

De dynamiek van rioolstelsels

IR. J.L. KORVING, TU DELFT
 PROF. IR. J.B.M. WIGGERS, TU DELFT
 DR. IR. P.M.J. VAN DEN HOF, TU DELFT

Bij hevige buien zijn rioolstelsels en rioolgemalen vaak niet in staat om de totale hoeveelheid neerslag te verwerken en wordt een deel van het ingezamelde water rechtstreeks op het oppervlaktewater geloosd. Het rioolwater dat zo in sloten en plassen terecht komt, is door afspoeling van straatvuil en vermenging met afvalwater vervuild geraakt. Dit vervuilde water vormt een belasting voor het ontvangende oppervlaktewater. Om die reden wordt er maar gestreefd om overstromingen van rioolwater zoveel mogelijk te voorkomen.

Om de nadelige effecten van overstromingen te beperken, heeft de overheid richtlijnen opgesteld. De rioolstelsels in Nederland moeten aan deze richtlijnen voldoen. Bij het toetsen van bestaande rioolstelsels aan die richtlijnen speelt het hydraulisch functioneren ervan een belangrijke rol. Het hydraulisch functioneren van rioolstelsels wordt beoordeeld aan de hand van een drietal overstromingskarakteristieken: de overstromingsfrequentie, het overstromend volume en het overstromingsdebiet. Om inzicht te krijgen in dit hydraulisch functioneren, is het nodig om berekeningen uit te voeren en de resultaten hiervan te vergelijken met praktijkwaarnemingen. Op het moment worden dynamische stromingsmodellen gebruikt voor de beoordeling van het hydraulisch functioneren van een rioolstelsel. Deze beoordelingsmethode heeft een drietal tekortkomingen.

- De berekeningen m.b.v. dynamische stromingsprogramma's kosten veel tijd.
- Het verzamelen van de systeemparameters die nodig zijn om met dynamische stromingsprogramma's berekeningen uit te voeren, is een kostbare en tijdrovende aan gelegenheid.

- De nauwkeurigheid van de methoden is niet voldoende; vooral de vuiluitwerp kan slecht voorspeld worden.

Gezien de genoemde onvolkomenheden is het van belang dat de voorspelling van de overstromingskarakteristieken - en daarmee de beoordeling van het hydraulisch functioneren - verbeterd wordt.

Het doel van dit artikel is aan te geven hoe de overstromingskarakteristieken van een rioolstelsel goedkoper, sneller en eenvoudiger voorspeld kunnen worden.

Voor dergelijke voorspellingen zijn twee soorten modellen beschikbaar:

- modellen die op fysische wetmatigheden gebaseerd zijn;
- modellen die gebaseerd zijn op identificatie aan de hand van metingen van de in- en output van een systeem, de zogenaamde systeemidentificatietechniek.

In het onderzoek dat aan dit artikel ten grondslag ligt [Korving, 1996], is de aandacht geheel gericht op input-output modellen voor de verbetering van de voorspellingstechnieken, omdat het afvoerproces neerslag in het riool te complex is om met een volledig deterministisch model te beschrijven.

Uit literatuurstudie [Ljung, 1994] is gebleken dat systeemidentificatie geschikt is als voorspellingsmethode. Deze voorspellingsmethode is niet direct gebaseerd op fysische wetmatigheden, maar wel indirect, namelijk via metingen van de in- en output van het afvalwatersysteem. Voor de input wordt in dit geval gebruik gemaakt van metingen van de neerslag, voor de output van metingen van de waterstand in overstromputten.

Met behulp van systeemidentificatie wordt aan de hand van het gemeten in- en uitgangssignaal van een systeem een (lineair) model van dat systeem geschat. Met behulp van dit model is het vervolgens mogelijk om bij een gegeven neerslag de waterstand in de overstromput te voorspellen.

Om tot een antwoord te komen op de vraag of de voorspellingen met systeemidentificatie verbeterd kunnen worden, wordt eerst aandacht besteed aan de dynamische stromingsprogramma's die op het ogenblik gebruikt worden om de prestaties van rioolstelsels te evalueren. Vervolgens worden de verschillen tussen deze fysische modellen en de methodiek van systeemidentificatie benadrukt en wordt de identificatietechniek verder toegelicht. Identificatie is gebruikt om de waterstand in de overstromput van het rioolstelsel van Loenen te voorspellen. Het artikel wordt afgesloten met enige conclusies en aanbevelingen naar aanleiding van dit onderzoek.

Dynamische stromingsprogramma

In de loop van de tijd zijn veel rioolstelsels aangelegd. Ervaring en bepaalde ontwerpregels vormen de basis van het ontwerp van die stelsels. Het ontwerp is vooral gebaseerd op een tweetal eisen dat aan rioolstelsels gesteld wordt:

- het rioolstelsel moet in staat zijn om het afvalwater uit de bebouwde omgeving af te voeren;
- het rioolstelsel dient te voorkomen dat bij neerslag woningen en gebouwen onder water komen te staan.

Om economische redenen worden rioolstelsels zodanig aangelegd dat met een bepaalde frequentie het rioolstelsel de watertoevoer niet kan verwerken. Om te voorkomen dat bij overbelasting van het stelsel straten en huizen onder water komen te staan, worden in het rioolstelsel uitlaten of overstromen aangebracht. Vooral bij gemengde rioolstelsels beïnvloeden lozingen vanuit overstromen de waterkwaliteit van het ontvangende oppervlaktewater negatief.

Om te controleren of het ontworpen stelsel ook in de specifieke situatie zal voldoen, worden meestal simulatieberekeningen uitgevoerd. Een stelsel wordt dan beoordeeld op het voorkomen van 'water op straat' en het functioneren van de overstromen en uitlaten. Dit gebeurt door het stelsel te belasten met een historische neerslagreeks en het door te rekenen met een stromingsmodel. Aan de hand van de berekeningsresultaten kan beoordeeld worden of het ontwerp voldoet aan de gestelde eisen.

Als een rioolstelsel eenmaal aangelegd is, moet na een bepaalde tijd nagegaan worden of het nog voldoet aan de doelen die zijn opgeno-

Samenvatting

Dit artikel bespreekt een nieuwe berekeningsmethode, waarmee het hydraulisch functioneren van een rioolstelsel beoordeeld kan worden. Deze methode, de zogenaamde systeemidentificatie, blijkt goedkoper, sneller en eenvoudiger het hydraulisch functioneren te kunnen voorspellen. Identificatie is niet zoals de gebruikelijke dynamische stromingsprogramma's gebaseerd op bekende fysische wetten, maar op metingen van de in- en output van een rioolstelsel. De neerslag vormt de input, de waterstand in de overstromput de output van het stelsel. Om het verloop van de waterstand in de overstromput goed te kunnen voorspellen is slechts een beperkte hoeveelheid metingen van in- en output van het systeem nodig.

De systeemidentificatiemethodiek is geschikt om het hydraulisch functioneren van een rioolstelsel te beoordelen, als rekening gehouden wordt met een aantal eisen en beperkingen.

nen in het Gemeentelijk Rioleringsplan. Het gaat hierbij o.a. om de beoordeling van het hydraulisch functioneren van het stelsel. Ook dit gebeurt door simulatieberekeningen met stromingsmodellen.

Modellen die een niet-permanente belasting kunnen verwerken, zijn geschikt om

worden. Een bepaalde hoeveelheid metingen is dus nodig om het dynamisch stromingsmodel op de juiste manier te kunnen gebruiken.

Daarnaast blijkt dat er vaak aanzienlijke verschillen bestaan tussen berekeningen en metingen, zodra de uitkomsten van simulaties met behulp van dynamische stromingspro-

de spreiding in de optredende neerslag.

Identificatie

Uit het voorgaande blijkt dat in de praktijk voor de beoordeling van de prestaties van een rioolstelsel vooral gebruik gemaakt wordt van fysische modellering op basis van deterministische vergelijkingen. Numerieke oplossing van deze vergelijkingen vergt lange rekestijden en veel gegevens over de fysica van het stelsel.

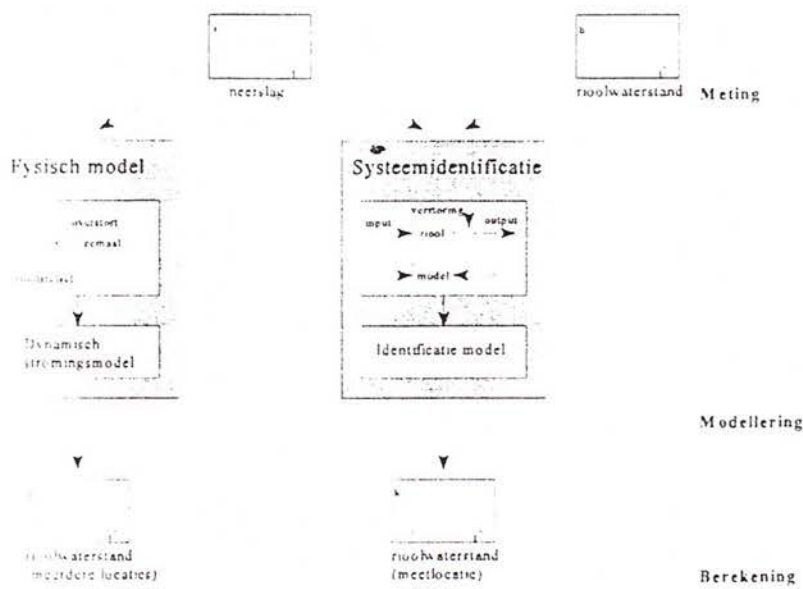
Om de benodigde rekestijd en het aantal benodigde gegevens over het stelsel te beperken, wordt voorgesteld om systeemidentificatie toe te passen om de prestaties van rioolstelsels te beoordelen. De methodiek van systeemidentificatie maakt gebruik van metingen van in- en outputvariabelen van het systeem. De parameterschatting in het identificatie-model is gebaseerd op deze metingen. Op deze manier is het mogelijk om de karakteristieken van de dynamica van het systeem te beschrijven.

Voor de modellering van een rioolstelsel zijn dus twee fundamenteel verschillende methoden beschikbaar:

- fysische modelvorming;
- systeemidentificatie.

Deze modellen beschrijven in wiskundige termen de relaties tussen de verschillende onderdelen van het rioolsysteem.

Bij modelvorming op basis van fysische principes (tabel 1) wordt kennis over de fysica van het proces gebruikt om een model te maken dat wiskundige relaties legt tussen de verschillende fysische grootheden in het systeem. De verschillende parameters in het model hebben meestal een fysische betekenis.



afb. 1 Verschillen tussen fysische modelvorming en systeemidentificatie

zulke simulaties uit te voeren en na te gaan hoe een stelsel reageert op in het verleden gevallen neerslagen. Met behulp van deze zogenaamde dynamische stromingsmodellen (afb. 1, links) kan informatie worden verkregen over overstortingsfrequenties, overstortingsgebieden, frequentie van water op straat en ruilconcentratie van het overstortend water. In de praktijk is er een ruime keuze uit verschillende dynamische stromingsprogramma's. Voor dit onderzoek is gebruik gemaakt van het programma HydroWorks van HR Wallingford.

Grondslag voor de beschrijving van niet-permanente stroming in rioolstelsels zijn de 'De Saint-Venant vergelijkingen'. Om de stromingstoestand in een rioolstelsel te berekenen, wordt het stelsel verdeeld in secties, die in het algemeen overeenkomen met de strengen tussen de putten en inspectieputten. Numerieke oplossing van de vergelijkingen vergt zelfs bij snelle computers veel tijd.

Als dynamische stromingsprogramma's gebruikt worden, kunnen problemen ontstaan bij de kalibratie ervan. Om te kunnen kalibreren zijn metingen van neerslag en waterstand nodig, maar die zijn vaak niet beschikbaar. Dit betekent dat de verschillende procesparameters niet correct in het model opgenomen kunnen

gramma's worden vergeleken met beschikbare metingen. De resultaten van de berekeningen worden beïnvloed door de gebruikte invoergegevens, vooral door de grootte van het afvoerende oppervlak dat ingevoerd wordt en door

Tabel 1 Verschillen tussen fysische modelvorming en systeemidentificatie

Fysisch model	Identificatie
- kennis over fysica van proces gebruikt om systeemgedrag te beschrijven	- metingen van proces gebruikt om systeemgedrag te beschrijven
- wiskundige relaties tussen fysische grootheden	- (wiskundige) relaties tussen gemeten procesvariabelen
- numerieke oplossing van vergelijkingen langzaam en complex	- schatting van modelparameters snel en eenvoudig
- beschrijving van binnenkant van systeem: differentiaalvergelijkingen, knopen en strengen	- beschrijving van buitenkant van systeem: ingangssignaal, uitgangssignaal en verstoringen
- modelparameters hebben fysische betekenis	- modelparameters hebben geen fysische betekenis
- systeem opgesplitst in delen; ieder deel afzonderlijk gemodelleerd	- systeem als geheel gemodelleerd

De dynamische stromingsprogramma's die gebruikt worden om het hydraulisch functioneren van een rioolstelsel te beoordelen, zijn een voorbeeld hiervan.

In het geval van identificatie (tabel I) worden metingen aan het rioolstelsel gebruikt om het kenmerkend gedrag ervan te beschrijven. Er worden verschillende variabelen van het proces - in- en output - gemeten. Op basis van die metingen wordt het systeem als geheel beschreven. De metingen vormen de basis van het uiteindelijke model van het rioolstelsel. Dit model wordt in overeenstemming gebracht met het werkelijke systeem door bepaalde modelparameters te schatten. De modelparameters hebben meestal geen directe fysische betekenis.

Systeemidentificatie is gebaseerd op de veronderstelling dat het dynamisch gedrag van een systeem volledig beschreven kan worden door de in- en output van dat systeem. De input (neerslag) is de invloed van de omgeving op het systeem, de output (rioolwaterstand) de invloed van het systeem op zijn omgeving (afb. 1, rechts). Daarnaast werken verschillende externe verstoringen op het systeem; deze verstoringen zijn niet te beïnvloeden. De verstoringen bestaan o.a. uit een spreiding van de neerslag over het gebied en uit bepaalde kenmerken van het rioolstelsel die niet zijn meegenomen in de modellering ervan, bijvoorbeeld het aan- en uitslaan van de pompen in het rioolgemeel.

De relatie tussen in- en output van het systeem kan - in het lineaire geval - gelegd worden door een overdrachtsfunctie, een (lineair) model. Dit model beschrijft hoe de input van het systeem wordt omgezet in de output die specifiek is voor dit systeem. Identificatiemethodieken schatten op basis van metingen van in- en output de modelparameters in de overdrachtsfunctie van het systeem zodanig dat het modelgedrag zo goed mogelijk overeenkomt met de werkelijkheid. Dit wordt bereikt door de voorspellingsfout van het (lineaire) identificatiemodel te minimaliseren. De voorspellingsfout is het verschil tussen de voorspelde en de werkelijke output.

Als we nu veronderstellen dat een rioolstelsel lineair op een neerslaginput reageert, kunnen we de overstortingskarakteristieken van dit stelsel voorspellen met behulp van systeemidentificatietechnieken. De rioolwaterstand in de overstortput wordt beschouwd als maatgevend voor het overstortingsgedrag van het stelsel. De modellering van het rioolstelsel is als volgt (afb. 2):

- de systeemgrens wordt gevormd door de rode onderbroken lijn;
- het inputsignaal is de neerslag gemeten in de regenmeter. De neerslagmeter staat

dichtbij de overstortput;

- het outputsignaal is de meting van de waterstand in de overstortput (maatgevend voor het optreden van overstortingen). Deze put bevindt zich vlak voor de transportleiding naar de zuiveringsinstallatie.

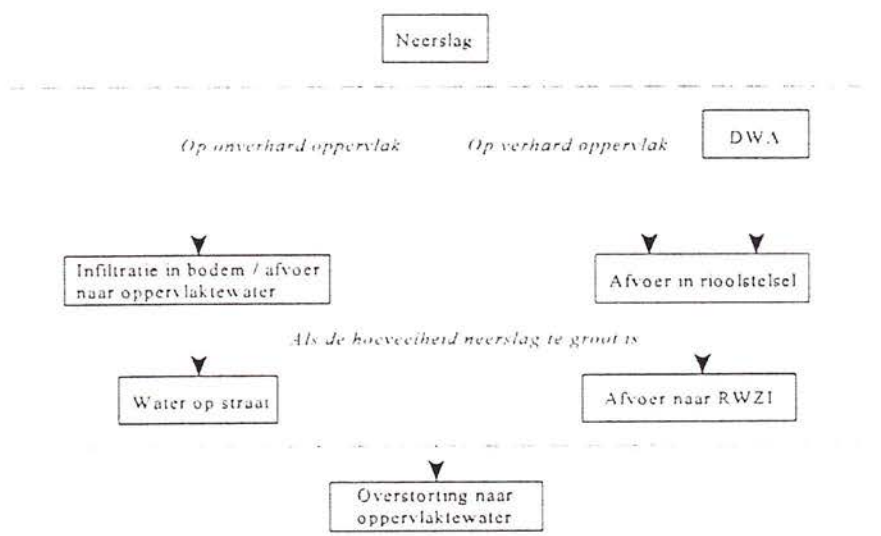
In de gekozen modellering is al het kenmerkende gedrag van het rioolstelsel opgenomen binnen de modelgrenzen. Er zijn dus geen afzonderlijke knopen en strengen gedefinieerd zoals in dynamische stromingsprogramma's. Op deze manier zijn ook een inloopmodel en de werking van de rwa-pomp in het model opgenomen. Het stelsel wordt volledig beschreven door zijn in- en output: de 'buitenkant' van het systeem wordt dus slechts gemodelleerd. Wanneer, zoals in de gekozen modellering, een model geheel geba-

seerd is op data zonder rekening te houden met werkelijk optredende fysische processen wordt gesproken over 'black-box identificatie'.

Voorspellingsresultaten

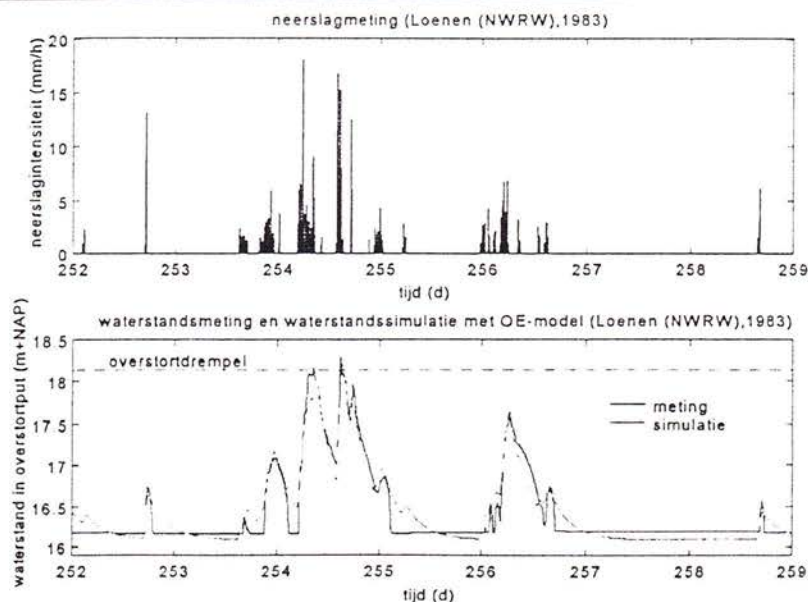
De hoofdvraag van deze paragraaf is, of het mogelijk is om met systeemidentificatie het overstortingsgedrag van een rioolstelsel nauwkeurig en betrouwbaar te voorspellen. Uit de onderzoeksresultaten kan geconcludeerd worden dat dit mogelijk is, als rekening wordt gehouden met een aantal beperkingen.

Om de hoofdvraag te kunnen beantwoorden moeten de beschikbare gegevens eerst bewerkt worden, waarna ze geschikt zijn om te gebruiken voor identificatie. Met de bewerkte gegevens kunnen de parameters van verschillende identificatiemodellen - (lineaire modellen - bepaald worden, waarna met deze



Afb. 2 Modellering van het rioolstelsel

Afb. 3 Resultaten van een simulatie voor het rioolstelsel van Loenen (NWRW-data)



modellen simulaties uitgevoerd kunnen worden. Voor de identificaties is gebruik gemaakt van een bepaalde standaard modelstructuur, het Output-Error model [Ljung, 1994].

Voor de analyse van het dynamisch gedrag van een rioolstelsel waren gegevens beschikbaar die gemeten waren aan het rioolstelsel van Loenen (Gld.) in het kader van het NWRW-uitvoerderonderzoek [ministerie van VROM, 1989]. Er kon gebruik gemaakt worden van:

- neerslagmetingen;
- waterstandsmetingen in de overstortput.

Op basis van deze metingen konden de parameters in het identificatiemodel geschat worden: de parameters werden bepaald door de voorspellingsfout van het (lineaire)model te minimaliseren.

Uit de NWRW-metingen van het Loenense rioolstelsel werd een gedeelte afkomstig uit 1983 gebruikt om een model te identificeren. Voordat de modelparameters geschat werden, waren eerst de droge periodes uit de meetreeksen verwijderd. Verwijdering van langere periodes zonder neerslag gaf een duidelijke verbetering in de simulatieresultaten te zien.

Met de metingen van de neerslag en van de waterstand in de overstortput uit een bepaalde periode kon een Output-Error-model (OE-model) geschat worden. Vervolgens konden de neerslagmetingen uit een willekeurige andere periode gebruikt worden om het verloop van de waterstand te simuleren. In afbeelding 3 zijn de resultaten van een dergelijke

berekening weergegeven. Deze afbeelding laat zien dat de voorspelling van de waterstand in de overstortput met systeemidentificatie goede resultaten geeft.

Over de resultaten van het gehele onderzoek kunnen de volgende opmerkingen gemaakt worden:

- simulatie van het dynamisch gedrag van rioolstelsels m.b.v. systeemidentificatie geeft betrouwbare resultaten;
- als identificatie gebruikt wordt om de waterstand in de overstortput te voorspellen, moeten voor de input (de neerslag) en de output (de waterstand) dezelfde tijdstappen gekozen worden. Dit in tegenstelling tot wat bij berekeningen met dynamische stromingsmodellen gebruikelijk is;
- de identificaties voor het rioolstelsel van Loenen zijn uitgevoerd met een tijdstap van vijf minuten voor neerslag- en waterstandsmetingen. De keuze van deze tijdstap heeft invloed op de voorspellingsresultaten en kan per rioolstelsel verschillend zijn; - de voorspellingsresultaten verbeteren als langere droge periodes uit de meetreeksen verwijderd zijn. Hoe lang een droge periode is die nog meegenomen wordt in de berekeningen, is afhankelijk van de ledigingstijd van het rioolstelsel;
- de waterstanden die optreden bij overstortingen en bij droogweerafvoer worden niet altijd correct voorspeld. De oorzaak hiervan is dat bij de overstortrand en de put-

bodem de aanname van lineair systeemgedrag niet in alle gevallen gerechtvaardigd is. De manier waarop het stelsel op een bui reageert, kan dus niet geheel met systeemidentificatie beschreven worden;

- de daling van de waterstand na een waterstandspiek komt in het model niet overeen met de metingen. Dit komt omdat het aan- en uitslaan van de pompen niet als afzonderlijk element in de modellering is opgenomen.

Als de modelparameters volledig correct het systeem zouden beschrijven, dan zouden de berekeningsresultaten exact gelijk zijn aan de metingen. Dit is niet het geval, omdat niet alleen de input invloed heeft op de output van het rioolstelsel, maar ook verschillende verstoringen. Zolang de verstoringen klein genoeg zijn, kunnen we hun invloed op het systeem als verwaarloosbaar beschouwen.

Slot: gebruik van systeemidentificatie

Wanneer gebruik gemaakt wordt van systeemidentificatie om de rioolwaterstand in de overstortput te voorspellen, verloopt deze voorspelling van de overstortingskarakteristieken van dat rioolstelsel sneller en eenvoudiger dan bij de huidige methoden.

Uit de resultaten van het onderzoek naar het dynamisch gedrag van rioolstelsels kunnen de volgende conclusies getrokken worden:

- als identificatie gebruikt wordt om de prestaties van een rioolstelsel te evalueren, is een beperkte hoeveelheid metingen van neerslag en van waterstanden in de overstortput nodig. Deze metingen moeten een beschrijving kunnen geven van het volledig dynamisch gedrag van het rioolstelsel. Daarom is het nodig dat zich een aantal registraties van overstortingen in de metingen bevinden. Nadat hiermee het gedrag van het stelsel correct beschreven is, zijn verder neerslagmetingen voldoende om het verloop van de waterstand te voorspellen;
- voor elk rioolstelsel dat we met systeemidentificatie willen beschrijven, moeten neerslag- en waterstandsmetingen uitgevoerd worden. De modelparameters die geschat worden zijn specifiek voor dat ene stelsel. Dit heeft tot gevolg dat opnieuw gemeten moet worden als er grote veranderingen aan het stelsel plaatsvinden;
- tot nu toe is alleen voor rioolstelsels met één overstort getest of het hydraulisch gedrag ervan met behulp van identificatie beschreven kan worden. Op grond van deze resultaten kan geconcludeerd worden dat de techniek zeer waarschijnlijk ook toegepast kan worden bij stelsels met

Sewer dynamics

Sometimes during heavy storms the sewer system is unable to store and transport all the storm water. The excessive amount of storm water is discharged directly to the surface water. The storm water that flows to the sewer system, gets polluted during runoff and due to mixing with domestic waste water and sediments. When the thus polluted storm water is discharged to the surface water it contaminates the receiving water.

To minimise the negative effects of overflows the Dutch government formulated environmental directives for sewer systems. It has to be proven that the overflows from a sewer system comply with these directives.

At the moment numerical flow models are being used to predict water levels and overflow discharges in sewer systems. These models have some shortcomings. They are not accurate and require long computation times and many system parameters to be known.

An alternative approach to solve this problem is the system identification technique. System identification can be used to improve the prediction of the water level near the overflow of the sewer system. System identification deals with building models based on measured input and output of dynamic systems. In the research on which is reported the input consists of rainfall-intensity measurements and the output of measured water levels.

System identification estimates a transformation function - (linear) model - between the input and the output of a system. With this estimation the water level near the overflow can be predicted using a random piece of the rainfall-intensity measurements. The performance of the system identification method is tested with data obtained from the sewer system of Loenen (NWRW survey). The tests show that predictions of the water level with system identification are accurate enough and considerably faster than the current prediction methods. System identification proves to be a fast and accurate method to predict water levels in sewer systems.

meerdere overstorten; systeemidentificatie is een nieuwe techniek die gebruikt kan worden voor het beoordelen van het functioneren van rioolstelsels. De techniek wordt echter al een aantal jaren succesvol gebruikt binnen het vakgebied van de meet- en regeltechniek. Ook voor de beoordeling van rioolstelsels biedt de techniek interessante perspectieven.

De voorspelling van de waterstand in de overstortput is niet in alle gevallen correct. Om de voorspellingen nog verder te verbeteren, wordt het volgende aanbevolen:

- het gebruik van meerdere neerslagmetingen uit het rioleringsgebied verbetert het voorspellingsresultaat. Dit betekent dat er in het gebied meer neerslagmeters geplaatst moeten worden. Uit onderzoek is gebleken dat neerslagmetingen veel betrouwbaarder worden bij gebruik van twee of meer neerslagmeters. In Loenen was slechts één neerslagmeter aanwezig; de metingen die gebruikt worden voor de

- voorspellingen moeten meer informatie over het gedrag van het rioolstelsel bevatten dan de metingen die beschikbaar waren van het stelsel van Loenen. Hierbij moet opgemerkt worden dat de NWRW-metingen niet in de eerste plaats bedoeld waren om modellen mee te identificeren. Bij toekomstige metingen voor identificatie moet met dit aspect zeker rekening worden gehouden;
 - als blijkt dat de lineaire beschrijving die identificatie toepast in sommige gevallen niet voldoet, moet getracht worden deze niet-lineaire elementen in het rioolstelsel aan het model toe te voegen. Dit geldt vooral voor het waterstandsverloop in de buurt van de overstortdempeling en de putbodemplaat en voor het aan- en uitslaan van de pompen in het gemaal.
- In een vervolgonderzoek zal aan deze drie verbeteringen aandacht worden besteed.

Tot slot kan geconcludeerd worden dat systeemidentificatie een goede methode is om op onderscheiden plekken in een rioolstelsel

(meetlocaties) snel en eenvoudig het verloop van de rioolwaterstand te voorspellen. ☐

LITERATUUR

Berlamont, J., Riolerings. (3e druk) Leuven: Acco, 1987.
 Bosch, P.P.J. van den, A.C. van der Klauw, Modeling, Identification and Simulation of Dynamical Systems. Boca Raton: CRC Press, 1994.
 Korving, H., De dynamiek van rioolstelsels: afstudeer rapport. Delft: TU Delft, fac. Civiele Techniek, 1996.
 Ljung, L., System Identification: Theory for the user. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1987.
 Ljung, L., System Identification Toolbox for Use with Matlab: user's guide. Natick: Mathworks, 1991.
 Ljung, L., T. Glad, Modeling of Dynamic Systems. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1994.
 Ministerie van VROM (NWRW), Eindrapportage en evaluatie van het onderzoek 1982-1989. Den Haag: Staatsuitgeverij DOP, 1989.
 Ministerie van VROM/Stichting RIONED, Leidraad riolering. Alphen aan den Rijn: Samsom H.D. Tjeenk Willink, 1996.
 Oppenheim, A.V. (e.a.), Signals and Systems. London: Prentice-Hall, 1983.
 Rioned, Vuilemissiemetingen. Amersfoort: DHV-Water, 1993.

VERSLAG VAN DE WORKSHOP VAN 9 JANUARI IN UTRECHT

Waterspoor; instrument voor een duurzame waterketen!

DR. IR. A.T. KIEWIET, STICHTING NATUUR EN MILIEU *
 IR. H.A. VAN DAM, STICHTSE MILIEUFEDERATIE

* THANS WERKZAAM BIJ DE MILIEUDIENST AMSTERDAM

Op de workshop waterspoor van 9 januari jl. in Utrecht was niets meer te merken van de welles metes argumenten die lange tijd de discussie over het waterspoor beheersten. De ruim 50 deelnemers (afkomstig van waterschappen, gemeenten, provincies, drinkwaterbedrijven, milieuorganisaties en andere betrokken instanties) waren het eens over het nut van het financiële waterspoor. Niet alleen de waterbesparings-effecten maar ook de stimulans die er vanuit gaat maakt waterspoor een belangrijk instrument voor een duurzame waterketen. De twee geplande proefprojecten zijn vooral van belang om ervaring met het brede waterspoor op te doen. Hieronder een impressie van de dag waarvan de organisatie in handen lag van de Stichtse Milieufederatie, Stichting Natuur en Milieu en het Waterpakt.

Door het rioolrecht en de zuiveringsheffing te koppelen aan het drinkwatergebruik krijgt de consument de mogelijkheid om meer invloed uit te oefenen op de eigen waterrekening. Deze koppeling wordt het waterspoor genoemd. Het brede waterspoor omvat de koppeling met zowel het rioolrecht als de zuiveringsheffing. Het smalle waterspoor koppelt alleen het rioolrecht aan het drinkwatergebruik en wordt door tientallen gemeenten al toegepast.

Schattingen geven aan dat met het brede waterspoor mogelijk 20% van het huidige drinkwatergebruik kan worden bespaard.

Momenteel doet zich een aantal belangrijke ontwikkelingen voor op het gebied van waterspoor. Concreet liggen er twee initiatieven om een proefproject voor het brede water-

spoor op te starten; één in het beheersgebied van het Hoogheemraadschap van Uitwaterende Sluizen in Hollands Noorderkwartier (USHN), waaraan USHN, de gemeenten Medemblik en Wervershoof en het NV Waterleidingbedrijf Noord-Holland (PWN) deelnemen, en één in Zuid-Holland waaraan het zuiveringsschap Hollandse Eilanden en Waarden, de gemeente Nederlek, de provincie Zuid-Holland en de N.V. Watermaatschappij Zuid-Holland-Oost deelnemen.

Daarnaast worden door het ministerie van Verkeer en Waterstaat voorbereidingen getroffen om de WVO zodanig aan te passen dat een proefproject niet onwettig is. In het experimenteel artikel voor het waterspoor wordt voorgesteld om de gezamenlijke waterprijs te binden aan een maximum van 170% van de vervuilingswaarde (gemiddeld zo'n f 510,- per huishouden). De voorgestelde wijziging in de WVO is voorzien op 1 januari 1999.

Ook de Unie van Waterschappen heeft te kennen gegeven proefprojecten te willen ondersteunen. De grootste obstakels voor de totstandkoming van een proefproject lijken hiermee te zijn weggenomen.

Goedkoop water, duurkoop later!

Prof. dr. H.L.F. Saeijs (Erasmus Universiteit en Rijkswaterstaat directie Zeeland) schetst in zijn betoog het brede kader van de waterproblematiek. Volgens hem is het grootste probleem dat er mondiaal een explosief groeiende vraag naar zoet water is en tegelij-