

Huidig en toekomstig gebruik van rioolmodellen in Vlaanderen

Hydrodynamische modellering van rioolstelsels wordt sinds het begin van de jaren '90 op steeds grotere schaal toegepast in Vlaanderen. Gedurende die periode zijn deze modellen sterk geëvolueerd van eenvoudige rekeninstrumenten naar hoogwaardige geografisch gebaseerde beheerssystemen. Dankzij deze ontwikkelingen is het niet alleen mogelijk geworden om de modellen heel wat performanter te maken, maar ook om in te spelen op het steeds complexer wordende regelgevingskader, waarbinnen rioleringsystemen vandaag de dag moeten worden ontworpen en beheerd. In het artikel wordt een overzicht gegeven van de belangrijkste recente en toekomstige evoluties op het vlak van rioolmodellering en wordt aangegeven hoe dit kan worden afgestemd op andere modellen voor integraal waterbeheer in Vlaanderen.

Van rekenpakket tot beheersysteem

Het opstarten van het Hydronaut-modelleringsprogramma in opdracht van het Vlaams Gewest (1992) en de daarop volgende initiatieven van gemeenten of andere beheerders van gemeentelijke rioolstelsels, heeft er voor gezorgd dat de gegevens van de Vlaamse rioolstelsels vandaag grotendeels zijn gedigitaliseerd in de vorm van riooldatabanken en hydrodynamische rioolmodellen (Figuur 1). In deze periode hebben zich vanzelfsprekend een aantal evoluties voorgedaan in de aanpak en de doelstellingen van deze modelleringsstudies. Terwijl oorspronkelijk vooral werd gefocust op het ontwerp van nieuwe collectoren, werd mettertijd ook meer en meer aandacht besteed aan de visie-ontwikkeling voor de toekomst (met name de overgang van gemengde naar gescheiden stelsels) en het oplossen en optimaliseren van bestaande knelpunten in het gemeentelijk stelsel.

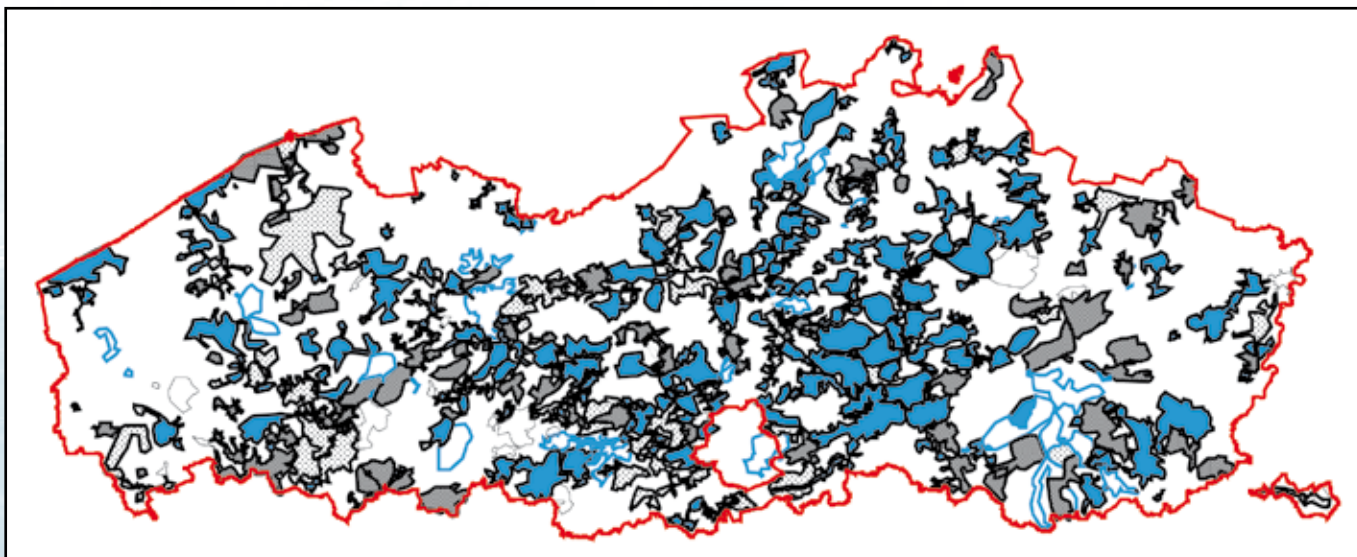
Vroegere generaties van modellen leidden in de praktijk vaak tot een ongestructureerde verzameling van honderden losse bestanden. Vandaag is daarentegen alles opgevat in de vorm van

relationele databanken, die het mogelijk maken om zeer grote hoeveelheden informatie en de historiek van de wijzigingen en scenario-analyses op een gecontroleerde manier te beheren. Op die manier kunnen de talrijke deelmodellen die in de afgelopen jaren werden opgemaakt, langzaam maar zeker geconsolideerd worden tot operationele modellen op het niveau van de verschillende zuiveringsgebieden.

De basis van een rioolmodel wordt weliswaar nog steeds gevormd door het onderliggende berekeningspakket, maar in de laatste jaren is de nadruk steeds meer komen te liggen op functionaliteiten voor grootschalig beheer en voor een gestandaardiseerde en geografisch ondersteunde bepaling van een aantal belangrijke modelparameters [1].

Een belangrijk voorbeeld hiervan is het gebruik van de talrijke geografische (GIS) informatie-lagen die in steeds toenemende mate door de Vlaamse (en federale) overheid beschikbaar gesteld worden. Deze GIS-informatie kan een belangrijk hulpmiddel vormen, bijvoorbeeld bij de bepaling van de verharde oppervlakten die naar

Figuur 1 : Overzicht rioolmodellen in Vlaanderen (toestand maart 2007).



het rioolstelsel afwateren. Terwijl deze vroeger vaak vrij ruw werden ingeschat (onder de vorm van globale verhardingspercentages of op basis van gemiddelde waarden voor straatbreedten en dakoppervlakten), wordt het vandaag -met het oog op de overgang naar gescheiden stelsels- steeds belangrijker om dit met toenemende nauwkeurigheid en tot op het niveau van individuele gebouwen en straatoppervlakten te gaan bepalen (Figuur 2). Een belangrijk aandachtspunt hierbij blijft wel de nauwkeurigheid en de frequentie van update van de gebruikte GIS-lagen.

Figuur 2 : Voorbeeld van oppervlaktebepaling op basis van NGI-vectorinformatie (2a,b : overzicht en detailbeeld).



Een andere belangrijke bron van informatie zijn de digitale hoogtemodellen (DHM), die met zeer hoge resolutie de topografie van het terrein beschrijven. Vandaag worden deze in de waterloopmodellering al courant gebruikt bij het voorspellen en afbakenen van overstromingszones, en deze trend zal zich in de komende jaren doorzetten naar de rioolmodellering. Een goede kennis van de topografie van het terrein is immers

cruciaal om de lokale impact van overstromingen in het rioolstelsel beter te kunnen voorspellen en controleren. Ook fenomenen zoals de snelle afstroming over onverharde oppervlakte tijdens hevige onweders (met vaak modderstromen tot gevolg) zouden op basis van dergelijke modellen beter kunnen worden bestudeerd. Vandaag bevinden deze berekeningen zich in de praktijk echter nog in het experimentele stadium, en het zal allicht nog enkele jaren duren vooraleer dit als een standaard aspect van rioolmodellering kan worden beschouwd.

De grenzen van de rekensnelheid afgestast

Ook op het vlak van de rekensnelheid en preformantie van de modellen hebben zich de laatste jaren belangrijke wijzigingen voorgedaan, en het valt te voorspellen dat het einde van deze evolutie nog lang niet in zicht is.

Hydrodynamische rioolmodellering is omwille van de beperkingen in rekensnelheid lange tijd beperkt gebleven tot het doorrekenen van zgn. ontwerpbuïen. Dit zijn buïen met een duur van 48 uur waarvan de neerslaghoeveelheden statistisch representatief zijn voor bepaalde terugkeerperioden (bijv. eens om de 2 of 5 jaar) [2] (Figuur 3). De huidige ontwerprichtlijnen voor rioleringen zijn gebaseerd op het gebruik van deze ontwerpbuïen en leggen beperkingen op aan de maximale waterpeilen die zich in het rioolstelsel voordoen als gevolg van dergelijke buïen : bijv. geen overstroming bij gebruik van een ontwerpbuï met terugkeerperiode 2 of 5 jaar, minimum 50 cm vrijwaring van overstromingen en geen overschrijding van de hydraulische capaciteit van leidingen bij gebruik van een ontwerpbuï met terugkeerperiode 2 jaar, enz.

Hoewel ontwerpbuïen eenvoudig en snel te gebruiken zijn, zijn er toch een aantal belangrijke beperkingen aan verbonden. Door het complexe hydraulisch gedrag van rioolstelsels is de statistische terugkeerperiode van oorzaak (neerslag) en gevolg (wateroverlast) immers niet noodzakelijk gelijklopend, waardoor wateroverlast in de praktijk eventueel frequenter kan voorkomen dan de ontwerpbuï waarmee het stelsel werd ontworpen. Ook over de duur en opeenvolging van verschillende perioden met wateroverlast kan men op basis van ontwerpbuïen geen nauwkeurige uitspraak doen.

Eenzelfde problematiek doet zich voor bij het ontwerpen van overstorten en de bepaling van de frequentie waarmee overstorten zullen werken. Ook hier zijn ontwerpbuïen slechts een hulpmiddel, waarmee een benaderende overstortfrequentie kan worden berekend, maar kunnen zij geen gedetailleerd antwoord geven op de vraag waar, wanneer en hoelang overstorten in werking zullen treden.

Indien men een beter antwoord wil krijgen op het werkelijke statistisch gedrag van rioolstelsels over een lange periode, moet men gebruik maken van voldoende lange reeksen van reële neerslaginten-

siteiten. Zo werden de ontwerpbuien bijvoorbeeld opgesteld door statistische verwerking van de neerslagreeksen van Ukkel voor de periode 1967-1993. Het spreekt vanzelf dat het doorrekenen van 27 jaar neerslag in vergelijking met een ontwerpbui van 48 uur (hetgeen overeenkomt met een factor 5000 !) een enorme impact heeft op de duur van de berekeningen. Tot voor kort was dit dan ook onmogelijk en moest men hiervoor zijn toevlucht nemen tot sterk vereenvoudigde (conceptuele) modellen, die dan weer als nadeel

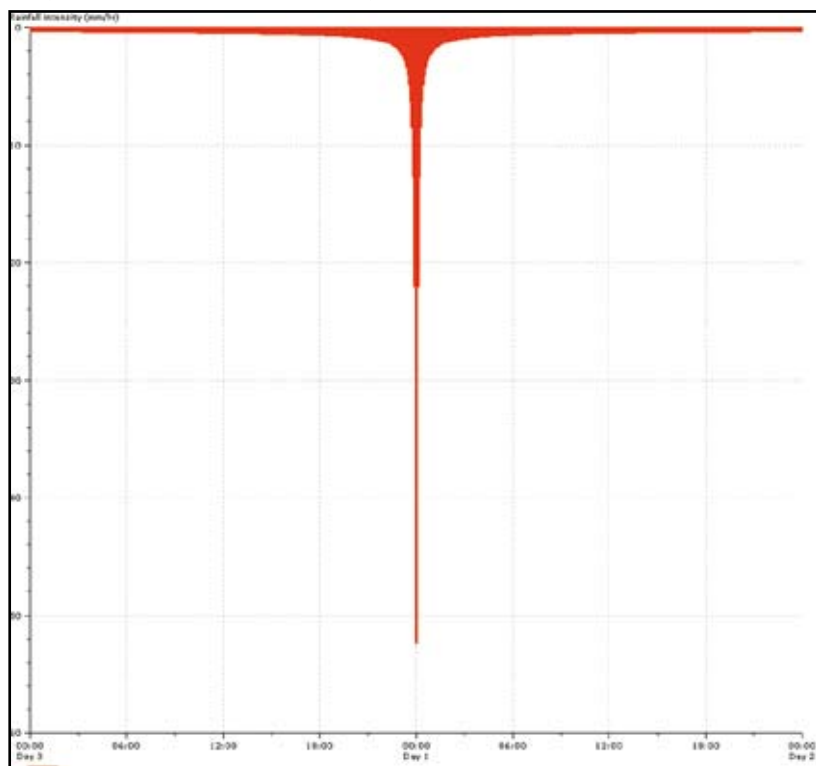
hebben dat ze bijv. geen uitspraak kunnen doen over waterpeilen, maar enkel over debieten en volumes.

De permanente evoluties in computertechnologie (zowel hardware- als softwarematig) hebben er echter voor gezorgd dat langzaam maar zeker ook gedetailleerde berekeningen met langere werkelijke neerslagreeksen binnen bereik komen. Op die manier kan men een beter inzicht verkrijgen in de dynamiek van kort opeenvolgende buien, hetgeen op zijn beurt de weg moet effenen voor het onderzoek naar mogelijke realtime sturing op een aantal kritische punten (pompstations, bufferbekkens, ...) in het stelsel (Figuur 4). Ook in het optreden van overstortingen en de statistische spreiding op de jaarlijkse overstortfrequentie als gevolg van de variatie in de neerslag, kan een beter inzicht worden verkregen door het gebruik van continue neerslagreeksen.

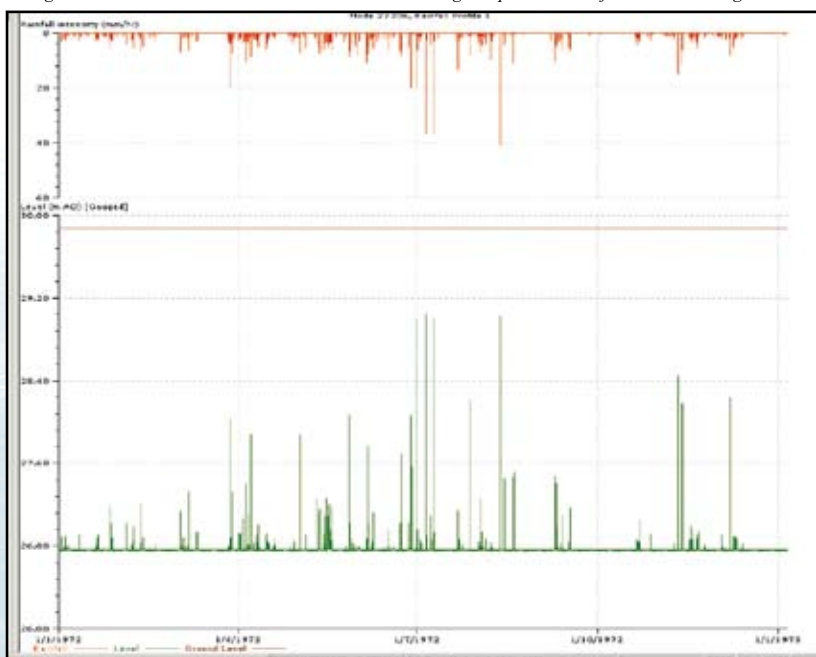
Op basis van een interne studie medio 2006 [3] werd vastgesteld dat de grens voor praktische haalbaarheid van lange simulaties (minder dan 1 week simulatieduur voor 27 jaar neerslag) te situeren was bij modellen met ca. 1500 rekenknopen (hetgeen typisch overeenkomt met een dichtbebouwde middelgrote gemeente). Rekening houdend met de laatste evoluties valt het te verwachten dat binnen afzienbare tijd ook voor grotere modellen (bijv. tot 5000 knopen) lange neerslagreeksen zullen kunnen worden uitgevoerd in enkele dagen tijd.

Hoewel dit een zeer significante verbetering is tegenover pakweg vijf jaar geleden, is het duidelijk dat de ontwerpbuien nog altijd een vaste waarde zullen blijven om snel talrijke ontwerpscenario's met elkaar te vergelijken, en dat de toepassing van lange neerslagreeksen vooralsnog beperkt zal blijven tot controleberekeningen op een gekozen ontwerp.

Figuur 3 : Voorbeeld van een ontwerpbui (composietbui T = 2 jaar).



Figuur 4 : Voorbeeld van continue variatie van waterhoogten op basis van 1 jaar reële neerslag



Wijzigende visies en concepten

In de voorbije jaren werd niet alleen een evolutie waargenomen op het vlak van de technische aspecten van rioolmodellering. Een minstens even belangrijk aspect betreft de wijzigingen in het regelgevingskader en het effect dat dit heeft gehad op recente rioolontwerpen.

Het klassieke (gemengde) rioleringsstelsel, zoals het in de jaren '80 en tot in het begin van de jaren '90 werd ontworpen in het kader van de Totale Rioleringsprogramma's (TRP's) was -naast het transport van afvalwater naar de rioolwaterzuiveringsinstallatie (RWZI) - vooral gericht op het vermijden van wateroverlast en het beperken van de overstortfrequentie. Dit leidde tot het typische ontwerp van (zeer) grote bergingscollectoren en bergbezinkbekkens, met als bijkomend operationeel gevolg het optreden van langdurige en belangrijke verdunningen in de aanvoer naar de RWZI.

In de afgelopen tien jaar is het ontwerp van rioolstelsels grondig gewijzigd, met als belangrijkste aandachtspunten :

- het opleggen van bronmaatregelen op open-

- baar en particulier domein om de instroom van regenwater in het rioolstelsel te minimaliseren;
- de overgang van gemengde naar (gedeeltelijk) gescheiden stelsels;
- en het opleggen van striktere lozingsvoorwaarden ter plaatse van de ontvangende waterlopen. Waar men vroeger vaak de waterloop ging hercalibreren om het geloosde debiet te kunnen opvangen, worden nu strikte eisen van buffering in het rioolstelsel opgelegd om de waterloop niet overmatig te belasten.

Deze gewijzigde ontwerpvisie leidt meestal tot kleinere collectoren (als gevolg van de belangrijke afkoppeling van regenwaterdebieten), maar leidt anderzijds wel vaak tot meer complexe configuraties van gescheiden leidingen, grachten, bufferconstructies e.d. Hierbij worden vaak ook tal van nieuwe materialen en oplossingen voorgesteld (doorlaatbare verhardingen, infiltratiebuizen, ...) en winnen aspecten zoals hergebruik (bijv. uit regenwaterputten) aan belang.

Bij dergelijke complexe ontwerpen neemt enerzijds het belang van hydrodynamische rioolmodellen toe, maar moet men zich anderzijds realiseren dat het steeds moeilijker wordt om het werkelijke gedrag van het systeem te simuleren en dat de onzekerheid op een aantal hydraulische parameters steeds groter wordt. Vandaag is moeilijk te voorspellen hoe elementen zoals doorlaatbaarheid en infiltratiecapaciteit zullen worden beïnvloed door de frequentie van onderhoud, occasionele verontreiniging van het wegooppervlak met bijv. koolwaterstoffen enz.

In het algemeen zal de hele ombouw van gemengde naar gescheiden rioolstelsels leiden tot een minder duidelijke afbakening van de verantwoordelijkheden voor riool- en waterloopbeheerder, en zal in de praktijk een soort van overgangszone tussen beide systemen ontstaan waarbij bijv. ook interactie met het grondwater van belang kan zijn.

Integrale modellering

In de laatste jaren is in toenemende mate het besef gegroeid dat verschillende deelsystemen van de waterketen mekaar wederzijds beïnvloeden en dat het dus niet langer wenselijk is om deze deelsystemen als alleenstaande systemen te gaan ontwerpen en beheren. Rioolstelsels, of ze nu gescheiden of gemengd zijn, leveren een belangrijke bijdrage tot de waterafvoer in de ganse keten van ontvangende waterlopen (gaande van grachten over onbevaarbare tot bevaarbare waterlopen). Anderzijds hebben de waterlopen ook hun impact op het gedrag van rioolstelsels : perioden van hoge waterafvoer in de beken en rivieren kunnen een belangrijke belemmering vormen voor de normale werking van het rioolstelsel en kunnen op die manier op hun beurt zelfs lokale overstrooming in het rioolstelsel veroorzaken of versterken. Om dergelijke interacties te begroten zouden watersystemen op een meer geïntegreerde

manier moeten worden benaderd en gemodelleerd. Hiervoor staan verschillende concepten en technologieën ter beschikking, maar de meeste bevinden zich nog steeds in een onderzoeksstadium of worden in hun toepassing beperkt door een gebrek aan gegevens of onvoldoende detailkennis over de verschillende deelsystemen. Een veelbelovende nieuwe technologie vormt de OpenMI (Open Modelling Interface) technologie, die het mogelijk maakt om verschillende bestaande modellen op een relatief eenvoudige manier met elkaar te linken. Een toepassing hiervan vormt het Europees gesubsidieerde project OpenMI-Life¹, waarin o.a. de koppeling gemaakt wordt tussen bestaande rioolmodellen en waterloopmodellen.

Het langetermijnperspectief

Tot hertoe werden enkel hydrodynamische aspecten van de rioolmodellering beschouwd. Nochtans zijn er ook reeds verscheidene jaren modellen beschikbaar die niet alleen de afvoer van water, maar ook de afvoer van sedimenten en vuilvrachten in het rioolstelsel berekenen. Hoewel reeds een aantal studies en onderzoeken werden gewijd aan het gebruik van dergelijke modellen [4], lijkt een grootschalige toepassing ervan voorlopig nog niet haalbaar.

Enerzijds zijn er op het vlak van sediment- en vuilvrachttransport in rioolstelsels nog heel wat belangrijke kennishiaten, zoals :

- het sedimenttransport in de leidingen en meer bijzonder het gedrag van mengsels van sedimenten van organische en niet-organische oorsprong;
- de biologische processen die zich afspelen in het rioolstelsel (zowel in de waterlaag als in de biofilm op de buiswand);
- de opbouw en afbraak van sedimenten (en de eraan gehechte vuilvrachten) aan de oppervlakte, die grotendeels mee door menselijk gedrag worden beïnvloed en dus uitermate onvoorspelbaar zijn.

Anderzijds wordt een even grote hinderpaal voor een doorbraak van vuilvrachtmodelleringen vandaag nog steeds gevormd door het ontbreken van kostenefficiënte en algemeen toepasbare meet- en analysetechnieken voor een continue monitoring van waterkwaliteitsparameters in het rioolstelsel (Figuur 5). Voorlopig moet men nog steeds zijn toevlucht nemen tot hetzij beperkte staalnamecampagnes, hetzij online metingen van een beperkte set van parameters die enkel een indirecte indicatie voor waterkwaliteit leveren (zoals bijv. turbiditeit, conductiviteit).

Niettemin is er de hoop dat het op relatief korte termijn toch mogelijk zou moeten zijn om tegen een haalbare kost een aantal basisfenomenen van vuilvrachttransport te voorspellen, zoals bijv.

¹ Het project OpenMI-Life wordt gesubsidieerd door de Europese Commissie onder het LIFE Environment Programma onder contractnr. LIFE06ENV/UK/000409). Voor verdere details wordt verwezen naar de bijdrage van VMM-Afdeling Water in ditzelfde nummer, pagina 15.

de duur van overmatige verdunning als gevolg van regenweerafvoer, de identificatie van sedimentatiegevoelige locaties in het rioolstelsel en het daaraan gekoppelde risico op belangrijke first-flush² effecten.

In elk geval mag op lange termijn het belang van dergelijke vuilvrachtsimulaties niet worden onderschat, omdat zij een belangrijke bijdrage zouden kunnen leveren tot het nauwkeuriger begroten van de impact van rioolozingen op de kwaliteit (en daaraan gekoppeld de ecologische status) van de ontvangende waterloop. Belangrijk hierbij is te beseffen dat ook regenwaterleidingen

² "First flush" is het voorkomen van sterk vervuilde afvoerpieken in het rioolstelsel aan het begin van een regenbui, als gevolg van de opwoeling van sedimenten die tijdens de voorafgaande droogweelperiode waren bezonken. Algemeen wordt aangenomen dat dergelijke first-flush effecten in bepaalde omstandigheden verantwoordelijk kunnen zijn voor het optreden van piekverontreiniging door overstorten.

Figuur 5 (a,b): Voorbeeld van een opstelling voor continue waterkwaliteitsmeting in het rioolstelsel



in gescheiden stelsels in sommige gevallen een aanzienlijke vuilvracht kunnen transporteren en op die manier verontreiniging kunnen veroorzaken in grachten en andere oppervlaktewaters. Een tweede belangrijke toepassing is de voorspelling van influentvrachten naar de RWZI en daaraan gekoppeld een meer geïntegreerde afstemming tussen de RWZI en het rioolstelsel.

Besluiten

Samenvattend kan worden gesteld dat in de voorbije vijftien jaar rioolmodellering een vaste plaats heeft verworven in de Vlaamse rioolwereld, en dat door de snel evoluerende technologische mogelijkheden de vooruizichten op een technisch hoogwaardig en gestructureerd operationeel rioolbeheer in de komende jaren enkel maar zullen toenemen. Evoluties op middellange en lange termijn situeren zich vooral op het vlak van een verdere integratie met andere modellen uit de waterketen en op de uitbreiding van de modellen met waterkwaliteitsaspecten.

Referenties

- [1] Aquafin (2005, 2007), "Hydronaut-Procedure v6.0" en "Code van Goede Modelleringspraktijk v6.03".
- [2] Vaes G. en Berlamont J. (1996), "Composietbuien als neerslaginvoer voor rioleringsberekeningen", Water nr. 88.
- [3] Van Assel J. (2006), "Gebruik van Continue simulaties voor berekening van overstortfrequenties", intern onderzoeksrapport, Aquafin.
- [4] Bouteligier R. (2002), "Transport models for Combined Sewer systems", onderzoeksproject uitgevoerd door K.U.Leuven i.o.v. Aquafin en Severn Trent Water.

J. Van Assel

studieverantwoordelijke onderzoek en productontwikkeling, Aquafin nv
johan.vanassel@aquafin.be
tel: 03 450 40 82 - fax: 03 450 44 44

G. Dirckx

studieverantwoordelijke onderzoek en productontwikkeling, Aquafin nv
johan.vanassel@aquafin.be
tel: 03 450 45 55
Dijkstraat 8, 2630 Aartselaar