




Nieuwe ontwikkelingen in het waterkwaliteitsspoor

ROB NIEUWENHUIS, ARCADIS
MARCEL GLASBERGEN, ARCADIS
HANS HAKVOORT, WLDELFT HYDRAULICS
EDWIN TER HENNEPE, WERKGROEP WATERKWALITEIT WEST-NEDERLAND

De waterkwaliteit in stedelijk water wordt voor een belangrijk deel beïnvloed door overstortingen uit rioolstelsels. Gemengde stelsels zijn notoire lozers van onder andere organische stof en stikstofverbindingen. De lozingen leiden op korte termijn (enkele dagen) vaak tot sterke dalingen in het zuurstofgehalte, soms met tijdelijke zuurstofloosheid tot gevolg. Op langere termijn blijft een dikke sliblaag achter, die door een verhoogd sediment zuurstofverbruik ook de achtergrondconcentratie voor zuurstof laag houdt. Bovendien treedt nalevering op van stikstof en fosfaat naar de waterkolom, wat leidt tot eutrofiëring.

De Werkgroep Waterkwaliteit West-Nederland houdt zich al sinds de jaren negentig bezig met de bestudering van deze effecten. In de werkgroep zijn in 2004 zeven waterkwaliteitsbeheerders vertegenwoordigd: de hoogheemraadschappen Hollands Noorderkwartier, Amstel, Gooi en Vecht, Rijnland, De Stichtse Rijnlanden, Delfland en Schieland en de Krimpenerwaard en Waterschap Hollandse Delta. De werkgroep gaf invulling aan het waterkwaliteitsspoor door medeontwikkeling van TEWOR (Toetsing van het Effect op de Waterkwaliteit van Overstorten uit de (gemengde) Riolering[1]). Alle leden van de werkgroep gebruiken de zuurstofmodule van TEWOR als één van de middelen om hun lozingsvergunningen in het kader van de Wvo te onderbouwen. Thans richt de werkgroep zich op beleidsafstemming en divers onderzoek naar de effecten van afvalwaterketenemissies op de oppervlaktewaterkwaliteit.

TEWOR is beschikbaar in de modelpakketten Duflow en Sobek. In 2002 en 2003 vond in opdracht van STOWA een afstemming plaats tussen het TEWOR-model in beide pakketten. De procesbeschrijvingen in het waterkwaliteitsmodel zijn geüniformeerd en er zijn aanbevelingen opgesteld voor een uniform gebruik van parameterwaarden en randvoorwaarden voor de waterkwaliteitsmodellering[2),3)]. Eén belangrijke factor is in die studie buiten beeld gebleven: het effect van aannames ten aanzien van de waterkwantiteit. Het al dan niet meenemen van regenwaterlozingen uit (verbeterd) gescheiden stelsels of een natuurlijke doorspoeling door regenval bovenstrooms, heeft invloed op de berekende effecten van overstortingen uit de gemengde stelsels. In 2003 schreef Arcadis een projectvoorstel om ook hierin eenduidigheid te brengen. Niet alleen om de toetsing van de basisinspanning voor verschillende gemeentes onderling zo gelijk mogelijk te maken, maar ook om de waterbeheerder en de adviseur heldere handvatten te geven om een afgewogen model te kunnen opstellen, waarin andere relevante bronnen van vuil en schoon water op een verantwoorde manier worden meegenomen. In 2004 voerden Arcadis en WLDelft Hydraulics gezamenlijk dit voorstel uit in opdracht van de Werkgroep Waterkwaliteit West-Nederland. De resultaten van het onderzoek naar de hydrologische randvoorwaarden bij TEWOR worden inmiddels door de waterschappen die in de werkgroep vertegenwoordigd zijn, toegepast[4)].

Onderzoek naar de toepassing van TEWOR voor het berekenen van langetermijneffecten is vorig jaar opgestart en loopt nog (zie kader).

Het doel van het hydrologisch onderzoek is het leveren van een praktijkgericht advies aan de gebruikers van TEWOR over de omgang met andere waterbronnen dan de overstortlozingen uit gemengde rioolstelsels, om te komen tot een uniforme aanpak voor de omgang met andere bronnen in een waterkwaliteitsspoor.

De aanpak is technisch en pragmatisch. Met behulp van eenvoudige modellen zijn standaardwaarden berekend, die als uitgangspunt kunnen dienen voor de modellering van complexe systemen.

Overstortverloop

Binnen TEWOR wordt doorgaans gebruik gemaakt van een sterk geschematiseerd overstortverloop, waarbij het totale overstortvolume (afkomstig uit het basisrioleringsplan) dat bij een herhalingstijd van één, twee, vijf of tien jaar hoort, in vier uur tot overstorting komt. Het moge duidelijk zijn dat dit een sterke vereenvoudiging van de werkelijkheid is (zie kader op pagina 25). Zeker wanneer op hetzelfde moment ook op andere plaatsen in het watersysteem schoon of vuil water binnenkomt, leidt een te eenvoudige benadering in het model tot fouten in de berekende waterkwantiteit en -kwaliteit.

Eenduidige randvoorwaarden

Wanneer getracht wordt om binnen het

TEWOR lange termijn

De meeste waterbeheerders in de Werkgroep Waterkwaliteit West-Nederland hebben hun aandacht tot op heden vooral gericht op de kortetermijneffecten van overstorten. Die vormen in veel gevallen de aanleiding voor de te treffen saneringsmaatregelen. Behoefte bestaat aan informatie over de verspreiding van andere stoffen met het overstortende water (na de sanering volgens het waterkwaliteitsspoor): met name eutrofiërende stoffen, zware metalen en de prioritaire stoffen uit de Kaderrichtlijn Water. Arcadis heeft de waterbeheerders begeleid bij het inventariseren van de behoefte van een uniforme methode om de effecten van deze 'andere' stoffen in beeld te brengen. Zowel SOBEK als DUFLOW blijken al mogelijkheden te bezitten om de verspreiding van deze stoffen te laten zien, maar er zitten verschillen in de berekende resultaten. Voor het vervolg is aanbevolen deze verschillen weg te nemen. Eerst wordt echter een literatuuronderzoek verricht naar belastingen vanuit verschillende bronnen met de stoffen die momenteel de meeste aandacht vragen. Onderzoek naar de verspreiding en effecten van deze stoffen loopt. De keuzes ten aanzien van te hanteren randvoorwaarden bij dergelijke berekeningen moeten uitgebreid worden behandeld, waarbij wordt aangesloten op de in dit artikel besproken hydrologische randvoorwaarden voor de kortetermijnberekeningen.

waterkwaliteitsspoor een zo realistisch mogelijk beeld te verkrijgen van het functioneren van het stedelijk watersysteem onder extreme neerslagomstandigheden, is het noodzakelijk om ook voor de andere neerslagafhankelijke waterstromen verantwoorde randvoorwaarden op te stellen. Binnen het onderzoek is met behulp van een eenvoudig model voor de verschillende rioleringsstelsels bepaald welke karakteristieke volumes tot afstroming komen per hectare aangesloten verhard oppervlak en wat het afstromingverloop is. Voor onverhard gebied is gebruik gemaakt van de SOBEK-module 'Rainfall-Runoff'.

In tabel 1 zijn de volumes aangegeven die per hectare van een bepaald type oppervlak tot afstroming komen bij de verschillende herhalingstijden. Deze herhalingstijden zijn gebaseerd op reeksberekeningen van de tienjarige neerslagreeks De Bilt 1955-1964, die voor de meeste riolerings(reeks)berekeningen wordt gehanteerd.

Voor alle bronnen is uitgegaan van dezelfde neerslagperiodes (deze zijn onderin de tabel vermeld).

In de tabel wordt voor een eerlijke vergelijking ook voor gemengde stelsels uitgegaan van een theoretisch rioolstelsel; in de praktijk worden hiervoor doorgaans meer accurate gegevens uit het basisrioleringsplan gebruikt. In het kader over het overstortverloop (afbeelding 2) wordt het afstromingverloop weergegeven.

Het hanteren van regenduurlijnen om de afstromende volumes van onverhard gebied en open water in te schatten, wordt afgeraden. Deze komen immers nooit overeen met de neerslag die hoort bij de overstortgebeurtenissen, die op basis van een neerslagreeks worden bepaald. Voor het onverhard gebied wordt steeds een range aangegeven, die afhangt van de reactiefactor α uit de formule van De Zeeuw - Hellinga voor de betreffende type ondergrond[5]. In de tabel is het effect van wegzijging of kwel op 0 gesteld. Afhankelijk van de locatiespecifieke grootte van de wegzijging of kwel dient de modelleur in te schatten in hoeverre dit de resultaten beïnvloedt. Indien noodzakelijk wordt aanbevolen om met bijvoorbeeld SOBEK-RR een berekening te maken waarbij kwel of wegzijging wordt meegenomen.

Waterbeweging en -kwaliteit

Met behulp van een eenvoudig model in DUFLOW is bepaald wat de invloed is van bepaalde doorstromingsvarianten op de zuurstofhuishouding en uiteindelijk op de TEWOR-scores. De sturende factoren achter deze beïnvloeding van de waterkwaliteit door hydrologische randvoorwaarden zijn menging, verdunning (waterkwantiteitsfactoren) en reaëratie (een waterkwaliteitsproces waarbij herbeluchting van het water met zuurstof uit de lucht optreedt). Eerder onderzoek met DUFLOW wees uit dat al bij een stroomsnelheid van enkele centimeters per seconde een positief effect op het zuurstofgehalte optreedt[6].

Significantie waterstromen

Met behulp van de in het onderzoek opgeleverde standaard randvoorwaarden zou een modelleur ervoor kunnen kiezen iedere vierkante meter in het gebied in het model op te nemen. Dat is niet de bedoeling. Ten eerste is het schaalniveau waarvoor de randvoorwaarden zijn opgesteld eerder op hectares afgestemd dan op vierkante meters. Maar belangrijker is misschien nog wel de hoeveelheid werk die het kost om zo gedetailleerd te gaan modelleren, terwijl niet ieder stukje verhard of onverhard oppervlak per definitie een significante bijdrage heeft in het eindresultaat. Met behulp van tracerberekeningen (fractiesommen) en TEWOR-berekeningen onder verschillende stromingscondities is globaal bepaald welke bijdragen aan de totale water- en stoffenbalans een significant effect hebben op de zuurstofhuishouding en de TEWOR-resultaten. Uit het onderzoek blijkt dat de invloed van andere waterbronnen dan het overstortwater op de waterkwaliteit significant is, wanneer deze bronnen afzonderlijk of gezamenlijk een aandeel hebben van meer dan tien procent in de samenstelling van het water in een waterloop. In dat geval is het dus raadzaam deze bronnen mee te modelleren.

Casestudie

De aanbevelingen uit het onderzoek zijn in de praktijk getest voor het watersysteem van de gemeente Albrandswaard. In het kader van Waterplan Albrandswaard[7] is een TEWOR-toets uitgevoerd, waarin ook de gescheiden stelsels, onverharde oppervlakken en inlaten zijn meegemodelleerd. Ter vergelijking is voor een T = 2-situatie de TEWOR-toets ook uitgevoerd met hetzelfde model, maar nu zonder gescheiden stelsels, onverhard oppervlak en inlaten. Een aantal knelpunten trad wel op in deze laatste situatie, maar niet in de berekening waarin de overige bronnen waren meegemodelleerd. De resultaten van de casestudie onderschrijven de veronderstelling dat een TEWOR-toets waarin alleen gemengde overstorten worden meegenomen, in sommige gevallen een te negatief beeld oplevert ten opzichte van het werkelijk (verondersteld) functioneren van het stedelijk watersysteem. Let op: afhankelijk van de lokale stromingscondities kunnen ook nieuwe knelpunten in beeld komen!

Conclusies en advies

De keuzes die binnen een waterkwaliteitsspoor (TEWOR-toets) gemaakt worden ten aanzien van de hydrologische randvoorwaarden, kunnen in belangrijke mate het uiteindelijke toetsingsresultaat beïnvloeden. De maatregelen die vervolgens worden opgelegd aan de gemeente (al dan niet meegefinancierd door de waterbeheerder), worden hierdoor mede bepaald. Een aanpak volgens de richtlijnen voor 'Good modelling practice' vereist dan ook een zorgvuldige afweging van die keuzes.

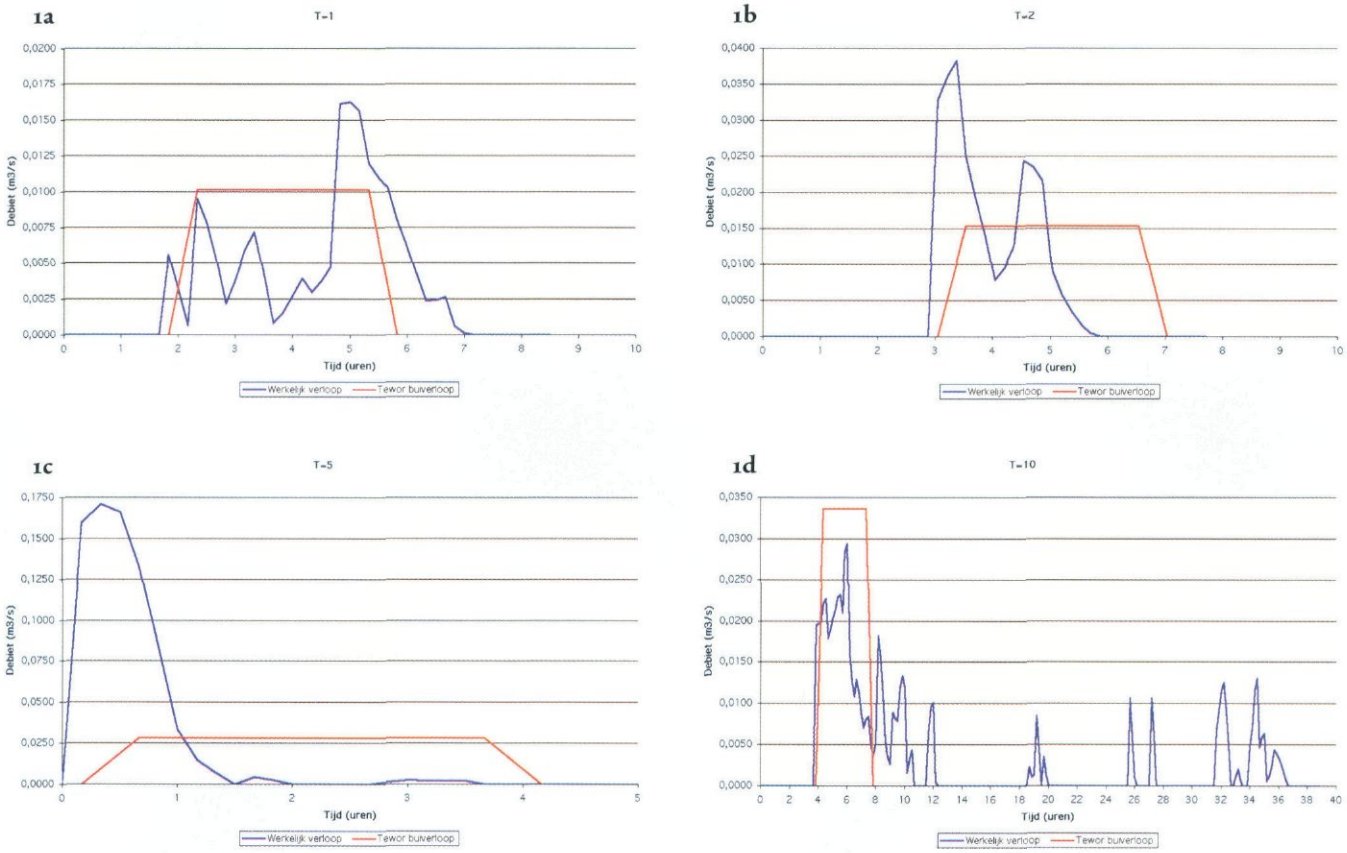
Wanneer het model enkel dient om de basisinspanning te toetsen, zou in een pragmatische aanpak eerst een eenvoudige toets kunnen worden uitgevoerd, waarin alleen de gemengde stelsels worden meegenomen. Als in deze 'worst case'-situatie geen knelpunten worden gesignal-

Afstromende volumes per hectare (in kubieke meter).

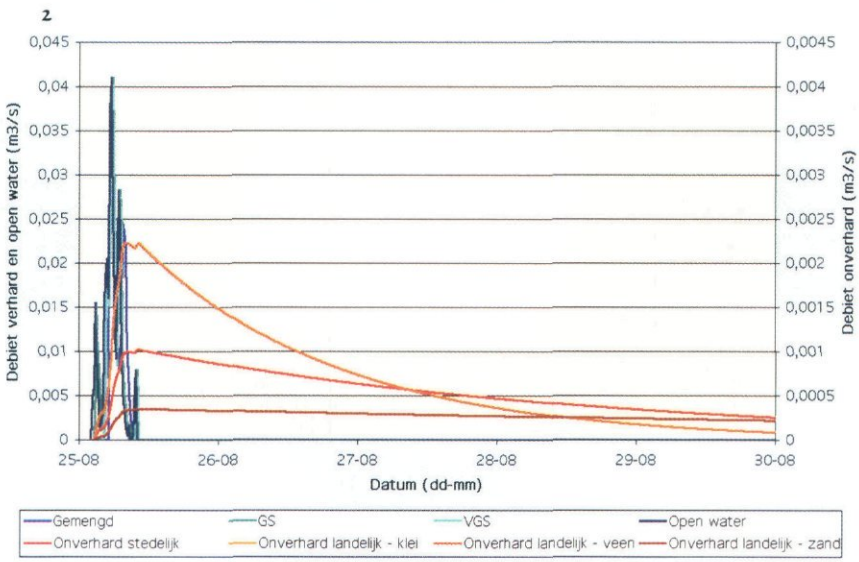
bron	T = 1	T = 2	T = 5*	T = 10*
riolering				
overstort gemengd (7 mm / 0,7 mm/h)	79	186	409	511
overstort gemengd (7 + 2 mm / 0,7 mm/h)	59	166	389	491
overstort gescheiden	209	309	510	839
overstort verbeterd gescheiden	143	246	455	686
onverhard gebied				
stedelijk	162	240	397	613
landelijk klei (α = 0,3-0,7)	163-205	240-302	393-497	552-799
landelijk veen (α = 0,3-0,7)	162-205	240-302	394-497	564-800
landelijk zand (α = 0,05-0,1)	45- 81	67-120	112-200	165-297
overig				
open water vanaf insteek	213	313	514	844

T = 1: 01-12-1961 15:15 - 01-12-1961 23 :45
T = 2: 25-08-1956 02:00 - 25-08-1956 09 :45
T = 5: 06-06-1961 21:30 - 07-06-1961 03 :00
T= 10: 11-10-1960 20:00 - 13-10-1960 10 :50
* De waarden voor T = 5 en T = 10 zijn niet gecorrigeerd volgens de Leidraad Riolering module C2100.

Overstortverloop en afvoer vanaf onverhard gebied



Een vergelijking van het daadwerkelijke overstortverloop met het standaard overstortverloop binnen vier uur leert dat de eenvoudige benadering geen recht doet aan de dynamiek van overstortgebeurtenissen (afbeelding 1a t/m 1d). Pieken zijn soms in werkelijkheid veel heviger (T = 5 in dit voorbeeld). Bij de T = 10 overstorting is het naijleffect veel groter. In combinatie met het tragere afvoerverloop van onverhard gebied in de omgeving (afbeelding 2) kan dit leiden tot het foutief aanwijzen van knelpuntlocaties of juist het over het hoofd zien van knelpunten. Het debiet (per hectare) vanaf het onverhard oppervlak staat in afbeelding 2 op de rechter y-as, die een tien keer zo kleine schaal heeft als de linker y-as.



eerd, zijn aanvullende maatregelen waarschijnlijk overbodig. Komen wel potentiële knelpunten aan het licht of dient het model ook om het kwantitatief functioneren van het watersysteem te toetsen, dan is een nadere beschouwing van alle waterstromen noodzakelijk. De handreikingen die in dit onderzoek worden gegeven voor het kwantificeren van de overige waterstromen, bieden een goede basis om daarin verantwoorde keuzes te maken.

In het rapport van dit onderzoek worden standaardvormen voor het overstortverloop en ook voor het afvoerverloop uit onverhard gebied (afvoerkarakteristieken) aangereikt, voor de toepassing van de resultaten in de praktijk. Het rapport is verkrijgbaar bij de auteurs.

Literatuur

1) TEWOR-handleiding (2005). STOWA.
2) Witteveen+Bos / WLDelft Hydraulics (2003). Tewor voor Duflow en Sobek, uniformering van waterkwaliteitsprocessen en -coëfficiënten.
3) Van den Boomen R., J. Icke, M. Talsma en E. ter Hennepe (2004). TEWOR, een uniform toetsinstrument voor het waterkwaliteitsspoor. H_2O nr. 9.
4) Arcadis / WLDelft Hydraulics (2004). Hydrologische randvoorwaarden waterkwaliteitsspoor. In opdracht van de Werkgroep Waterkwaliteit West-Nederland.
5) Cultuurtechnische Vereniging (1988). Cultuurtechnisch Vademecum.
6) Nieuwenhuis R., M. Maessen en L. Broersma (1999). Circulatie in oppervlaktewater: wanneer en hoe lang? H_2O nr. 2, pag. 18-20.
7) Arcadis (2004). Waterplan Albrandswaard: watersysteemanalyse. In opdracht van gemeente Albrandswaard, Zuiveringsschap Hollandse Eilanden en Waarden en Waterschap IJsselmonde.