

Het STORA-project 'vuilemissie van rioolstelsels'; het opstellen van vuilemissiemodellen

1. Inleiding

Rioolstelsels hebben als functie de inzameling en afvoer van afvalwater en neerslag. In grote lijnen wordt onderscheid gemaakt tussen 2 typen rioolstelsels: het gescheiden stelsel en het gemengde stelsel.

Bij het gescheiden stelsel vindt een gescheiden inzameling en afvoer van afvalwater en neerslag plaats. Het afvalwater wordt afgevoerd naar een rioolwaterzuiveringsinrichting (rwzi), de neerslag wordt direct in oppervlaktewater geloosd.



IR. K. BAKKER
DHV Raadgevend
Ingenieursbureau BV



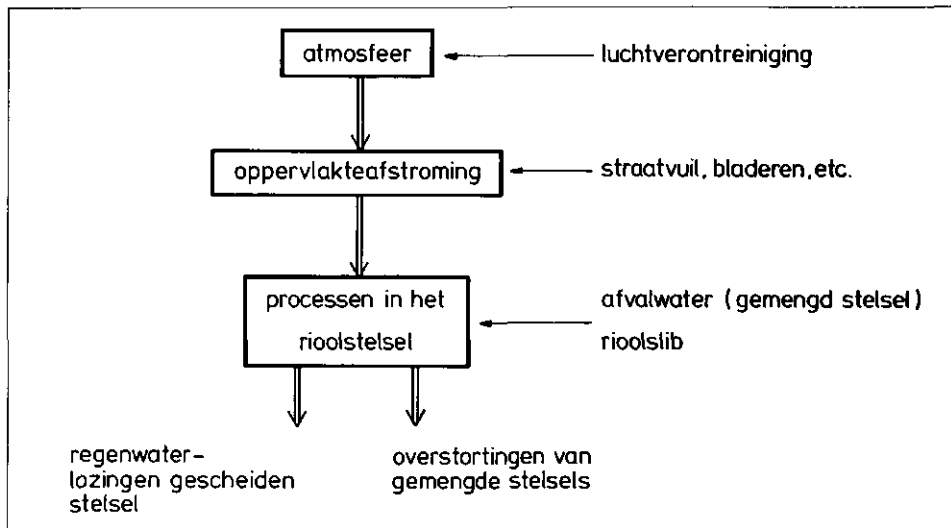
IR. J. H. A. VAN WALRAVEN
Hoogheemraadschap van Rijnland,
voorzitter Begeleidingscommissie
STORA-project 38B

Bij het gemengde stelsel is sprake van een gecombineerde inzameling en afvoer van afvalwater en neerslag. De capaciteit van de rwzi is in de orde van grootte van 3 à 5 maal de zogenaamde droogweerafvoer (dwa). Bij zware neerslag vinden vanuit gemengde rioolstelsels directe lozingen plaats in oppervlaktewater. De frequentie van deze lozingen, bestaande uit een mengsel van neerslag, afvalwater en rioolslib, bedraagt voor Nederlandse rioolstelsels gemiddeld 5 à 10 maal per jaar [lit. 1].

Zowel de lozingen van gescheiden rioolstelsels als de minder frequente overstortingen van gemengde stelsels hebben verontreiniging van het oppervlaktewater tot gevolg. De kennis omtrent de daarbij optredende vuilemissie is schaars, in het bijzonder voor Nederlandse situaties. Deze kennis is nodig voor een goed oppervlaktewaterkwaliteitsbeheer en het beoordelen van maatregelen op gebied van riolering op hun effectiviteit in relatie tot de kosten.

In 1977 startte de Stichting Toegepast Onderzoek Reiniging Afvalwater (STORA) het project 'vuilemissie van rioolstelsels' [lit. 2, 3, 4]. Het doel van het project is om kennis te verkrijgen van de vuilemissie van rioolstelsels.

Het onderhavige artikel gaat in op de resultaten van de in het kader van dit project uitgevoerde literatuurstudie en de gekozen benadering voor het opstellen van vuilemissiemodellen.



Afb. 1 - Processen m.b.t. de vervuiling van door rioolstelsels geloosd water op oppervlaktewater.

2. Resultaten van buitenlandse onderzoeken

Op meerdere plaatsen in het buitenland zijn metingen verricht aan de vuilemissie van rioolstelsels.

Door middel van literatuurstudie werd de overdraagbaarheid onderzocht van de resultaten van deze onderzoeksprojecten naar Nederlandse situaties.

Analyse van de in het buitenland onderzochte situaties brachten ten opzichte van Nederlandse situaties aanzienlijke verschillen aan het licht, onder meer t.a.v.:

- planologische concepten;
- terreingesteldheid;
- klimatologische omstandigheden;
- ontwerpgrondslagen voor de rioolstelsels.

Met name de ontwerpgrondslagen blijken van invloed op de overdraagbaarheid van onderzoeksresultaten. Dit kan worden toegelicht aan de hand van de ontwerpgrondslagen voor gemengde rioolstelsels.

In Nederland worden door de waterkwaliteitsbeheerder aanwijzingen gegeven omtrent de toelaatbaar geachte overstortingsfrequentie van gemengde rioolstelsels. Daarom wordt er bij het ontwerp naar gestreefd om de inwendige ruimte van de riolen zo goed mogelijk te gebruiken voor berging.

De overstortingsfrequentie als ontwerp-criterium is typisch Nederlands. In veel gevallen worden als gevolg van de relatief lage toelaatbaar geachte overstortingsfrequenties, riolen met grotere diameters aangelegd dan op grond van afvoercriteria nodig is.

Voorts kunnen in Nederland riolen niet steeds onder zodanig afschot worden aangelegd dat aan het criterium van zelfreiniging wordt voldaan. Dit criterium wordt in het buitenland meestal wel aangehouden, het-

geen mogelijk is door de aanwezige hoogteverschillen. Door deze hoogteverschillen kunnen tevens kleinere rioldiameters met hogere snelheden worden toegepast. Een en ander heeft tot gevolg dat Nederlandse rioolstelsels in opzet en dimensies belangrijk verschillen van buitenlandse rioolstelsels, hetgeen met zich meebrengt dat in Nederlandse riolen naar verhouding meer slibafzettingen plaatshebben.

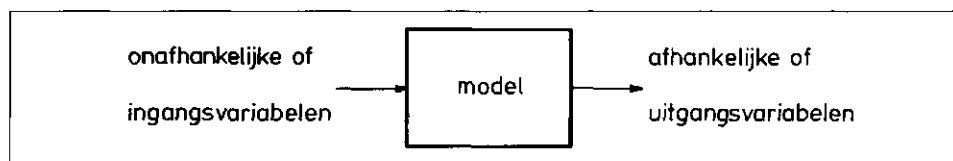
Op basis van het bovenstaande werd het niet verantwoord geacht om voor Nederlandse situaties gebruik te maken van vuilemissiegegevens van buitenlandse rioolstelsels. Onderzocht werd of aan de hand van de buitenlandse onderzoeksresultaten inzicht kan worden verkregen in de processen welke uiteindelijk leiden tot de vervuiling van het geloosde water.

3. De te onderscheiden processen

Lozingen vanuit rioolstelsels direct in oppervlaktewater vinden in principe alleen plaats bij neerslag. Bij gescheiden stelsels wordt de ingezamelde neerslag direct afgevoerd naar oppervlaktewater. De verontreiniging van het geloosde water wordt in belangrijke mate bepaald door de verontreiniging van de in het rioolstelsel binnentredende neerslag. Bij gemengde rioolstelsels is het verontreinigingsproces gecompliceerder. Tijdens het vullen van de berging vindt menging van neerslag en afvalwater plaats alsmede opwoeling van het tijdens droogweertperioden afgezette rioolslib.

Bij het onderzoeken van de vuilemissie van rioolstelsels moeten de volgende verontreinigingsprocessen in beschouwing worden genomen:

- processen in de atmosfeer die de neerslag verontreinigen;



Afb. 2 - Principe van een model.

– afstromingsprocessen waarbij straatvuil door de afstromende neerslag naar de inlaten van het rioolstelsel wordt meegenomen;

– processen in het rioolstelsel zelf.

Een en ander is schematisch weergegeven in afb. 1.

De mate waarin neerslag in de atmosfeer wordt verontreinigd, wordt onder andere bepaald door:

- de aard van het gebied (wonen, industrie, klimaat);
- het seizoen (stofgehalte van de atmosfeer);
- de droog-weerperiode (uitwassen van de lucht).

Bij het afstromingsproces spelen de volgende factoren een rol:

- de aard van het gebied;
- het seizoen (flora, fauna, stofneerslag);
- de droog-weerperiode (accumulatie van verontreinigingen);
- de aard van het oppervlak (verhard-onverhard);
- de frequentie van straatvegen.

De processen in het rioolstelsel worden bepaald door:

- het type stelsel (gemengd, gescheiden);
- de vuil-waterbelasting (gemengd stelsel);
- het bodemverhang en de diameter van de riolen;
- de hoedanigheid van het rioolstelsel;
- de droog-weerperiode (slibafzettingen);
- het onderhoud aan het rioolstelsel.

Het bovenstaande geeft aan dat de vuilemissie van een rioolstelsel procestechnisch zeer complex is.

Uit de literatuurstudie [lit. 4] kwam naar voren dat slechts weinig deelprocessen bekend en onderzocht zijn. Van belangrijke processen is onvoldoende kennis aanwezig. Dit geldt met name voor de processen in de rioolstelsels zelf. Er bestaat bijzonder weinig kennis over het ontstaan en opwoelen van slibafzettingen. Dit betekent dat het op dit moment niet tot de mogelijkheden behoort om langs theoretische weg te komen tot een verantwoorde benadering van de vuilemissie van rioolstelsels onder Nederlandse omstandigheden.

4. Het voorspellen van de vuilemissie

Als gevolg van de ontwikkelingen op het gebied van computertoepassingen vervullen modellen een steeds belangrijker wordende rol bij het bestuderen en analyseren van problemen. Het werd daarom als een logische stap gezien om na te gaan of bij het ontwikkelen van een methodiek om de

vuilemissie van rioolstelsels te kunnen voorspellen, gebruik kan worden gemaakt van computergesteunde technieken.

In de modeltheorie wordt gesproken over systemen. Tot een systeem worden alle processen gerekend die voor het te bestuderen verschijnsel van belang zijn.

Een systeem wordt benaderd door een model waarmee veranderingen van afhankelijke of uitgangsvARIABLEN binnen dat systeem als gevolg van wijziging van onafhankelijke of ingangsvARIABLEN worden bestudeerd, zie afb. 2.

De vorm en mate van detail van het model dat men wenst te ontwikkelen is van wezenlijke invloed op het uit te voeren meetprogramma. De modelkeuze moest derhalve vooraf worden gemaakt. Metingen zullen moeten worden verricht aan in het model in te bouwen processen. De vuilemissie kan dan worden berekend door in het model gegevens in te voeren omtrent de grootte van de neerslag, de duur van de droog-weerperiode, de afvalwaterhoeveelheden (ingangsvARIABLEN), etc. alsmede gegevens van het in beschouwing te nemen rioolstelsel. Naarmate meer processen in het model worden ingebouwd of wanneer processen in toenemende mate in detail worden benaderd, zal het aantal in te voeren gegevens sterk toenemen.

Geen zekerheid kan worden verkregen over de vraag of bij de uitvoering van een meetprogramma alle processen voldoende nauwkeurig bekend zullen raken.

Een vuilemissie model waarbij alle te onderscheiden processen in beschouwing worden genomen werd mede gelet op de nog bestaande onzekerheden te omvangrijk en te kostbaar geacht. Gekozen werd voor een meer pragmatische benadering.

5. De aanpak voor het STORA-project

De rioolstelsels in Nederland kunnen op basis van het type, de grootte van de berging, de terreinhellingen, het afschot van de riolen, etc. ingedeeld worden in een aantal categorieën. Aangenomen mag worden dat de rioolstelsels uit een bepaalde categorie dezelfde kenmerken zullen vertonen met betrekking tot de vuilemissie.

De kenmerken van de vuilemissie van een representatief rioolstelsel uit een bepaalde categorie worden geacht overdraagbaar te zijn naar andere rioolstelsels in die categorie. Dit maakt een aanpak mogelijk om door middel van metingen de kenmerken vast te

leggen van een aantal representatieve rioolstelsels. Op basis van deze kenmerken kan de vuilemissie van een gegeven rioolstelsel worden benaderd. Deze aanpak maakt het onnodig de aan de vuilemissie ten grondslag liggende processen zelf te onderzoeken.

Er is een aantal factoren aan te geven die de grootte van de vuilemissie in belangrijke mate bepalen. Deze hierna te noemen bepalende factoren houden alle verband met de te onderscheiden processen, zie tabel I.

TABEL I – Overzicht van de belangrijkste bepalende factoren.

Proces	Bepalende factoren		
	droog-weerperiode	regen-intensiteit	regen-hoeveelheid
Vervuiling van de neerslag	×		×
Accumulatie van straatvuil	×		
Afspoelen van straatvuil		×	×
Accumulatie van rioolslib	×		
Opwoelen van rioolslib		×	×
Overstorting			×
• hoeveelheid			×
• verloop		×	

Deze factoren worden in beschouwing genomen bij het bestuderen van de kenmerken van de vuilemissie.

Het praktijkonderzoek omvat dan ook, naast metingen aan de hoeveelheid en vervuiling van het geloosde water, metingen aan de bepalende factoren.

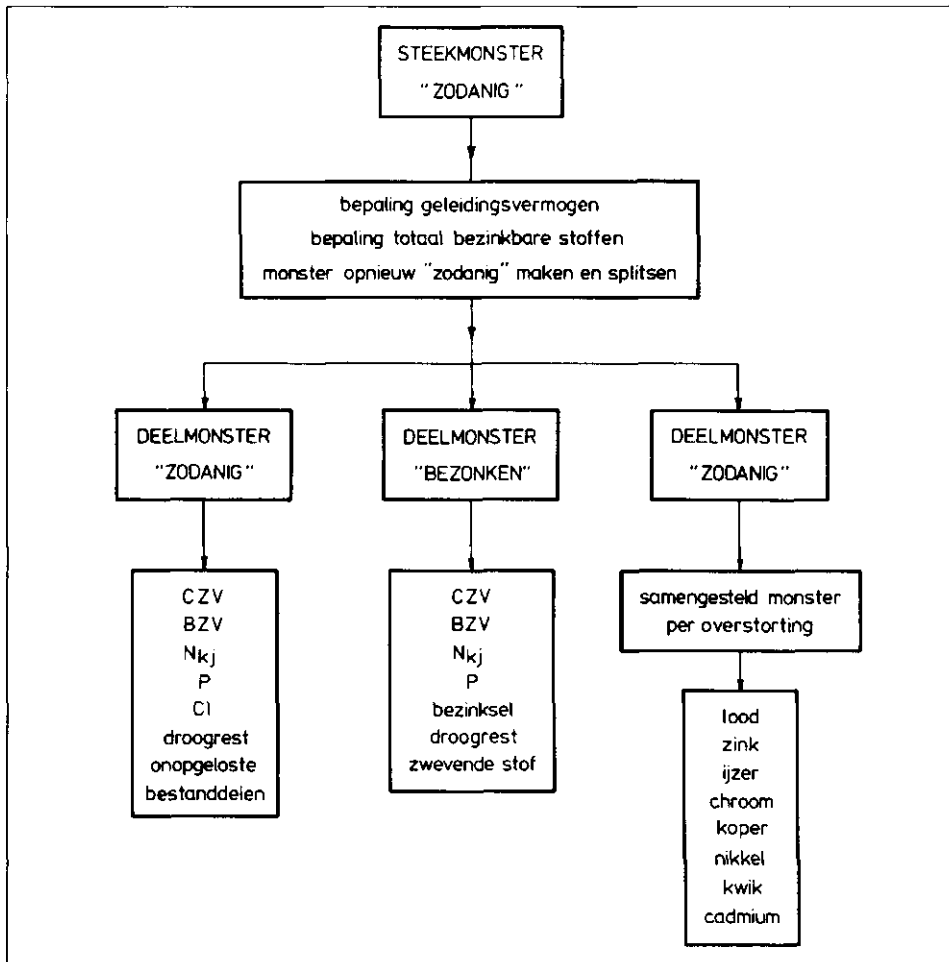
De kenmerken van de vuilemissie in relatie tot de bepalende factoren zal worden onderzocht met behulp van regressie-analyse.

De bepalende factoren zijn als ingangsvARIABLEN te zien van een proces dat kan worden aangeduid als het vuilemissieproces. De wijze waarop deze factoren de vuilemissie beïnvloeden is in zekere zin bekend. Als voorbeelden kunnen worden genoemd:

- een (niet-lineaire) toename van slibafzettingen bij toename van de droog-weerperiode;
- een grotere opname van straatvuil bij hogere neerslagintensiteiten;
- bij aanhoudende neerslag een vermindering aan toevoer van straatvuil naar het rioolstelsel (uitputting);
- minimum benodigde neerslaghoeveelheden/neerslagintensiteiten voordat slibopwoeling optreedt.

Voor een aantal van de onderzoeksgebieden zal een vuilemissiemodel worden ontwikkeld. Er zal dus sprake zijn van meerdere vuilemissiemodellen welke geldig zijn voor rioolstelsels behorende tot een bepaalde categorie.

De hier beschreven aanpak werd eind 1980



Schema 1 - Monsteranalyseprogramma.

tijdens een workshop positief beoordeeld door een forum van internationale deskundigen [lit. 3]. Daarnaast werd de beoogde aanpak getoetst door bewerking van de meetgegevens van het onderzoeksgebied Pullach in Duitsland [lit. 5]. Deze bewerking leidde tot een vuilemissie-model waarmee de gemeten vuilemissie voldoende nauwkeurig kon worden benaderd [lit. 3].

6. Het praktijkonderzoek

De vuilemissiemodellen zullen worden opgesteld door middel van regressie-analyse van de zogenaamde bepalende factoren en de gemeten vuilemissie. De metingen strekken zich uit tot die variabelen waaraan voor de vuilemissie relevante informatie ontleend kan worden:

- ingangsvaariabelen: neerslagintensiteit, duur van de neerslag en droog-weerperiode;
- uitgangsvaariabelen: debiet en duur van de lozingen in oppervlaktewater en de verontreiniging van het geloosde water.

De neerslag wordt geregistreerd met behulp van een neerslagmeter die een geïntegreerd onderdeel vormt van het meet- en monstername-apparaat. De debieten worden gemeten met behulp van een waterstand-

meting ter plaatse van het lozingspunt. Het monstername-apparaat wordt gestuurd door middel van deze debiet-metingen.

Gestreefd wordt naar een bepaling van de verontreiniging van het geloosde water die aansluit bij de informatiebehoefte van het waterkwaliteitsbeheer. In schema 1 is een overzicht gegeven van het monsteranalyse-programma. Naast het bovengenoemde wordt informatie verzameld omtrent gladheidsbestrijding in het in beschouwing genomen rioleringsgebied, rioolreinigings-activiteiten e.d.

Voorafgaande aan het praktijkonderzoek wordt het te onderzoeken rioolstelsel volledig geïnventariseerd en wordt onder meer de grootte van het op de riolering afwaterend oppervlak, het aantal aangesloten woningen, zo nauwkeurig mogelijk vastgesteld.

Op het ogenblik wordt onderzoek verricht in:

- Loenen, nabij Apeldoorn, gemengd stelsel;
- Oosterhout, gemengd stelsel;
- Heerhugowaard, gescheiden stelsel;
- Bodegraven, gemengd stelsel.

In de loop van 1983 zullen de volgende onderzoeksgebieden worden ingericht:

- Amsterdam, gescheiden stelsel;
- Kerkrade, gemengd stelsel.

Van Kerkrade kan nog vermeld worden dat het onderzoek uitgebreid zal worden met een onderzoek naar het rendement van een zogenaamd bergbezinkbassin. In een volgend artikel zal nader worden ingegaan op de meet- en monstername-apparaat en de uitvoering van de metingen.

Literatuur

1. Koot, prof. ir. A. C. J. *Inzameling en transport van rioolwater*. Waltman, Delft, 1977.
2. Veldkamp, F. B. *Riolering en waterverontreiniging (probleemstellende nota)*. STORA-rapport, 1976.
3. *Vuilemissie van rioolstelsels*. Papers van de STORA Workshop 27/28 november 1980. STORA-rapport.
4. *Vuilemissie van rioolstelsels*. Literatuuranalyse, STORA-rapport, 1980.
5. Brunner, P. G. *Die Verschmutzung des Regenwasser-abflusses in Trennverfahren*. München, Dissertation, 1975.

Mededelingen VWN

VWN Contactgroep Wateronderzoek en Waterzuivering

'Laboratoriummanagement en -organisatie' Op dinsdag 24 januari 1984 houdt de VWN Contactgroep Wateronderzoek en Waterzuivering over bovengenoemd onderwerp een bijeenkomst in kamer 212/213 van gebouw Damsigt van het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieuhygiëne (voorheen RID) te Leidschendam.

Het programma luidt:

Inleiding, door drs. L. J. Schultink, voorzitter CWV.

'Laboratoriummanagement en -organisatie', door dr. H. A. M. de Kruijff (RIVM).

'Laboratoriumbouw en -inrichting', door ir. E. A. van Naerssen (GEB Dordrecht).

'Kwaliteitsbeheersing van het laboratorium-proces', door drs. J. G. M. M. Smeenk (GW Amsterdam).

'Opzet en verwerking van extern georganiseerde ringonderzoeken', door drs. S. H. H. Olrichs (KIWA).

'Opzet van een geïntegreerde laboratorium-automatisering', door drs. T. Aldenberg (RIVM).

Ook introduc e(s) kunnen na inschrijving deze bijeenkomst bijwonen. Zij kunnen zich tot uiterlijk 17 januari 1984 bij mevrouw H. G. Wagenmakers-van der Vorst, KIWA, Postbus 1072, 3430 BB Nieuwegein, telefoon 03402 - 6 08 60 inschrijven.