



Meten in de riolering: het transport van opgeloste stoffen

JEROEN LANGEVELD, TU DELFT

TONNY SCHUIT, TU DELFT

Het modelleren van het hydrodynamisch functioneren van een rioolstelsel is met de huidige, commercieel verkrijgbare modellen in principe goed mogelijk en wordt in de Nederlandse praktijk volop toegepast. Het is echter de vraag in hoeverre het mogelijk is om het hydrodynamisch modelleren zodanig uit te breiden dat ook de kwaliteit van het overstortende rioolwater en het influent bij de afvalwaterzuivering voldoende nauwkeurig kan worden beschreven. Een eerste vereiste in dit verband is het kunnen beschrijven van het transport van opgeloste stoffen in de riolering. Om meer inzicht te krijgen in dit aspect is in het rioolstelsel van Loenen een meetexperiment uitgevoerd gericht op het gedrag van opgeloste stoffen in de riolering.

In het eind 1999 begonnen onderzoek naar de interacties binnen het afvalwatersysteem (riolering, eventueel transportstelsel en afval-

waterbehandeling) staat de vraag centraal in hoeverre de dynamische interacties binnen het afvalwatersysteem dienen te worden meegenomen.

Prof.dr.ir. F. Clemens voegt drijvend materiaal toe.



men bij de optimalisaties van het systeem. In een eerdere fase van het onderzoek is nagegaan in welke mate een afvalwaterzuivering gevoelig is voor variaties in het influent. Deze gevoeligheid geeft inzicht in de noodzaak tot het goed kunnen beschrijven van de verschillende processen in de riolering. De achterliggende gedachte is dat alleen processen in de riolering die aantoonbaar effect hebben op het functioneren van de afvalwaterzuivering, meegenomen dienen te worden in systeemoptimalisaties. Tot die processen behoren in ieder geval het transport van opgeloste en gesuspendeerde stoffen.

In het artikel van Henckens op pagina 26 wordt ingegaan op het door de TU Delft opgezette meetnet waarin via het meten van troebelheid wordt getracht een beeld te krijgen van het transport van gesuspendeerd materiaal. Dit artikel gaat in op het experiment dat eveneens in het rioolstelsel van Loenen is uitgevoerd om een beeld te krijgen van het transport van opgeloste verontreinigingen in de riolering.

Achtergrond

Het transport van niet afbreekbare opgeloste stof in de riolering wordt gedomineerd door twee processen:

- advectie (meevoering met de waterstroom)
- dispersie (opmenging in lengterichting, zich uitend in het afvlakken van pieken)

Het advectief transport kan worden bepaald zodra de stroomsnelheid van het rioolwater bekend is uit metingen of een gekalibreerd model.

Het dispersief transport wordt beschreven met behulp van de bepaald door de zogenaamde dispersiecoëfficiënt. De grootte hangt van lokale omstandigheden zoals de vorm van rioolputten, afzettingen van rioolslib en overgangen tussen verschillende buisdiameters. Om een beeld te krijgen van de invloed van beide processen is een experiment opgezet waarbij in een aantal strengen van voldoende lengte via een pulsinjectie een geschikte tracer wordt gedoseerd. De optredende dispersie kan vervolgens worden bepaald door aan het begin en het eind van de streng het concentratieverloop van de tracer te bepalen.

De tracer moest hierbij aan een aantal eisen voldoen:

- geen nadelige effecten op de werking van de awzi en op het ontvangende aquatisch milieu,
- geen problemen met vergunningen e.d.,
- veilig om mee te werken,
- goedkoop, eenvoudig en eenduidig meetbaar,
- voldoende onderscheidend vermogen ten opzichte van het normale rioolwater
- en voldoende ruim meetbereik.

In het laboratorium van de sectie Gezondheidstechniek van de TU Delft is een aantal mogelijke tracers op hun geschiktheid voor het uitvoeren van metingen in het rioolstelsel van Loenen onderzocht.

Uiteindelijk bleek het mogelijk te zijn om, mede dankzij het relatief geringe DWA debiet ($\pm 14 \text{ l/s}$ in de eindstreng) en de normale geleidbaarheid ($\pm 700 \mu\text{S/cm}$), gewoon keukenzout als tracer te gebruiken en via geleidbaarheidsmeters het concentratieverloop van de tracer te bepalen.

Uitvoering

Het deel van het experiment dat wordt beschreven in dit artikel is uitgevoerd in de eindstreng van het rioolstelsel van Loenen (zie de kaart in het artikel Henckens, pag. 26). De rioolstreng is 454 meter lang en heeft een diameter van 500 mm. Het experiment bestaat in grote lijnen uit het doseren van zout water in een bovenstroomse put, waarna in beide uiteinden van de rioolstreng het verloop van de geleidbaarheid van het rioolwater is gemeten.

Controle looptijd

Een absolute voorwaarde voor het kunnen bepalen van het transport van stoffen in het rioolwater is het kennen van de werkelijk optredende debieten en stroomsnelheden. In dit geval kunnen de debieten achteraf zeer nauwkeurig worden bepaald uit het in het rioolstelsel aangebrachte hydraulische meetnet (zie artikel Henckens). Om op het moment van uitvoeren van het experiment alvast een indruk te hebben van het optredende debiet is eerst de looptijd van het rioolwater bepaald door het toevoegen van drijvend materiaal (sinaasappelschillen zijn hiervoor ideaal).

De looptijd bleek met 16 minuten in dezelfde orde van grootte te liggen als de



Opstelling voor het meten van de geleidbaarheid.

geschatte looptijd van 19 minuten. Deze geschatte looptijd is gebaseerd op de geschatte gemiddelde stroomsnelheid in het stroomprofiel. De waargenomen looptijd op basis van het drijvende materiaal wordt echter bepaald door de stroomsnelheid aan het wateroppervlak. De werkelijke stroomsnelheid tijdens het experiment ligt hiermee tussen 0.4 en 0.5 m/s.

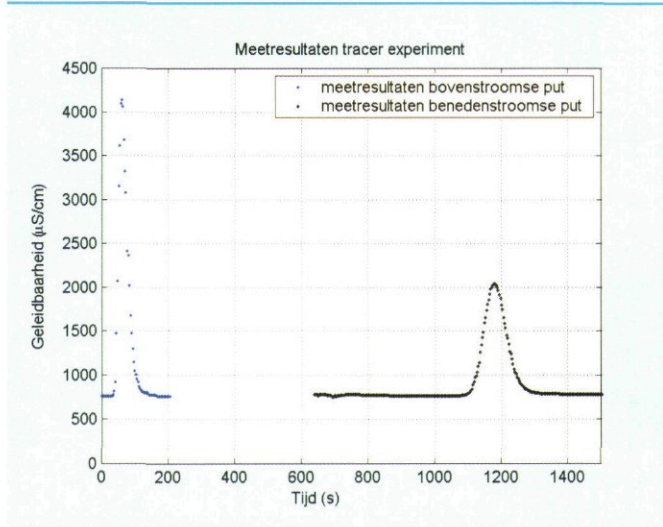
Uitvoeren metingen

De meetopstelling bestond uit twee geleidbaarheidssensoren aan een lange lat die in een rioolput werden geplaatst. De sensoren waren via een meetkastje verbonden aan een laptop. Hiermee werd elke drie seconden de geleidbaarheid van het rioolwater vastgelegd.

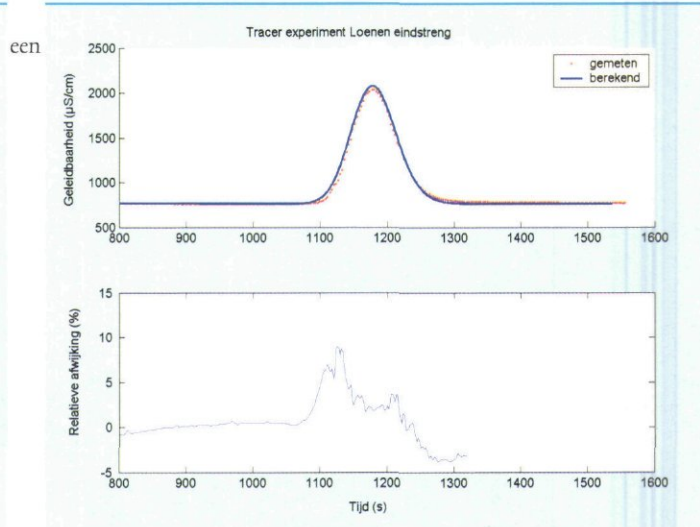
Na het installeren van de meetopstelling is in de bovenstroomse put tien liter water met

zoutconcentratie van 87.5 g/l toegevoegd. Door gezamenlijk vanuit twee jerrycans te gieten is geprobeerd om een zo kort mogelijke en een redelijk gelijkmatige zoutpiek te verkrijgen. Gezien de lange looptijd was het mogelijk om eerst in het bovenstroomse meetpunt het langstromen van de zoutpiek te meten en vervolgens de gehele meetopstelling te transporteren naar het benedenstroomse meetpunt. Daar werd de meetopstelling weer geïnstalleerd en het langstromen van de zoutpiek afgewacht. Dit had als voordeel dat beide beschikbare sensoren tegelijkertijd in dezelfde rioolput konden hangen, hetgeen een controlemogelijkheid gaf op het functioneren van de sensoren. Onderlinge verschillen in de uitlezing van beide sensoren was een indicatie dat één van de sensoren geblokkeerd was (meestal door toiletpapier). Het even schudden met de lat waarop de sen-

Afb. 1: De meetresultaten van het experiment met de geleidbaarheid.



Afb. 2: Modelresultaten versus metingen (inclusief afwijkingen).



soren waren bevestigd bleek een afdoend middel om vervuiling direct te verwijderen.

Resultaten

De meetresultaten zijn tijdens het experiment direct weggeschreven op de laptop. Afbeelding 1 toont de uitkomst. De grafiek maakt duidelijk dat in de rioolstreng een behoorlijke afvlakking van de zoutpiek optreedt, maar dat aan het eind van de streng ondanks de afgelegde afstand van 454 meter nog steeds een behoorlijke piek waarneembaar is. Tevens kan worden geconcludeerd dat een meetinterval van drie seconden een voldoende dekking geeft van het verloop van de geleidbaarheid.

De metingen zijn vervolgens gebruikt om te analyseren of het mogelijk is het transport van opgeloste stoffen in de riolering te modelleren. De metingen van het bovenstroomse meetpunt zijn gebruikt als invoer voor het model, terwijl de metingen van het benedenstroomse meetpunt zijn gebruikt om de resultaten van de modellering te toetsen. Afbeelding 2 toont dat het in principe goed mogelijk is om de metingen te reproduceren door het instellen van de dispersiecoëfficiënt. De ver-

schillen tussen model en metingen liggen in de orde van grootte van vijf procent tussen metingen en modelresultaat.

Uit een verificatie met vergelijkbare experimenten in dezelfde streng volgt dat de gevonden dispersiecoëfficiënt voor deze streng goede resultaten oplevert. Hieruit volgt dat het in principe goed mogelijk is om het transport van opgelost materiaal nauwkeurig te beschrijven zodra de hydraulische condities goed bekend zijn.

Conclusies

Het uitvoeren van metingen in de vaak moeilijk bereikbare en agressieve omgeving van de riolering is in toenemende mate mogelijk door de zich steeds verder ontwikkelende meettechniek, geholpen door de steeds toenemende capaciteit voor dataopslag en snellere verwerking. Desondanks vergt het uitvoeren van een experiment in de riolering een gedegen voorbereiding en zullen er altijd omstandigheden zijn die de werking van de apparatuur beïnvloeden, zoals het uitvallen van een laptop door een temperatuur van -5°C bij dit experiment.

Met het oog op het onderzoek naar de interactie tussen riolering en afvalwaterzuivering kan geconcludeerd worden dat:

- De experimenten in het rioolstelsel van Loenen bruikbare meetresultaten hebben opgeleverd voor het analyseren van het transport van opgeloste stoffen;
- De beschikbare procesbeschrijvingen voor het advectief en dispersief transport van opgeloste stoffen in principe geschikt zijn om dit transport nauwkeurig te beschrijven;
- Het meten van 'algemeen bekende' processen verfrissende resultaten kan opleveren en de mogelijkheid biedt om de kwaliteit van de beschikbare commerciële rioleringsmodellen te toetsen. 