

De beoordeling van rioolstelsels ten aanzien van vuilozingen

1 Inleiding

De beoordeling van rioolstelsels in relatie tot de kwaliteit van het oppervlaktewater is een ingewikkeld probleem. Verschillende aspecten zoals de vuilozing uit het rioolstelsel, de hoedanigheid en kwaliteit van het oppervlaktewater, etc. moeten hierbij in beschouwing worden genomen. In dit artikel wordt nader ingegaan op deze aspecten. Er is niet getracht om volledig te zijn. Gestreefd is om aan te geven op welke wijze tot een rationele, beargumenteerde normstelling en stelselkeuze zou



IR. J. B. M. WIGGERS
DHV Raadgevend
Ingenieursbureau, Amersfoort



IR. K. BAKKER
DHV Raadgevend
Ingenieursbureau, Amersfoort



IR. J. W. LEUNK
DHV Raadgevend
Ingenieursbureau, Amersfoort

kunnen worden gekomen.

In paragraaf 2 wordt een algemeen overzicht gegeven van het probleemgebied. Paragraaf 3 handelt over vuilozingen, waarbij nader wordt ingegaan op de wiskundige modellen die voor de berekening worden gebruikt.

De beoordeling van rioolstelsels in relatie tot de hoedanigheid van het oppervlaktewater wordt toegelicht in paragraaf 4. In paragraaf 5 wordt een samenvatting gegeven, waarbij een aantal aanbevelingen worden gedaan voor nader onderzoek, teneinde meer inzicht te verkrijgen ten aanzien van de invloed van rioolstelsels op de kwaliteit van het oppervlaktewater.

2 Algemeen

Het zou in het kader van dit artikel te ver voeren alle aspecten te behandelen die een rol spelen bij de beoordeling van rioolstelsels. Daarom zal een en ander worden belicht aan de hand van slechts 2 onderwerpen:

- stelselkeuze,
- verlaging van de overstortingsfrequentie van gemengde rioolstelsels.

ad a. - Stelselkeuze

Door de kwaliteitsbeheerder van het oppervlaktewater worden eisen gesteld aan rioolstelsels met als doel de kwaliteit van het oppervlaktewater te beschermen. Aan gemengde rioolstelsels worden eisen gesteld ten aanzien van de frequentie, waarmee de overstorten van het rioolstelsel in werking treden.

Aan gescheiden rioolstelsels worden over het algemeen geen bijzondere eisen gesteld. In het recente verleden vond stelselkeuze in hoofdzaak plaats op basis van kostenoverwegingen, waarbij werd uitgegaan van de veronderstelling dat gescheiden stelsels geen ernstige verontreiniging van het oppervlaktewater met zich meebrengen. De laatste jaren wordt steeds duidelijker dat ook een gescheiden rioolstelsel ernstige verontreiniging van het oppervlaktewater teweeg kan brengen, nl. door de lozing vanuit het regenwaterstelsel.

In tabel I staat ter illustratie de BZV-vervuiling weergegeven van water uit regenwaterstelsels zoals die in de praktijk werden gemeten. Stelselkeuze vindt daarom steeds vaker plaats mede op basis van de vuilozing van zowel de rioolstelsels als de rioolwaterzuiveringsinrichting.

ad b. - Verlaging van de overstortingsfrequentie

Van de eisen, zoals die thans aan gemengde rioolstelsels worden gesteld, is de toelaatbare overstortingsfrequentie de belangrijkste.

De vuilozing van rioolstelsels is te simuleren met behulp van wiskundige modellen. Daardoor is het mogelijk om na te gaan wat het effect is van een verlaging van de overstortingsfrequentie.

Verlaging van de overstortingsfrequentie kan o.a. plaatsvinden door vergroting van de berging. Vergroting van berging kan worden gerealiseerd door de riolen groter te maken, dan strikt nodig is voor de afvoer van regenwater, maar ook door de aanleg van berg(bezink)bakken. Bergbezinkbakken hebben tevens als voordeel dat een gedeelte van het in het rioolwater

aanwezige slib bij een overstorting niet in het oppervlaktewater terecht komt, maar door bezinking wordt achtergehouden. Zowel stelselkeuze als het verlagen van de overstortingsfrequentie zouden moeten plaatsvinden op basis van een kosten-effectiviteit analyse. De kosten van bepaalde maatregelen zijn meestal eenvoudig te berekenen.

Het effect van bepaalde maatregelen op de kwaliteit van het oppervlaktewater is echter moeilijk te bepalen. Getracht zal worden m.b.v. een simulatie van de vuilozingen vanuit rioolstelsels hierin enig uitzicht te geven.

Op de kostenaspecten zal in een volgend artikel nader worden ingegaan.

3 Simulatie van vuilozing door rioolstelsels

3.1 Wiskundige modellen

Om de grootte van de vuilozing vanuit rioolstelsels te simuleren kan gebruik worden gemaakt van wiskundige modellen. Een simulatie vindt plaats door van een bepaald rioolstelsel de karakteristieke gegevens, alsmede een aantal parameters in te voeren.

Belangrijke parameters zijn bijv. de grootte en de vervuiling van de droogweerafvoer, de vervuiling van de neerslag en de grootte van de slibafzettingen in de riolen in droogweer perioden.

In de literatuur zijn reeds verschillende publicaties verschenen over simulatiemodellen voor vuilozing uit rioolstelsels. Eggink en Hulshof (1) gaan evenals Duin (2) uit van een constante vervuiling van het geloosde water.

Huiswaard (3) gaat uit van een afnemende vervuiling gedurende een lozing. Hierbij wordt een menging van het zich in het rioolstelsel bevindende water en slib verondersteld, waarbij bepaalde criteria worden aangehouden ten aanzien van het opwoelen van riolslib.

Door ons is eveneens een wiskundig model ontwikkeld ten behoeve van de simulatie van de vuilozing vanuit rioolstelsels. Dit model toont overeenkomst met dat van Huiswaard.

In de appendix is de wiskundige formule-

TABEL I - Vervuiling van water (mg BZV/l) uit regenwaterstelsels.

plaats	gebied	jaar	min. - max.	gemiddeld	lit.
Lelystad	nieuwe woonwijk	72/75	0.7 - 33.8	6.6	5
	overige	72/75	1.2 - 50	7.7	5
Leusden	woonwijk	75	2 - 33	7.2	20
	autoweg/viaduct in				
Birmingham	industriegebied	73/74	3 - 100	32	8
Columbia	r.w. stelsel	69	1 - 283	15	10
Cincinnati	landelijke woonwijk	62/63	2 - 84	19	7
Detroit	handelscentrum	49	96 - 234		7
Toronto	woonwijk	66	12 - 19		7
Leningrad	woonwijk	48/50		36	7
Stockholm	woonwijk/parken	45/48	? - 80	17	7
Pretoria	woonwijk/scholen		?	32	19

ring van het model gegeven, op basis waarvan een computerprogramma werd ontwikkeld.

3.2 *Ijking van het wiskundige model*

Met behulp van het model kunnen verschillende vervuilingsgrootheden in beschouwing worden genomen.

Bij de beoordeling van rioolstelsels ten aanzien van de vuilozing is naast de absolute grootte van de vuilozingen, vooral de verhouding tussen de grootte interessant. Men kan hiervoor verschillende vervuilingsgrootheden in beschouwing nemen zoals het BZV-, P-, N-, Ecoli-gehalte etc. Uit metingen (10) is gebleken dat de verhoudingen in de vuilozingen uitgedrukt in verschillende vervuilingsgrootheden niet wezenlijk verschillen. Uitzonderingen hierop vormen de lozingen aan zwevende stoffen en aan wegzout, die bij gescheiden stelsels bijzonder hoog zijn in vergelijking met ander typen rioolstelsels.

Gelet op het bovenstaande is in dit artikel slechts de BZV gehanteerd om de grootte van een vuilozing aan te geven.

Een probleem bij de ontwikkeling van een dergelijk model is dat een aantal parameters moeten worden ingevoerd, waarvan de waarden tot nu toe niet of onvoldoende bekend zijn. Met name voor nederlandse omstandigheden zijn slechts weinig metingen aanwezig, waaruit de waarden van genoemde parameters kunnen worden afgeleid (4, 5). Getracht is uit de schaarse metingen in Nederland, alsmede uit de resultaten van metingen zoals die in de internationale literatuur zijn verschenen (7, 8, 9, 10) de meest waarschijnlijke waarden van de verschillende parameters af te leiden. De grootte van de diverse parameters zoals die ten behoeve van dit artikel werden gebruikt staan weergegeven in tabel II. In afb. 1 zijn waarden uitgezet van de BZV concentratie van overstortend water vanuit een gemengd rioolstelsel, zoals die werden gemeten. De met behulp van het model gesimuleerde waarden zijn eveneens uitgezet. Uit afb. 1 blijkt dat de met onze aannamen berekende waarden zowel in algemene trend als in absolute cijfers goed overeenkomen met de gemeten waarden.

Toch blijft interpretatie van de resultaten van de simulaties een zaak waarbij omzichtig tewerk moet worden gegaan. In dit kader past een pleidooi voor het uitvoeren van metingen aan nederlandse rioolstelsels.

Een ander aspect bij de simulatie van vuilozing vanuit rioolstelsels is het stochastisch karakter van de neerslag. De duur van de droogweeperioden is onder andere in belangrijke mate bepalend voor de grootte van de slibafzettingen in de riolen.

TABEL II - Grootte van de ingevoerde parameters.

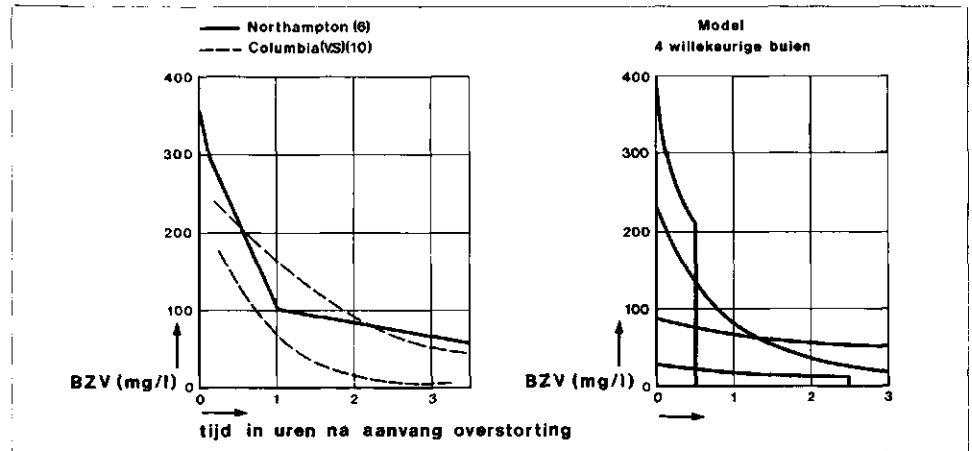
parameter	grootte		eenheid
hoeveelheid afvalwater	100	(100)*	l/(inw. dag)
BZV afvalwater	400 - 600	(540)	mg/l
BZV regenwater	10 - 30	(20)	mg/l
foute aansluitingen op gescheiden stelsels	0 - 5	(1)	%
berging op straat	1	(1)	mm
verhard oppervlak			
hoeveelheid BZV van de droogweerafvoer die tijdens droogweer achter blijft in:	40	(40)	m ² /inw.
— gemengde stelsels	7,5 - 20	(10)	%
— regenwaterstelsels van het gescheiden stelsel (voor foute aansluitingen)	35 - 85	(60)	%
— regenwaterstelsel van het verbeterd gescheiden stelsel (voor foute aansluitingen)	15 - 30	(25)	%
bezinking van BZV in bergbezinkbakken bij een verblijftijd van 0,5 h:			
— BZV van opgewoelde slibafzettingen	50 - 75	(60)	%
— tijdens de bui geloosde BZV van regen- en afvalwater	10 - 20	(15)	%

* () waarden zoals die werden gebruikt ten behoeve van afb. 1, 4 en 5.

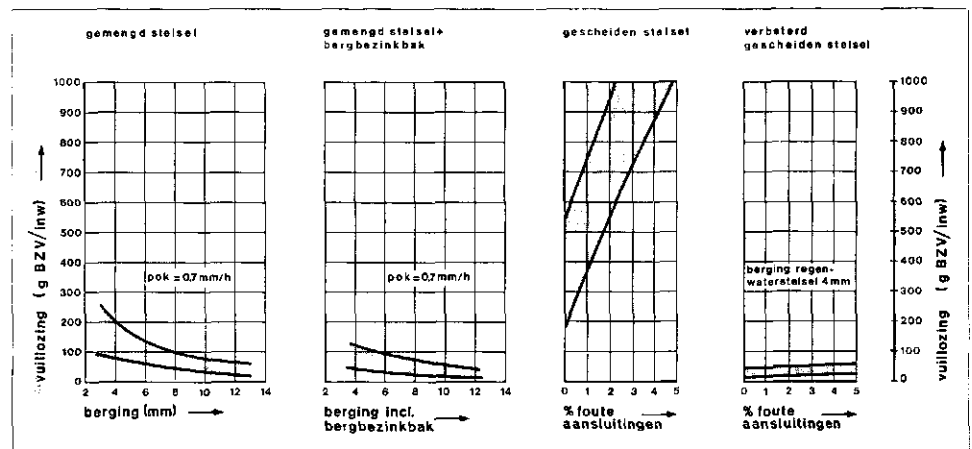
Teneinde het stochastisch karakter van de neerslag en de duur van de droogweeperioden in rekening te brengen, hebben wij voor de berekeningen gebruik gemaakt van de zgn. 12 jaar vijfminutenregen-gegevens van het weerstation De Bilt (11, 12). De vijfminutenregengegevens geven over een periode van 12 jaar, ingedeeld in vakjes van 5 minuten,

gedetailleerde informatie omtrent de neerslag. Hierdoor is het mogelijk om zowel individuele lozingen als de totale jaarlijkse vuilozing te berekenen. De individuele lozing noemen wij stootlozing. Voor elk van de in beschouwing genomen jaren hebben wij de grootste stootlozing berekend. Het gemiddelde daarvan (de gemiddelde

Afb. 1 - BZV-gehalte van overstortend water vanuit een gemengd stelsel.



Afb. 2 - Gemiddelde jaarlijkse vuilozing.



grootste jaarlijkse stootlozing) wordt in het vervolg de specifieke stootlozing genoemd. Tevens is het gemiddelde van de totale jaarlijkse vuilozingen berekend, in het vervolg de gemiddelde jaarlijkse vuillozing genoemd.

3. *Uitkomsten*

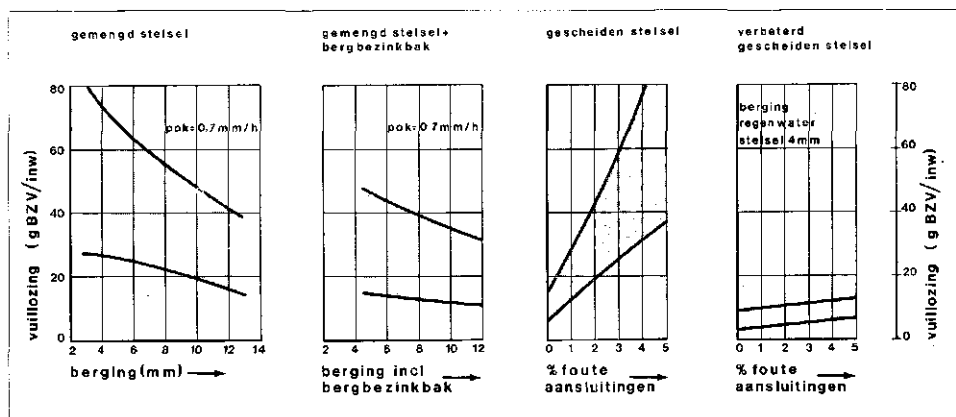
In afb. 2 en 3 zijn enkele resultaten van de simulaties weergegeven. Niet aangegeven is de vuillozing als gevolg van het effluent van de rioolwaterzuiveringsinrichting. De vuillozing van de volgende rioolstelsels is afgebeeld:

1. het gemengde rioolstelsel;
 2. het gemengde rioolstelsel met bergbezinkbak;
 3. het gescheiden rioolstelsel;
 4. het verbeterd gescheiden rioolstelsel.
- Hieronder wordt verstaan een gescheiden stelsel waarbij het regenwaterstelsel enige berging heeft en wordt bemalen.

In afb. 2 is aangegeven de gemiddelde jaarlijkse vuillozing, in afb. 3 is de specifieke (gemiddelde grootste jaarlijkse-) stootlozing vanuit de rioolstelsels op het oppervlaktewater afgebeeld. De grootte van een vuillozing is aangegeven door middel van een band. Een en ander is het gevolg van een variatie van de grootte van de ingevoerde parameters, zie tabel 2. Aan de hand van afb. 2 en 3 kan het volgende worden opgemerkt:

1. De grootte van de specifieke stootlozing is bij een gemengd stelsel in dezelfde orde van grootte als bij een gescheiden stelsel.
2. De gemiddelde jaarlijkse vuillozing vanuit een gescheiden rioolstelsel is groter dan die van een gemengd rioolstelsel met dimensies zoals die in Nederland gebruikelijk zijn. Dit vindt zijn oorzaak in het feit dat bij een gescheiden rioolstelsel de totale naar het regenwaterstelsel afstromende neerslag wordt afgevoerd naar het oppervlaktewater.

Afb. 3 - Specifieke stootlozing.



3. Bij toename van het aantal afvalwaterlozingen (foute aansluitingen) op het regenwaterstelsel van het gescheiden stelsel valt een grote toename van de grootte van de vuilozingen te constateren. Indien de gemeentelijke diensten niet bijzonder getraind zijn in het voorkomen, opsporen en opheffen van zgn. foute aansluitingen moet voor een vrij hoog percentage foute aansluitingen worden gevreesd. Dit percentage kan groter worden naarmate het rioolstelsel veroudert.

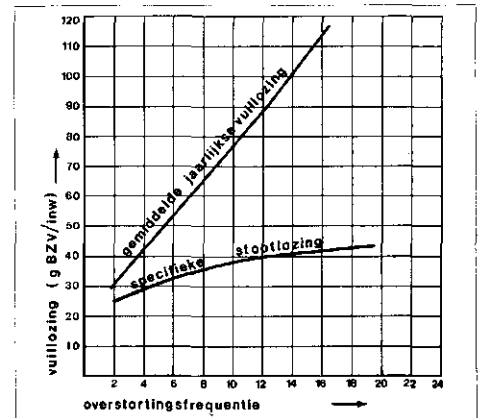
4. Het verbeterd gescheiden stelsel geeft in specifieke stootlozing en in gemiddelde jaarlijkse vuillozing een aanzienlijke verbetering te zien t.o.v. het gemengde- en gescheiden rioolstelsel. Dit wordt veroorzaakt doordat slechts een beperkt aantal malen per jaar een lozing vanuit het regenwaterstelsel op het oppervlaktewater plaatsvindt.

5. Door het bezinkingseffect van een bergbezinkbak wordt bij het gemengde stelsel met bergbezinkbak een niet onbetekende vermindering van de vuillozing verkregen t.o.v. het gemengde rioolstelsel.

In afb. 4 is zowel de specifieke stootlozing als de gemiddelde jaarlijkse vuillozing van een gemengd stelsel uitgezet tegen de overstortingsfrequentie.

Uit afb. 4 is af te leiden dat er een vrijwel lineair verband bestaat tussen de grootte van de gemiddelde jaarlijkse vuillozing, uitgedrukt in g BZV/inw., en de overstortingsfrequentie. De overstortingsfrequentie zegt echter niets omtrent de absolute grootte (kg) van de vuillozing. De absolute grootte van de vuillozing wordt in hoofdzaak bepaald door de grootte van het naar de overstort afwaterende gebied. Tussen de overstortingsfrequentie en de specifieke stootlozing, uitgedrukt in g BZV/inw., is een minder goede relatie aanwezig. Verondersteld mag worden dat stootlozingen kritisch zijn voor de waterkwaliteit.

Een nadere bezinning omtrent de eis betref-



Afb. 4 - Relatie overstortingsfrequentie - vuillozing.

fende de overstortingsfrequentie is gelet op het bovenstaande zeker op z'n plaats. Voor een overzicht van deze problematiek wordt verwezen naar (13).

4 Relatie vuillozing-oppervlaktewater

4.1 Algemeen

In hoofdstuk 3 werd aangegeven op welke wijze beschouwingen opgezet kunnen worden omtrent de vuillozing van rioolstelsels. Hierbij werd alleen de BZV in beschouwing genomen hetgeen uiteraard slechts een van de vele grootheden is, waarmee een vuillozing kan worden gekarakteriseerd. De kwaliteit van oppervlaktewater kan met behulp van een aantal karakteristieke grootheden zoals het P-, N-, O₂-, Ecoligehalte, etc. worden vastgelegd.

De laatste jaren zijn tal van publicaties verschenen met normen waaraan het oppervlaktewater zou moeten voldoen (14, 15, 16). In deze publicaties wordt een onderverdeling gemaakt naar herkomst, functie en gebruik van het oppervlaktewater. In feite zou van geval tot geval moeten worden nagegaan welke vuillozing een oppervlaktewater kan verwerken zonder dat overschrijding van bovengenoemde normen plaatsvindt.

Ook de frequentie waarmee dergelijke lozingen plaatsvinden en waarbij de hygiënische betrouwbaarheid, het aanzien etc. van het oppervlaktewater wordt aangetast, mag niet onvermeld blijven.

In Nederland is aan de frequentie van de lozingen altijd veel waarde gehecht. Dit wordt geïllustreerd door de eis aan de overstortingsfrequentie bij gemengde rioolstelsels, zoals die door de kwaliteitsbeheerder van het oppervlaktewater wordt gesteld.

Het wordt als belangrijk voordeel gezien van het gescheiden stelsel dat het direct op oppervlaktewater geloosde water hygiënisch betrouwbaarder is dan het overstortend water vanuit een gemengd rioolstelsel.

In dit verband moet worden opgemerkt dat bij een gescheiden stelsel met foute aansluitingen het oppervlaktewater voortdurend in min of meerdere mate hygiënisch onbetrouwbaar zal zijn. Immers een geringe continue lozing van afvalwater brengt het Ecoli-gehalte in het ontvangende water al gauw ver boven de normen die uit oogpunt van hygiëne worden gesteld.

Ondanks veel onderzoek is het nog niet goed mogelijk om de uitwerking van een vuilozing op het oppervlaktewater te voorspellen (17, 18). Als gevolg hiervan is het vrijwel onmogelijk om het effect van bepaalde maatregelen na te gaan. Een beargumenteerde, rationele stelselkeuze en normstelling ten aanzien van rioolstelsels wordt daardoor in feite onmogelijk. Toch kan iets naders worden gezegd omtrent stelselkeuze. Dit kan het duidelijkst worden geïllustreerd aan de hand van een voorbeeld.

4.2 Aannamen

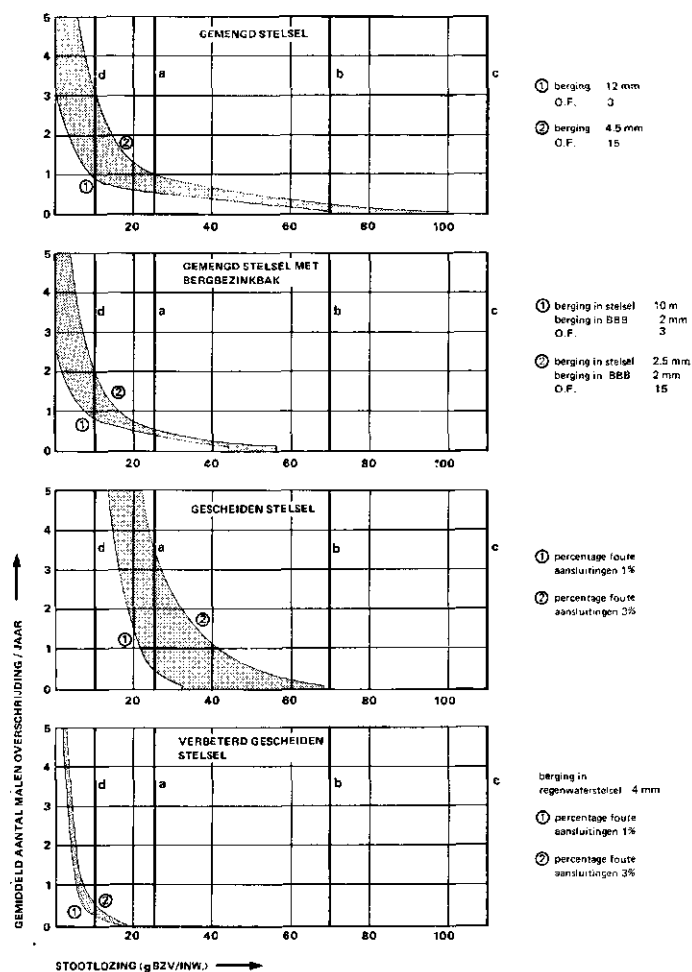
In het voorbeeld zal worden uitgegaan van een oppervlaktewater waarop uitsluitend rioolstelsels lozen. De vuilozing van de rioolwaterzuiveringsinrichting kan dan buiten beschouwing blijven. Verondersteld wordt dat voor het in beschouwing genomen oppervlaktewater stootlozingen maatgevend zijn voor de waterkwaliteit. Er zullen vier verschillende grootten van de maximaal toelaatbare stootlozing in beschouwing worden genomen:

- een maximaal toelaatbare stootlozing van 25 g BZV/inw.;
- een maximaal toelaatbare stootlozing van 70 g BZV/inw.;
- een maximaal toelaatbare stootlozing van 110 g BZV/inw. en
- een maximaal toelaatbare stootlozing van 10 g BZV/inw.

Men kan zich voorstellen dat de maximaal toelaatbare stootlozing in g BZV/inw. wordt afgeleid uit de grootte van het rioolstelsel en met behulp van een wiskundig (oppervlaktewater-) model.

4.3 Stelselkeuze

Op basis van veronderstelde maximaal toelaatbare vuilozingen zal nader worden ingegaan op de stelselkeuze. In dit voorbeeld zullen van elk van de typen stelsels zoals vermeld in 3.3 twee representatieve stelsels in beschouwing worden genomen. De karakteristieke grootheden van deze stelsels staan in afb. 5 vermeld. Als maximale stootlozing zal hier worden aangehouden de maximale stootlozing in de periode van 12 jaar waarover gedetailleerde regengegevens ter beschikking zijn.



Afb. 5 - Overschrijdingsfrequentie van BZV-lozingen.

TABEL III - Overschrijdingsfrequentie van de norm (10 g BZV/inw.).

Type rioolstelsel	Gemiddelde overschrijdingsfrequentie per jaar		Maximale stootlozing (g BZV/inw.)	
	1	2	1	2
representant	1	2	1	2
gemengd stelsel	1	3	70	100
gemengd stelsel met bergbezinkbak	<1	2	45	55
gescheiden stelsel	>5	>5	30	70
verbeterd gescheiden stelsel	<1	<1	15	20

ad a. - Maximaal toelaatbare stootlozing 25 g BZV/inw.

In het geval dat de maximale toelaatbare stootlozing niet boven 25 g BZV/inw. mag uitgaan, voldoen alleen de representanten van het verbeterd gescheiden stelsel. De berekeningen toonden aan dat de maximale stootlozing 20 g BZV/inw. bedroeg, (zie afb. 5 (lijn a)).

ad b. - Maximaal toelaatbare stootlozing 70 g BZV/inw.

De volgende rioolstelsels komen in aanmerking: de representanten van het verbeterd gescheiden stelsel, van het gescheiden stelsel en van het gemengde stelsel met bergbezinkbak. Uit afb. 5 (lijn b) is af te

lezen dat de maximale toelaatbare stootlozing door geen van de bovengenoemde representanten wordt overschreden.

ad c. - Maximaal toelaatbare stootlozing 110 g BZV/inw.

Uit afb. 5 (lijn c) is af te leiden dat alle representanten van de typen rioolstelsels voldoen.

ad d. - Maximaal toelaatbare stootlozing 10 g BZV/inw.

Indien de maximale toelaatbare stootlozing 10 g BZV/inw. bedraagt dan voldoet geen van de in beschouwing genomen representanten. Indien men er vanuit gaat dat er geen

De vuilozing vanuit rioolstelsels kan worden gesimuleerd m.b.v. mathematische modellen. Door gebruik te maken van de 5 minuten regengegevens van het weerstation De Bilt kan een inzicht worden verkregen zowel in de grootte als in de frequentie van de vuilozingen. Op basis van dit inzicht is een betere beoordeling van rioolstelsels mogelijk dan voorheen. De wiskundige modellen bevestigen nogmaals duidelijk dat de overstortingsfrequentie geen goede maat is om de invloed van een gemengd rioolstelsel op de kwaliteit van het oppervlaktewater uit te drukken. Ten aanzien van de vuilozing van rioolstelsels bestaan nog vele onzekerheden, nl.:

- a. wat betreft de grootte van de in te voeren parameters in het wiskundige model;
- b. de werking van bergbezinkbakken. Nader onderzoek op deze gebieden is noodzakelijk.

Ten aanzien van de gevolgen van een vuilozing voor de kwaliteit van het oppervlaktewater bestaat gebrek aan kennis. Hier kan met behulp van wiskundige oppervlaktewater(kwaliteit)modellen het nodige inzicht worden verkregen. Nader onderzoek op dit gebied is eveneens gewenst. Wiskundige modellen om de vuilozing vanuit rioolstelsels te simuleren zullen daarbij van groot nut zijn. In een volgend artikel zal nader worden ingegaan op het kostenaspect bij de beoordeling van rioolstelsels.

Literatuur

1. Eggink, H. J. en Hulshof, J. E., 1968. *Het verontreinigend vermogen van overstortend water in relatie tot de overstortingsfrequentie*. H₂O (1), nr. 8.
2. Duin, J. F., 1973. *BZV-lozing door een rioolwatersysteem*. H₂O (6), nr. 10.
3. Huiswaard, P. J., 1976. *Relaties tussen rioleringsoverstorten en effluentlozingen*. H₂O (9), nr. 8.
4. Berg, J. A. v. d., 1974. *Enige aspecten van de afvoerhydrologie in stedelijke gebieden*. H₂O (7), nr. 23.
5. Greiner, R. W. en Jong, J. de, 1976. *Het rioleringsstelsel en de kwaliteit van het oppervlaktewater in Lelystad*. H₂O (9), nr. 25.
6. Gameson, A. L. H. and Davidson, R. N., 1963. *Stormwater investigations at Northampton*. Journal of the Institute of Sewage Purification, blz. 105-130.
7. Krauth, K., 1970. *Der Abfluss und die Verschmutzung des Abflusses in Mischwasserkanalisationen*. Stuttgarter Berichte zur Siedlungswasserwirtschaft, nr. 45.
8. Hedley, G., Lockley, J. C., 1975. *Quality of water discharged from an urban motorway*. Journal of the Water Pollution Control Federation.
9. Lindholm, O. G., 1975. *Factors affecting the performance of combined versus separate sewer systems*. Progress in water technology, nr. 2.
10. *Urban stormwater management and technology*. Environmental Protection Technology Series, December 1974.
11. Kregten, S. J. van, 1972. *Regengegevens ten behoeve van het berekenen van rioleringen*. H₂O (5), nr. 20.
12. Herik, A. G. van den en Kooistra, M., 1970. *5-minutenregens*. H₂O (3), nr. 21.
13. Veldkamp, Ir. F. B., 1975. *Riolering en waterverontreiniging*. Probleemstellende nota. Stora-nota.
14. Nota inzake milieuhygiëne, gemeente Amsterdam 1968.
15. *Water sanitation commission, water quality criteria of the Ohio River Valley (ORSANCO)*.
16. *De bestrijding van de verontreiniging van het oppervlaktewater, indicatief meerjarenprogramma 1975-1979*, Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 's Gravenhage 1975.
17. Thomann, Robert V., 1972. *Systems analysis and water quality management*. Environmental Science Services Division, New York.
18. Rich, L. G., 1973. *Environmental Systems Engineering*, Mc Graw-Hill, New York.
19. Weibel, S. R. *Third International Conference on Water Pollution*. Research Munic, Paper No. 15.
20. *Onderzoek regenwaterwijvers*. Gemeente Leusden, 1975.

