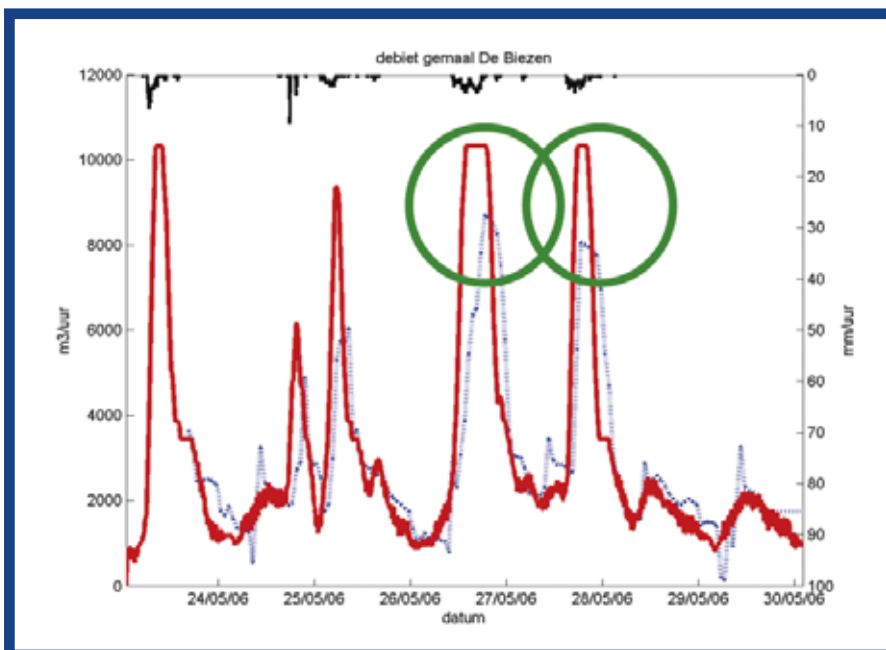
Dit heeft er mede toe geleid dat de gemeente op zoek is gegaan naar mogelijkheden om door optimalisatie van het afvalwatersysteem de benodigde afkoppelingsspanning te beperken tot een realistische omvang. Het rioolstelsel van Nijmegen biedt daar als enorm bemalingsgebied (615 hectare) met overstorten op de Waal, binnenwater en de overstortbemaling op de Waal als grootste jaarlijkse overstort ook volop mogelijkheden toe.

Bij de voorbereiding van de Wvo-vergunningaanvraag in 2005 bij Rijkswaterstaat en Waterschap Rivierenland was de gemeente van mening dat te veel werd uitgegaan van ongecontroleerde modelberekeningen met onbetrouwbare uitkomsten. Nijmegen wilde weten hoe de verschillende oppervlaktewateren werkelijk worden beïnvloed door emissies uit het riool. De basisinspanning is per slot van rekening

slechts een middel om een doel, betere waterkwaliteit, te bereiken. Rijkswaterstaat en Waterschap Rivierenland gingen akkoord met het opstarten van een OAS en met het koppelen van de vergunningverlening aan de resultaten daarvan. Al snel kwam naar voren dat het beperkt verhogen van de inslagpeilen van de overstortbemaling tot een zeer sterke reductie van de emissie naar de Waal leidt. Deze reductie is het gevolg van het beter benutten van de berging in het rioolstelsel.

Deze aanpassing heeft als keerzijde een (in termen van overstortingsvolume) beperkte toename van de emissie naar het binnenwater. De grote gevoeligheid van het milieutechnisch functioneren van het rioolstelsel voor beperkte aanpassingen aan de overstortbemaling leidt ertoe dat gemeente en waterschap de handen ineen hebben geslagen om in een integrale OAS te zoeken naar een optimale inrichting van het rioolstelsel van Nijmegen in relatie tot het ontvangend oppervlaktewatersysteem (binnenwater).

Afb. 4: Gemeten (blauwe lijn) en berekende (rode lijn) debieten van het eindgemaal.



De integrale OAS bestond uit drie fasen: het valideren van het rioleringsmodel aan de hand van continue metingen en veldonderzoek, het opstellen en valideren van een oppervlaktewatermodel voor het binnenwater én het optimaliseren van het afvalwatersysteem van Nijmegen.

Validatie rioleringsmodel

Nijmegen beschikte bij aanvang van het OAS-traject over een meetnet dat bestond uit een drietal regenmeters, acht overstortmeters aangesloten op een centrale hoofdpomp en een bemeten randvoorziening. Daarnaast beschikte Waterschap Rivierenland over de niveaus in de gemaalkelder en over de verpompte debieten van het hoofd-rioolgemaal. De beschikbare gegevens zijn aangeleverd vanuit verschillende beheersystemen. Dit leidde tot een behoorlijk arbeidsintensieve dataverwerking. Na de datavalidatie bleek dat met name de lokaal uit te lezen sensoren een beperkte meetopbrengst opleverden, doordat storingen niet altijd tijdig werden opgemerkt. Uiteindelijk bleken over de jaren 2005 en 2006 slechts een zestal neerslagperiodes bruikbare meetdata te hebben opgeleverd, waaronder de memorabele en supernatte augustusmaand van 2006.

Afbeelding 2 geeft een overzicht van de gemeten en berekende waterstanden op een bovenstrooms gelegen meetpunt. De mate van overeenkomst tussen meting en model is over het algemeen bijzonder goed te noemen, zeker indien in aanmerking wordt genomen dat dit het ongevalideerde rioleringsmodel betreft. Afbeelding 3 toont de gemeten en gemodelleerde waterstand bij de overstort net voor het eindgemaal. De overeenkomst tussen meting en model is hierbij aanzienlijk minder goed. Deze afwijking bleek systematisch te zijn bij alle onderzochte neerslagperiodes en ook zichtbaar bij tussenliggende meetpunten. Hieruit is de conclusie getrokken dat sprake was van een significante systematische fout in de modellering.

Afbeelding 4 geeft een vergelijking van het gemeten en berekende debiet. Deze grafiek

laat zien dat de DWA behoorlijk goed in het model zit (de gemeten en berekende debieten komen goed overeen), maar dat de maximale debieten bij neerslag fors afwijken. In het model is de geïnstalleerde pompcapaciteit opgenomen. De metingen van de rwzi geven de in de praktijk gerealiseerde debieten, die fors lager lagen. Het verschil bleek in dit geval terug te voeren tot de veroudering van de pompen.

De over 2005 en 2006 beschikbare metingen dekten wel de zuidelijke aanvoertak naar de rwzi, maar voor de oostelijke aanvoer via het centrum waren nauwelijks metingen beschikbaar. Om toch te achterhalen waar het grote verschil in optredende waterstanden nabij de belangrijkste overstort vandaan kwam, is besloten om het meetnet uit te breiden met enkele regenmeters en metingen bij alle overstorten en bijzondere constructies als de aanwezige bergingsvijvers. Juist voor de implementatie van de extra sensoren is tijdens de voorjaarsstorm van 18 januari 2007 een veldbezoek uitgevoerd. Dit bezoek liet zien dat de overstort in de Houtstraat tijdens het veldbezoek wel degelijk aan het overstorten was, terwijl dit voor deze bui op basis van modelberekeningen niet aan de orde kon zijn (zie foto's).

Na het veldbezoek is op basis van het rioleringsbeheersysteem en tekeningen nagegaan of het gebruikte rioolmodel in de omgeving van de Houtstraat overeenkwam met de werkelijke situatie. Hierbij is vastgesteld dat streng 2032-2033 in werkelijkheid een diameter heeft van 600 millimeter in plaats van 1.000 millimeter in het gebruikte model. Daarnaast heeft streng 2071-2072 een diameter van 300 millimeter in plaats van 400 millimeter. Hierdoor gaat in werkelijkheid veel meer water via overstort Houtstraat naar de Waal dan in het oorspronkelijke model.

De bui van 18 januari is vervolgens doorgerekend met de aangepaste diameters. Voor overstort Houtstraat leverde dit het in afbeelding 5 opgegeven verloop van de waterstanden op. Het model van Nijmegen geeft na aanpassing van de diameters rond de tijd van het bezoek inderdaad een overstorting aan rond 15:00 uur.

Overige overstorten bui 18 januari 2007

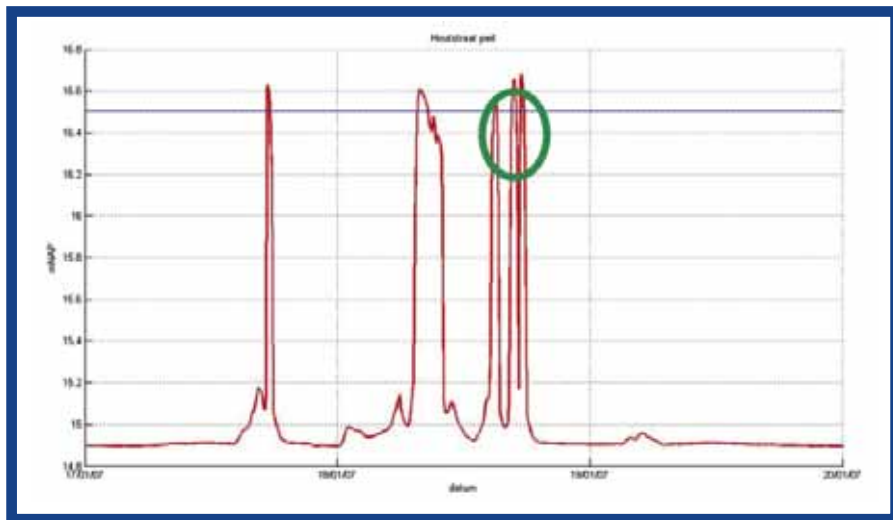
De gemeten en berekende waterstand bij de benedenstroomse overstort Kanaalstraat blijkt na deze aanpassing ook veel beter overeen te komen (zie afbeelding 6). Na het veldbezoek is ook bij overstort Houtstraat een niveaumeter bevestigd. Afbeelding 7 geeft de vergelijking tussen meting en model voor de bui van 7 december 2007. De overeenkomst tussen meting en model is bijzonder goed te noemen, zeker indien in ogenschouw wordt genomen dat is gewerkt met de default C2100 inloopparameters uit de Leidraad Riolerings/NWRW.

Validatie oppervlaktewatermodel

Een belangrijk deel van de overstorten loost op het binnenwatersysteem Kanaalhaven-Neerbosch(-Oost). Om de effecten



Overstortput in de Houtstraat (links) en de benedenstroomse overstortleiding aan dezelfde straat op ongeveer dezelfde tijd: 14.54 en 14.59 uur (rechts).



Afb. 5: Berekende waterstand tijdens de bui op 18 januari 2007 bij de overstort aan de Houtstraat na aanpassing diameters.

van het aanpassen van de instellingen van de overstortbemaling te kunnen toetsen, is een oppervlaktewatermodel gemaakt in SOBEK. Voor de toetsing ervan is de niveau- en debietregistratie van het uitwateringsgemaal gebruikt, alsmede de visuele waarnemingen na afloop van een aantal zeer pittige zomerbuien in 2007. Tijdens een aantal veldbezoeken is op basis van de achtergebleven verontreiniging langs de oever de maximaal opgetreden waterstand opgenomen (zie foto op de pagina hiernaast).

De vergelijking tussen modelresultaat en gemeten en waargenomen peilstijging heeft ook voor het oppervlaktewaterstelsel een aantal fouten in de databank aan het licht gebracht. Zo bleek bijvoorbeeld dat op een locatie een drietal duikers met een diameter van 800 millimeter naast elkaar lagen, terwijl in de leggergegevens slechts één duiker met die diameter aangegeven wordt. Na invoering van de nieuw gemeten leggergegevens (dwarsprofielen en duikers) bleek het SOBEK-model redelijk in staat om het gemeten waterstandsverloop te volgen. Het gevalideerde oppervlaktewatermodel is vervolgens gebruikt voor zowel de waterkwantiteits- als waterkwaliteits-toetsing van de onderzochte varianten in de laatste fase. De verschillende scenario's die in de OAS zijn doorgerekend, bleken niet veel verschil in waterkwaliteit van het binnenwater op te leveren. Voor de

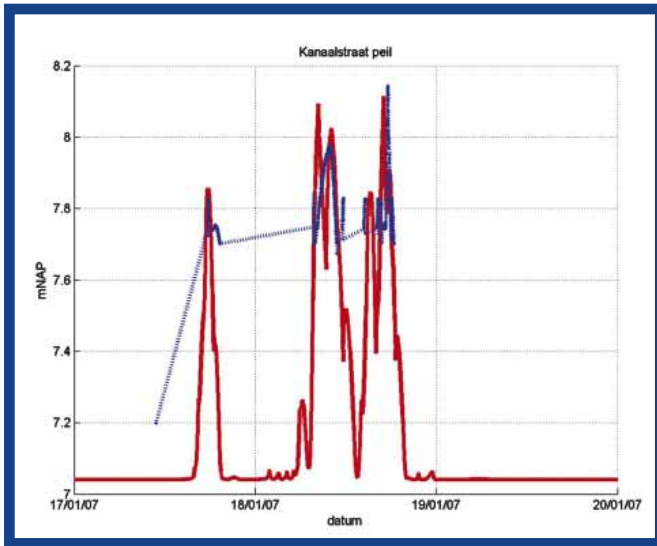
invloed van de CZV-emissie naar de Waal zijn geen berekeningen gemaakt. Vast staat dat de waterkwaliteit niet meetbaar wordt beïnvloed door de emissie uit de stad.

Optimalisatie afvalwatersysteem Nijmegen

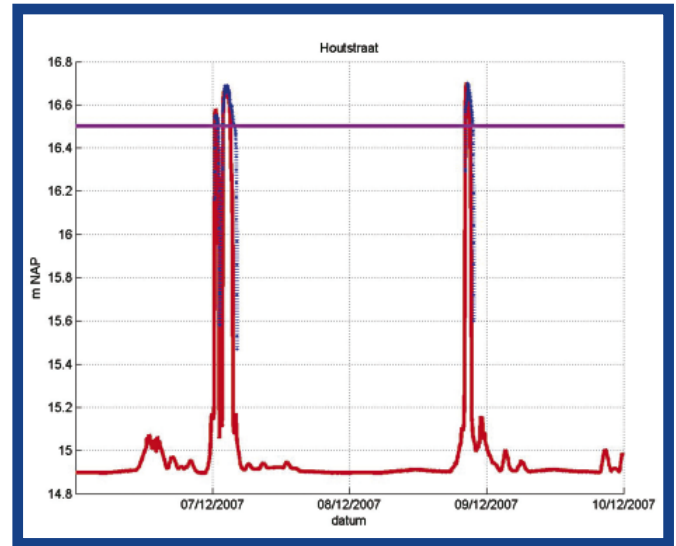
In de optimalisatiefase is gezocht naar de meest economische oplossing waarmee nu en na 2019 na uitfasering van het zandfilter kan worden voldaan aan de emissie-afspraken, waarbij als aanvullende aandachtspunten zijn meegenomen:

- het compenseren van de bouwkundige tekortkoming van het eindgemaal (gemaal kan niet afpompen tot onder laagste bob, waardoor onderdrempelberging verloren gaat);
- het in principe voldoen aan de basisinspanning, maar meer nog aan de doelstellingen van het waterkwaliteitsspoor en de waterkwantiteit;
- het heroverwegen van de uitgangspunten met betrekking tot de te hanteren afnamecapaciteit van het eindgemaal De Biezen na afkoppelen;
- dat het zandfilter voor effluentfiltratie in de praktijk aanzienlijk meer CZV blijkt te kunnen verwijderen dan minimaal noodzakelijk;
- dat kosteneffectiviteit van maatregelen in de waterketen hoog op de agenda staat.

De optimalisatiefase heeft uiteindelijk geleid tot een oplossing waarbij Waterschap



Afb. 6: Berekende en gemeten waterstand tijdens de bui op 18 januari 2007 bij de overstort aan de Kanaalstraat (links). Rode lijn is het modelresultaat, de blauwe stippen zijn de metingen.



Afb. 7: Gemeten en gemodelleerde waterstand bij de overstort aan de Houtstraat op 7 december 2007. Rode lijn geeft modelresultaat weer, de blauwe stippen de metingen en de paarse lijn de hoogte van de overstort.

Rivierenland de pompen van het eindgemaal De Biezen gaat renoveren en ter compensatie van het te hoog afpompen extra afnamecapaciteit ter beschikking stelt aan de gemeente Nijmegen. Tot het moment waarop deze extra capaciteit ter beschikking komt, wordt de inzet van het zandfilter bij de rwzi verhoogd om per direct te voldoen aan de basisinspanning. Dit levert het waterschap een aanzienlijke kostenbesparing op ten opzichte van het bouwkundig aanpassen van het eindgemaal.

Het waterschap zal de komende jaren extra metingen verrichten aan waterkwaliteit en -kwantiteit van het binnenwater. De modelberekeringen laten zien dat de gekozen

oplossing in een vermindering van aard en omvang van de waterkwantiteitsknelpunten leidt, maar dat aanvullende maatregelen nodig zouden zijn voor het behalen van de doelstellingen van het Nationaal Bestuursakkoord Water. De mogelijkheden hiertoe zijn echter in het oppervlaktewatersysteem door de aard van het omliggend stedelijk gebied zeer beperkt. Door het model beter te valideren op praktijkmetingen is het de bedoeling dat wordt voorkomen dat maatschappelijke kosten worden gemaakt om problemen op te lossen die in de praktijk niet bestaan.

De gemeente Nijmegen op haar beurt gaat beperkt door met afkoppelen en met het

verder optimaliseren van de werking van het rioolstelsel op basis van het inmiddels uitgebreide meetnet. Een vervolg-OAS is in gang gezet om met name de mogelijkheid van een optimalere indeling in stuwgebieden te onderzoeken.

Conclusie

De gemeente Nijmegen en Waterschap Rivierenland hebben in de eerste twee fasen van dit OAS-traject geïnvesteerd in kennis en inzicht in het functioneren van het afvalwatersysteem en het ontvangende oppervlaktewater. Hierbij bleek de 'theoretische' ofwel papieren werkelijkheid (ongevalideerde modellen van de riolering en het oppervlaktewater) lokaal behoorlijk af te wijken van de situatie in de praktijk. De derde fase van de OAS bestond uit een optimalisatieslag. In deze fase is voor de korte termijn een besparing van 3,6 miljoen euro bereikt op een investering van 4,2 miljoen euro aan het eindgemaal. Op langere termijn levert het verantwoord terugbrengen van wat eerder 'de afkoppelopgave' werd genoemd van 190 hectare (GRP 2005) naar ongeveer 90 hectare, een investeringsbesparing van circa 25 miljoen euro op plus het voorkomen van jaarlijkse exploitatiekosten van circa één miljoen euro. Deze besparing wordt gerealiseerd zonder dat de waterkwaliteit daaronder lijdt.

Het uitvoeren van een systeemanalyse en validatie van modellen op basis van metingen, zoals doorgevoerd in deze OAS nieuwe stijl, heeft zich direct terugbetaald in een betere kwaliteit van de modellen en daarmee betere onderbouwing van en draagvlak voor de te nemen maatregelen. In dit geval heeft dit daarnaast een aanzienlijke kostenbesparing opgeleverd.

LITERATUUR

- 1) Kruit J., T. Gijzel, P. de Haas en J. Segers (2000). Een alternatieve zienswijze op het afvalwatersysteem van Nijmegen. H₂O nr. 22, pag. 30-33.

Deze foto is genomen na forse buien op 7 en 8 mei 2007 vanaf de Energieweg richting de Laarsedam. Hier zit aan het einde een overstort van het gemengde riool. Duidelijk is de vuilafzetting van de circa 30 cm peilstijging te zien.

