

Fifth International Conference on Urban Storm Drainage, Japan, juli 1990

1. Inleiding

De afgelopen 10 jaar is binnen de stedelijke waterbeheersing de belangstelling voor waterkwaliteitsaspecten en het gebruik van innovatieve (computer)-technieken, zoals 'real time control' (RTC), 'computer aided design' (CAD) en expert-systemen, aanmerkelijk toegenomen. Een tendens, die in het verslag van de vorige International Conference on Urban Storm Drainage (ICUD) in Lausanne [Nelen *et al.*, 1988] al werd gesignaleerd en die zich bij de 5e editie

Samenvatting

Juli jl. werd voor de vijfde maal The International Conference on Urban Storm Drainage gehouden; een congres over waterbeheersing in stedelijk gebied, georganiseerd door de IAWPRC en de IAHR. Ditmaal waren we te gast bij onze Japanse collega's. Behalve de vele deelnemers uit het gastland waren er 184 personen uit 37 landen, waaronder 5 Nederlanders. In ca. 270 papers ofwel 1630 pagina's proceedings wordt verslag gedaan van de nieuwste ontwikkelingen op het vakgebied [Iwasa en Sueishi, 1990]. Waterkwaliteitsaspecten en innovatieve technieken als afvoerreductie en Real Time Control, zijn hierbij de dominerende thema's. In dit artikel zijn de belangrijkste tendensen en een aantal voor de Nederlandse situatie belangrijke ontwikkelingen weergegeven.



HANS AALDERINK
Vakgroep Natuurbeheer,
LUW



FONS NELEN
Vakgroep Gezondheidstechniek
& Waterbeheersing,
TUD



FRANS VAN DE VEN
Vakgroep Gezondheidstechniek
& Waterbeheersing,
TUD

van de ICUD in Japan nadrukkelijk heeft voortgezet. Er wordt vanzelfsprekend nog steeds ruim aandacht besteed aan de hydraulica en de hydrologie. Het zijn echter niet meer de dominerende thema's, zoals in de beginjaren 80 het geval was. De belangstelling op dit gebied gaat vooral uit naar de verificatie van drainage modellen, source control (afvoerreductie) en de invloed van neerslagspreiding.

2. Drainage modellen

2.1. Van meting tot ontwerpbelasting

In het stedelijke waterbeheer bestaat grote behoefte aan betrouwbare meetgegevens, zowel voor het operationele beheer (zie par. 5), als voor de calibratie en verificatie van modellen. Het verzamelen en verwerken van meetgegevens is echter geen gemakkelijke opgave en veelal kostbaar. 'Meten is weten, voor wie weet wat hij meet en waarvoor hij meet' is hier zeker van toepassing. Illustratief voor deze uitspraak zijn de bijdragen van Hemain en Lin. Zij behandelen de problemen bij het opzetten van een meteorologisch en hydrologisch meetnet. Een ander probleem is het meten van de waterkwaliteit, zoals onder meer wordt aangegeven door Brombach en Saul. Algemeen geldt dat, door de introductie

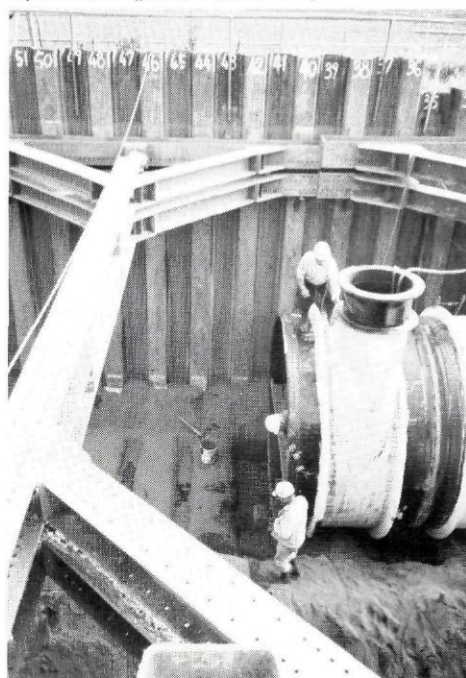
van nieuwe technologie en meer gecompliceerde modellen, hogere eisen aan de schaal en resolutie van benodigde meetgegevens worden gesteld. Krejci geeft een aanzet tot nieuwe richtlijnen voor het verzamelen en verwerken van neerslaggegevens in Zwitserland. Hij doet een voorstel voor de te stellen eisen aan de metingen (onder andere locatie van het station, duur en resolutie van de reeks enzovoort), afhankelijk van hydrologische toepassing.

Het gebruik van de gebiedsreductiefactor bij de dimensionering van afwateringsstelsels kreeg zware kritiek. In verband met fouten bij de bepaling van het af te voeren volume water wordt de voorkeur gegeven aan het gebruik van simulatiemodellen met als input een reeks van buien die over het modelgebied trekken (Niemczynowicz). Hiermee samenging is de constatering van Noh dat, in tegenstelling tot wat vaak impliciet in het ontwerp wordt aangenomen, de

herhalingstijd van een ontwerpbelasting in het algemeen niet gelijk is aan de herhalingstijd van de piekafvoer. De verhouding tussen beide is onder meer afhankelijk van de gebiedskarakteristieken en de variabiliteit van de neerslag in ruimte en tijd.

Het belang van inzicht in neerslag-spreiding wordt door meerdere auteurs naar voren gebracht. Zelfs voor een klein gebied van 10 km² dient met dit fenomeen rekening te worden gehouden (Patrick). Helaas zijn er nog geen modellen voorhanden om neerslagspreiding voldoende nauwkeurig te beschrijven. Slechts een dicht netwerk van regenneters biedt de gewenste informatie. Neerslagmeting met behulp van radar is een veelbelovende techniek die de laatste jaren op steeds meer plaatsen wordt toegepast. De nauwkeurigheid van de metingen vormt echter nog een probleem. In Japan bestaat reeds enige jaren ervaring met deze techniek (Komura).

Afb. 1 - Aanleg van pijpleidingen, ten behoeve van de watervoorziening van Tokyo (lengte ca. 30 km, capaciteit leidingen: 2 * 20.000 m³/u).



Afb. 2 - Voorbeeld van een 'ondergrondse oplossing' in een voorstad van Tokyo: onder dit open riool bevindt zich een bergingskelder van ca. 3.000 m³.



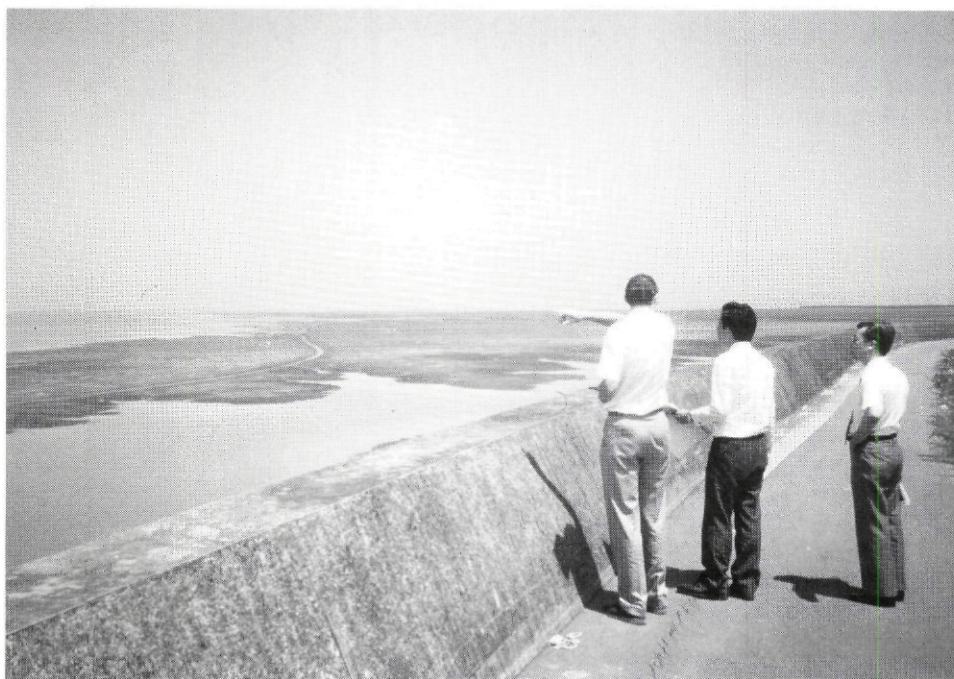
Een deel van de problemen kan worden voorkomen als in het ontwerp wordt uitgegaan van de rioolloop in plaats van de neerslag. Uit inloopreeksen leidde Van de Ven bergingsontwerp-afvoerlijnen af ter vaststelling van het benodigde ontwerpdebiet in relatie tot de beschikbare berging.

2.2. Modelling

Een goede afvoersimulatie begint met een goede simulatie van de bovengrondse afstroming (Toyokuni, Eskenazi). Het model moet in staat zijn de heterogeniteit van het stedelijk grondgebruik te vertalen in een juiste neerslag-afvoerrelatie. Een goed, gedifferentieerd verliesmodel, ook voor het onverharde terrein, in combinatie met een eenvoudig lineair afvoermodel lijkt daarvoor op veel plaatsen geschikt (Jacobsen, Bufill, Bouvier, Morita, Jayasuriya). Enkele auteurs (onder andere Cao en La Loggia) vergelijken een aantal hydrologische modellen. Over het algemeen blijken de berekende afvoer volumes en piekafvoeren niet ver uit elkaar te liggen en de conclusie lijkt gerechtvaardigd, dat in de meeste gevallen met een eenvoudig model (bijvoorbeeld een lineair reservoir) kan worden volstaan. Complexere modellen (met meer parameters) leiden slechts tot betere voorspellingen, wanneer voldoende betrouwbare informatie voor de calibratie van de modelparameters beschikbaar is. In de praktijk is dit zelden het geval.

Voor de hydrodynamische berekeningen blijken veel auteurs met het EXTRAN-module uit het Storm Water Management Model of met MOUSE te werken. Van het EXTRAN model is onlangs een nieuwe release verschenen (Dickinson). Ondanks het feit dat WASSP kwalitatief niet onderdoet voor de genoemde pakketten, lijkt WASSP een beperkter gebruikersgroep te hebben.

Met betrekking tot de ontwikkeling van hydrodynamische modellen is er momenteel weinig nieuws van het front. De bestaande programmapakketten zijn op enkele punten bijgesteld om de zwakke plekken weg te werken. Op het gebied van de hydraulica wordt nog slechts op een paar kleinere punten onderzoek verricht, bijvoorbeeld naar het effect van meegevoerde luchtinsluitingen op de afvoer. Het is ons inziens echter te verwachten dat in de naaste toekomst, nog wel enige aanpassingen en verfijningen van de hydrodynamische modellen noodzakelijk zijn, bijvoorbeeld ten behoeve van berekeningen aan sedimenttransport en voor de simulatie van bestuurd systemen.



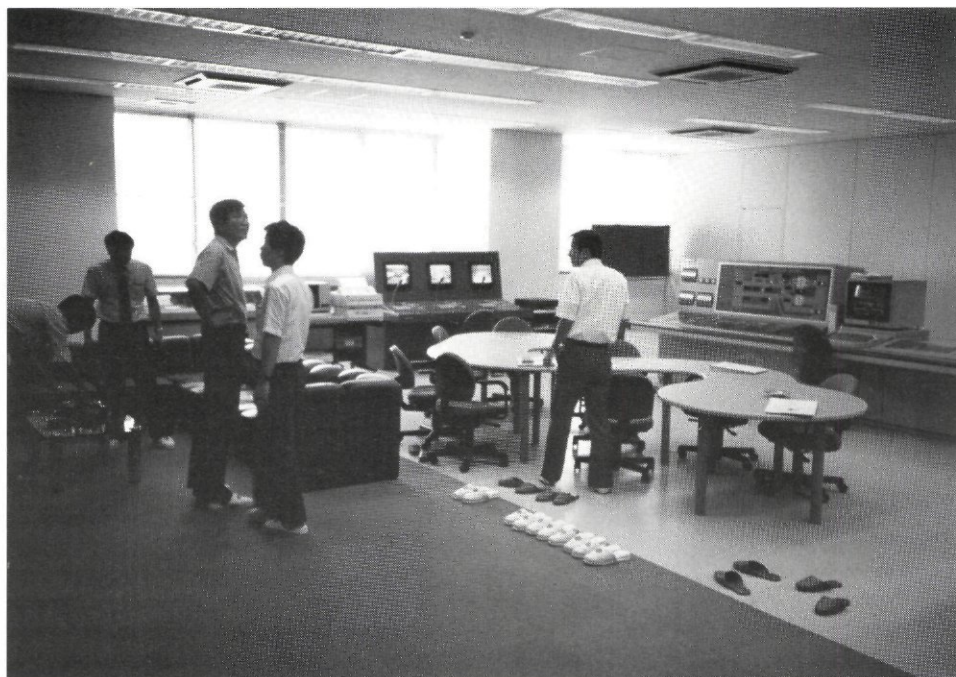
Afb. 3 - Aanleg van een Japanse polder op Kyushu (vlakbij Nagasaki).

Vooralsnog zijn de bestaande pakketten niet in staat, een bestuurd rioolstelsel te simuleren, afgezien van een pompregime gebaseerd op inslag- en uitslagpeilen. Een aantal onderzoeksinstellingen hebben samen een geïntegreerd modellenpakket ontwikkeld (Bauens, Fuchs), dat gebruikt kan worden voor training in het gebruik van hydrologische en hydrodynamische modellen ten behoeve van het ontwerp en de renovatie van rioleringsystemen. De modules, welke zijn gebaseerd op bestaande pakketten, zijn verbonden met een database. Via een 'shell-programma' wordt de gebruiker geassisteerd in de keuze van het te gebruiken model (hetgeen door de auteurs als 'expert-systeem' wordt aangeduid).

Het programma AUTOCAD is in het pakket opgenomen voor de grafische presentatie en manipulatie van de data. Het probleem van (kosten)optimalisatie van het ontwerp komt slechts bij twee auteurs aan de orde (Walters, Pareira). Beide formuleren het vraagstuk als een mathematisch optimalisatie probleem dat met behulp van dynamisch programmeren wordt opgelost. Hoewel Walters aantoont dat een exacte inschatting van de kosten geen absolute voorwaarde is om tot een geoptimaliseerd netwerk te komen, maakt Pareira duidelijk dat een globaal 'optimum' feitelijk niet bestaat en dat 'engineering judgement' onontbeerlijk blijft. De laatste presenteert een model dat ter ondersteuning kan dienen bij de oplossing van het optimalisatievraagstuk.

3. Runoff reductie

Veel aandacht ging uit naar source control van afstromend regenwater. Dit houdt in het niet of met vertraging laten afstromen van overtollig regenwater. Het betreft technieken die wij in Nederland meestal aanduiden met afkoppelingstechnieken voor verhard oppervlak. Met het infiltreren van afstromend regenwater is inmiddels ruime ervaring opgedaan en de techniek wordt op verscheidene plaatsen met succes toegepast. Wat betreft de vormgeving van de constructies blijkt er een grote verscheidenheid te bestaan. Infiltratie bevordert overigens niet alleen een reductie van de piekafvoeren, maar leidt ook tot een vergroting van de lage afvoeren in het ontvangende water. Voor het aquatische ecosysteem daar, kan dit van groot belang zijn (Musiake). Doordat een belangrijk deel van de meegevoerde verontreinigingen in de infiltratieconstructie achterblijft is de negatieve invloed op de grondwaterkwaliteit veelal beperkt, zelfs wanneer vuil afstromend regenwater wordt geïnfiltreerd (Pratt, Hogland). Als beste verwijderingstechniek voor zwevende stof (en de daaraan gekoppelde verontreinigingen) wordt het sedimentatiebekken genoemd. Doordat minder sediment infiltreert wordt ook de levensduur van de infiltratievoorziening gunstig beïnvloed. De grondwaterstanden worden bij dergelijke infiltratievoorzieningen beheerst door een afdoende drainage in de grond aan te brengen. Toch zijn er twijfels bij de gebruikers. Gegeven het streven naar duurzame



Afb. 4 - Meld- en regelkamer voor de bediening van inlaatwerken bij Tokyo.

ontwikkeling blijft het de vraag of de beperkte belasting van het grondwater wel toelaatbaar is (Niemczynowicz). Om de kennis en ervaring op het terrein van source control te bundelen is een internationale werkgroep opgezet. Doel is om over drie jaar te rapporteren over alle (kwantitatieve en kwalitatieve) bevindingen met betrekking tot het onderwerp. De Nederlandse bevindingen zullen daar uiteraard ook worden ingebracht. De invloed van verstedelijking op de hoeveelheden af te voeren water en de optredende debieten vanuit een stedelijk gebied werden in een paar papers nog eens onderbouwd door metingen (Committee on Urban Hydrology, Yoshino). Stedelijke ontwikkeling zal te allen tijde gepaard gaan met wijzigingen in de waterhuishouding van het ommeland. Dit gebied kan echter ook bijdragen aan de oplossing van het stedelijk afwateringsprobleem door bewust gebruik te maken van de daar aanwezige berging (Hashimoto).

4. Kwaliteitsaspecten

Veel van de bijdragen over waterkwaliteitsaspecten werden, soms in een iets gewijzigde vorm, ook al gepresenteerd op de '2nd Wageningen Conference on Urban Runoff Quality and Ecological Effects upon Receiving Waters' in september 1989.

4.1. Vuiluitworp

Op het gebied van de vuiluitworp zijn geen spectaculaire ontwikkelingen te melden. De tijd van de grote studies naar

vuiluitworp, waarbij intensief wordt gemeten en bemonsterd lijkt voorlopig voorbij. Een uitzondering vormt Italië waar men pas begonnen is met een studie naar de vuiluitworp uit gescheiden stelsels, waarvan enige voorlopige resultaten werden gepresenteerd (Mancini).

Nieuwe en reeds bestaande vuiluitworpmodellen passeerden de revue. Opvallend is het verschil in aanpak en de mate van detail in de procesbeschrijvingen. Een model dat uitgaat van zeer gedetailleerde beschrijvingen, zowel wat betreft de afspoeling van vuil het oppervlak als wat betreft de processen in het rioolstelsel, is het Engelse model MOSQUITO (Osborne). Dit model simuleert het transport van vuil op buisniveau en is met name geschikt voor het doorrekenen van afzonderlijke gebeurtenissen. Dit in tegenstelling tot de eenvoudiger modellen, die geschikt zijn voor continue simulatie en waarmee de statistische eigenschappen van de uitworp kunnen worden geschat. Zo werden er twee bakmodellen gepresenteerd uit Japan (Yamada) en Zweden (Larson). Het Zweedse model werd ondersteund door uitgebreid veldonderzoek naar de accumulatie en erosie van slib in het stelsel. De overeenkomst tussen gemeten en gesimuleerde concentraties in het overstortende water was zeer goed.

Een interessant project is het vergelijkend onderzoek naar modellen en methoden voor de voorspelling van de vuiluitworp, dat momenteel in Duitsland wordt uitgevoerd. In totaal 15 verschillende

modellen worden vergeleken en geëvalueerd aan de hand van gegevens verzameld in twee gemengde rioolstelsels (onder andere Russ en Jacobi). Over het algemeen liepen de modelresultaten nogal uiteen. Een aantal modellen bleek numerieke fouten te bevatten waardoor de water- en/of vuilbalansen niet kloppen. Conclusies met betrekking tot de betrouwbaarheid en bruikbaarheid worden (nog) niet getrokken. Men beperkt zich voorlopig tot het presenteren van een methode, waarmee modellen kunnen worden getest.

De complexiteit van de processen en de beperkte beschikbaarheid van meetgegevens maken een goede schatting van de modelparameters een lastig karwei. Delleur beschrijft een expert systeem dat gebruikt kan worden als assistentie bij de calibratie van het waterkwaliteitsmodule van het Storm Water Management Model. Veel onderzoek maar weinig voortgang wordt gemeld over sediment in riolen. De verschillen van plaats tot plaats zijn groot, mede omdat in zeer verschillende typen riolen wordt gewerkt. Om de ervaringen te bundelen is ook voor dit thema een internationale werkgroep opgericht. In een aantal papers werd benadrukt, dat bij het stelselontwerp ook de vuiluitworp van het effluent van de zuivering moet worden meegenomen. Illustratief is de bijdrage van Durchslag die een model presenteerde voor de continue simulatie van de vuiluitworp uit het totale afvalwatersysteem, dus inclusief de zuiveringsinstallatie. Er bestaat echter nog wel enige onduidelijkheid over het functioneren van zuiveringen onder (langdurige) RWA belasting (Schilling, Otterpohl). Onderzoek wijst uit dat menige zuivering dan een steekje laat vallen. Nader onderzoek naar de effecten van een fluctuerende hydraulische belasting op de zuivering en naar methoden ter verhoging van het zuiveringsrendement lijkt gewenst.

Op beperkte schaal wordt gewerkt aan betere randvoorzieningen (Pisano, Nishida, Sorensen). Proeven worden gedaan om met roosters het grove vuil in overstortingswater tegen te houden. Een mechanische grofvuilverwijdering bleek daarbij onontbeerlijk (Krejci, Carleton). Verder werd gewaarschuwd elvoor de resultaten van schaalmodellen van randvoorzieningen. De uitkomsten bleken systematisch beter te zijn dan die van experimenten op praktijkschaal (Lim).

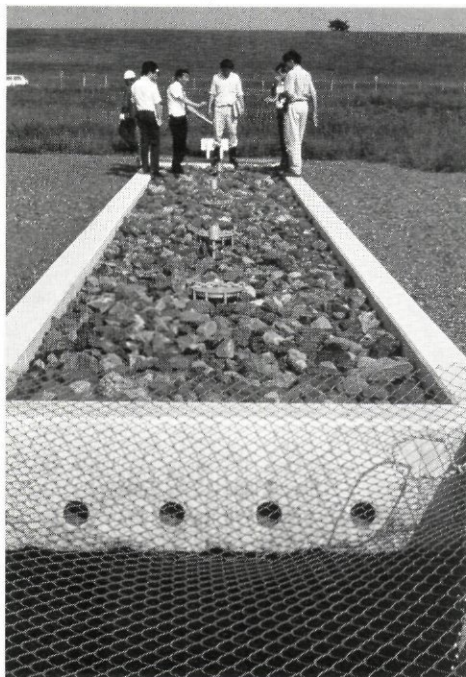
4.2. Effecten op het ontvangende water

In verschillende landen worden momenteel pogingen ondernomen om de resul-

taten van diverse onderzoeken te vertalen naar richtlijnen en criteria. Een onderscheid kan hierbij gemaakt worden in een effect gerichte aanpak, waarbij het rioolstelsel wordt beoordeeld op basis van de effecten op de kwaliteit van het ontvangende water, en een meer emissie gerichte aanpak, waar het minimaliseren van de vuiluitwerp centraal staat. In Duitsland kiest men bijvoorbeeld duidelijk voor de emissie gerichte aanpak, terwijl de Deense benadering een sprekend voorbeeld van de effect gerichte aanpak is. Uitgaande van de effecten op de zuurstofhuishouding van beken en rivieren worden eisen gesteld aan de lozing vanuit gemengde rioolstelsels (Hvitved-Jacobsen). Ook het instrumentarium nodig voor een dergelijke beoordeling is in Denemarken beschikbaar. Het vuiluitworpmodel SAMBA is al enige jaren beschikbaar als onderdeel van MOUSE en wordt veelvuldig toegepast in met name de Scandinavische landen. MOUSE zal op korte termijn worden uitgebreid met een model (DOSMO) voor de voorspelling van de effecten op de zuurstofhuishouding van het ontvangende water.

Een ander voorbeeld van de effect gerichte aanpak is afkomstig uit Engeland (Payne). Op basis van een globaal onderzoek naar de biologische effecten van overstortingen uit diverse typen stelsels op 47 locaties werden voorlopige richtlijnen opgesteld voor het schatten van de effecten op het ecosysteem. Met behulp

Afb. 5 - Proefinstallatie bij een zuivering van rivierwater (Naka rivier).



van de karakteristieken van het gebied kan men nu aan de hand van een biologische waterkwaliteitsindex een schatting maken van de te verwachten effecten.

Het onderzoek naar het voorkomen en gedrag van zware metalen en organische microverontreinigen staat eveneens in de belangstelling. In diverse landen wordt hieraan gewerkt. Zo wordt in Zweden (Morrison), Engeland (Ellis) en Frankrijk (Thevenot) onderzoek gedaan naar de speciatie van zware metalen. In bijdragen uit Canada (Marsalek) en Duitsland (Herrman) wordt aandacht geschonken aan het gedrag van PAK's en PCB's, waarbij het transport van sediment een belangrijke rol speelt. Een andere ontwikkeling, die ook al op de Wageningen Conferentie viel waar te nemen, is de toenemende aandacht voor ecotoxicologisch onderzoek. Met name in Engeland wordt veel onderzoek op dit gebied verricht. Effecten op vis en bodemfauna worden onderzocht. Doel van het onderzoek is het ontwikkelen van criteria voor de kwaliteit van het ontvangende water (Ellis, Seager).

5. Besturing

Zoals gezegd kreeg 'real time control' (RTC) ruime aandacht. Gelukkig bleven de bijdragen gedurende deze conferentie niet beperkt tot theoretische studies, maar werd ook een aantal praktijkvoorbeelden gepresenteerd. RTC toepassingen of vergaande plannen daartoe zijn bijvoorbeeld te vinden in Barcelona (Vazquez), Ense-Bremen (Weynand), Gladsaxe (Hansen) en Malmö (Stahre). Khelil gaat in op de mogelijkheden van een expert systeem voor de besturing van het rioleringsysteem van Bremen. Sotty behandelt het 'decision support' systeem dat gebruikt wordt bij de sturing van het afvoersysteem van Marseille. In Denemarken wordt als demonstratieproject, door een aantal bedrijven, instituten en een gemeente, gezamenlijk een beheer- en besturingssysteem ontwikkeld voor het integrale afvalwatersysteem. Naar verwachting zal dit systeem in 1991 operationeel zijn. Steeds meer steden gaan over tot metingen in het stelsel, al dan niet aangevuld met het verzamelen van gegevens over neerslag, eventueel met behulp van een regenradar, en open water en al dan niet inclusief de kwaliteit (Kinosita, Swartenbroekx, Jacquet, Takemoto). De daarvoor beschikbare meetsystemen worden steeds beter en betrouwbaarder, en grote elektronische netwerken voor de opslag en verzending van data zijn heden

ten dage evenmin een probleem. De introductie van dergelijke meetsystemen vormt veelal de eerste stap naar besturing. Een centraal element bij RTC toepassingen vormt de sturingsstrategie, ofwel de wijze waarop de regelkunstwerken in de tijd moeten worden geopereerd om zo goed mogelijk aan de operationele doelstellingen te voldoen. Hoewel het onderscheid niet altijd duidelijk is aan te geven, omdat in de praktijk de technieken veelal in combinatie voorkomen, kan het afleiden van een besturingsstrategie in principe op 4 manieren geschieden: (1) gebaseerd op ervaring (heuristisch) door een operator; (2) gebaseerd op ervaring welke is geprogrammeerd in een 'kennis-' of 'expert-systeem'; (3) gebaseerd op vooraf gedefinieerde regels volgens het 'if-then-else' principe; en (4) gebaseerd op een mathematische optimalisatie van een doelfunctie.

Voorbeelden van het type (3) worden beschreven door onder andere Kido en Hansen. In de papers van onder andere Bernauer, Nelen, Petersen en Jacobsen, worden de potentiële mogelijkheden van RTC onderzocht met behulp van modellen die gebruik maken van mathematische optimalisatietechnieken. De benodigde schematisaties en de formulering van de juiste doelfunctie vormen hierbij echter een probleem. Veelal wordt alleen een zo goed mogelijk gebruik van de berging ter voorkoming van 'onnodige' overstortingen als operationeel doel gesteld. Nelen doet een aanzet om hierbij waterkwaliteitsaspecten te betrekken.

Voor de afleiding van een strategie geldt dat informatie over de 'verstoring' en de 'belasting' van het systeem, waarvan de neerslag de belangrijkste component vormt, onontbeerlijk is. Is geen enkele informatie beschikbaar dan kan alleen met vaste set points worden gewerkt. Wanneer alleen informatie over de actuele belasting beschikbaar is, is de reactietijd beperkt tot de responsetijd van het systeem.

De reactietijd zou kunnen worden verlengd als men zou beschikken over een betrouwbare voorspelling van de neerslag. Schoorvoetend komen hiervoor een aantal methoden beschikbaar (Takasao, Neumann), welke zijn gebaseerd op actuele gegevens van regenradars. Zoals vermeld vormt de betrouwbaarheid van de voorspellingen nog een probleem. Jinno presenteert een convectie-dispersie model voor de beschrijving van neerslag in tijd en plaats, dat gebruikt kan worden voor korte-termijnvoorspellingen.

6. Planning & beheer

Op veel plaatsen wordt de voorkeur gegeven aan het gescheiden stelsel boven het gemengd, ondanks het risico van foute aansluitingen (O'Loughlin). Door de U.S. Environmental Protection Agency wordt momenteel gewerkt aan een handleiding om foute aansluitingen op te sporen (Pitt). Daarbij wordt de waterkwaliteit bij alle RWA lozingspunten ingedeeld in de categorieën (1) schoon, (2) enigermate verontreinigd en (3) gevaarlijk vervuild. De kwaliteit wordt vastgesteld aan de hand van een aantal chemische bepalingen die met behulp van speciale meetmethoden in het veld worden verricht.

Kollatsch lanceert het idee om in systemen waar gescheiden stelsels aan gemengde stelsels worden gekoppeld (bijvoorbeeld bij de aanleg van nieuwbouwwijken), het afvalwater van het gescheiden systeem gedurende hevige regenbuien tijdelijk te bergen in tanks, om zo de vuillast van het overstortende water te reduceren. Het voordeel van deze benadering is dat de benodigde bergingscapaciteit van dergelijke tanks veel kleiner is dan wanneer men de afvoer van het gemengde rioolwater zou moeten bergen om een overstorting te voorkomen. De sturingsstrategie en dus de effectiviteit van de maatregel blijkt gevoelig te zijn voor de mate waarin neerslag kan worden voorspeld. De effectiviteit van de maatregel kan voor Nederland worden betwist, wanneer men bedenkt dat voor de vuillast van het overstortende gemengde rioolwater, opgewoeld slib een belangrijkere bron zou kunnen zijn dan de DWA aanvoer van het gescheiden stelsel.

Aardige resultaten kwamen uit een evaluatie van Japanse rioolinspecties (Wada and Ooka). Zij inventariseerden de zwakke plekken van de stelsels. Bij de inspectieputten bleken veel tangentiële scheuren voor te komen; onder voetpaden is vooral wortelingroei een bron van problemen. Veel schade werd aangetroffen bij riolen onder wegen, zoals losgeschoten verbindingen, gaten, lengtescheuren, doorschoten inprickers, zandinspoeling etc. Fabrikanten van materialen en constructeurs van riolering zouden uit een dergelijk onderzoek lering kunnen trekken! Een radio-reclamespotje over de kwaliteit van de Japanse rioolbuis hebben we dan ook niet gehoord.

7. Regionale studies

Vele Japanse bijdragen behandelen de problematiek van overstromingen in stedelijk gebied. Voor het Japanse

stedelijk waterbeheer vormt dit momenteel duidelijk het belangrijkste knelpunt. Bij gemengde rioolstelsels wordt af en toe melding gemaakt van de problemen zoals wij die in Nederland kennen, echter in vergelijking tot hun 'westerse' collega's besteden de Japanners nog relatief weinig aandacht aan de overstortingsproblematiek en aanverwante waterkwaliteitsaspecten. Door de hoge grondkosten en de dichte bebouwing moet ook naar ondergrondse oplossingen worden gezocht. Op grote schaal worden bergingsriolen en -kelders gebouwd om de problemen met water op straat te beperken (onder andere Furusawa, Masumoto, Hashimoto, Murakami). Een ander fraai voorbeeld van een 'ondergrondse' oplossing wordt gegeven door Kawamoto, die het ondergrondse rivieren project in Tokyo beschrijft.

Tot onze geruststelling hebben we kunnen constateren dat ook in andere landen het polder-systeem voor de waterbeheersing in een laaggelegen stedelijk gebied naar tevredenheid functioneert (Torrani). De bepaling van de benodigde berging en lozingscapaciteit leverde hier en daar echter problemen op, zeker als rekening gehouden moet worden met enorme bodemdalingen ten gevolge van grondwater-onttrekkingen.

Globaal gezien wordt in Azië 'flood control' als het belangrijkste probleem binnen het stedelijk waterbeheer ervaren. Modellen voor de bovengrondse afvoer van water in geïnundeerd gebied worden gebruikt ter beperking van de schade in gebieden waar de kans op een dergelijke toestand groot is, (Garg, Huang, Hsu, Nakamura). Naast de vele Japanse bijdragen zijn case-studies gepresenteerd uit onder meer Noord China (Hwanwen Ha), Hong Kong (Jayawardena), Saudi Arabië (Ishaq) en Iran (Ebrahimi). Desalniettemin begint ook in Azië langzaam maar zeker het waterkwaliteitsprobleem een belangrijkere rol te spelen, getuige bijvoorbeeld de bijdragen van Awad (Syrië) en Tay (Singapore). In (sub-)tropische landen is naast de overstortingsproblematiek de drinkwatervoorziening vaak een belangrijk aandachtsveld. De kosten van de drinkwatervoorziening en van maatregelen tegen overstromingen zijn in Tunis te hoog om ze via privé investeringen te financieren, aldus Maalel. Dergelijke voorzieningen dienen derhalve uit de algemene middelen te worden betaald. Desbordes waarschuwt dat door de specifieke klimatologische en socio-economische omstandigheden, de

klassieke 'westerse' oplossingen voor het stedelijk waterbeheer niet zonder meer toepasbaar zijn in West Afrika. Hij pleit voor de ontwikkeling van alternatieve oplossingen toegesneden op de Afrikaanse situatie.

8. Slotbeschouwing

Algemeen kan worden geconcludeerd dat er sprake is van een verschuiving van het aandachtsveld binnen het stedelijk waterbeheer, van aanleg en constructie naar het operationeel beheer. Dat er mogelijkheden zijn voor een efficiëntere beheersing van de (afval)waterstromen is een ieders overtuiging. Om nieuwe technologieën als source control en real time control kan langzamerhand niemand meer heen. Er bestaat echter wel nog enige verwarring met betrekking tot de nieuwe 'computer' terminologie als 'expert-system', 'CAD' en dergelijke. Deze termen werden (te) ruim geïnterpreteerd en modellen werden al snel als zodanig gekwalificeerd. Toegespitste definities zijn nodig om 'kretologie' te voorkomen. Hoewel de noodzaak voor verbeterde ontwerpmethoden en een nieuwe normering door velen wordt onderschreven, blijkt dat een concrete invulling hiervan nog op zich zal laten wachten. Een van de oorzaken hiervan, is het gebrek aan betrouwbare berekening en schatting van de vuiluitwerp (van rioolstelsel en rwzi's). Daar waar het echter gaat om het onderling vergelijken van alternatieven kan met de huidige generatie vuiluitwerpmodellen vaak al een voldoende nauwkeurige beoordeling worden gegeven. Verder is het aan te bevelen om in plaats van simpele emissienormen, ecologische doelstellingen en normen gerelateerd aan de functies van de ontvangende wateren te formuleren. Voordat dit gerealiseerd is zal er overigens nog enige tijd verstrijken. Tot slot, de proceedings van het symposium zijn in een zeer beperkte oplage verschenen. Een handelseditie is niet uitgebracht. Mocht u geïnteresseerd zijn in kopieën van de inhoudsopgave en/of één of meer papers, dan zijn die tegen een geringe vergoeding te bestellen bij de TU Delft (mevr. Rothfusz, tel. 015 - 78 16 46).

Referenties

- Iwasa, Y. and Sueishi, T. (1990). *Proceedings of the fifth Int. Conf. on Urban Storm Drainage. Volume 1: Drainage Models and Quality Issues, Volume 2: Drainage Systems and Runoff Reduction en Volume 3: Planning, Control and Regional Studies.* Dept. of Environmental Engineering, Osaka University, Osaka.
- Nelen, A. J. M., Aalderink, R. H. and Luijtelaar, H. van (1988). *Fourth International Conference on Urban Storm Drainage.* H₂O (21) 1988, nr. 4.

