

Beoordeling van rioelstelsels; vuillozingen en kostenaspecten

1. Inleiding

In een vorig artikel 'De beoordeling van rioelstelsels ten aanzien van vuillozingen' * werd nader ingegaan op de grootte van de vuillozingen vanuit rioelstelsels. Het bleek mogelijk om met behulp van wathematische modellen een inzicht te verkrijgen in de grootte van de vuillozingen vanuit verschillende typen rioelstelsels. Bij de beoordeling van rioelstelsels dient men echter niet alleen de grootte van de vuillozingen in beschouwing te nemen maar tevens de kosten die met de aanleg cq.

afhankelijk van vele factoren zoals grondwaterstand, grondgesteldheid etc. In de voorbeelden is gebruik gemaakt van gegevens die t.b.v. een eerdere publicatie (1) werden verzameld, nl. voor het gebied Hoog Zandveld in de gemeente Nieuwegein. De situatie ter plaatse zou als gemiddelde kunnen worden beschouwd voor nederlandse omstandigheden. In de vergelijking tussen de verschillende systemen zijn de kosten van het rioelstelsel en het transportsysteem vermeerderd met de verschillkosten voor de zuiverings-

inrichting in beschouwing genomen. Als referentie werd aangehouden een zuiveringsinrichting ten behoeve van een gemengd stelsel met 0,7 mm/h overcapaciteit. Overigens zijn kosten in dit artikel slechts ingevoerd ter illustratie, er mag dus geen absolute waarde aan worden gehecht.

3. Stelselkeuze voor nog aan te leggen rioelstelsels, in relatie tot kosten

3.1 Aannamen

In deze paragraaf gaat het om aan te leggen



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



IR. K. BAKKER
DHV Raadgevend
Ingenieursbureau, Amersfoort



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

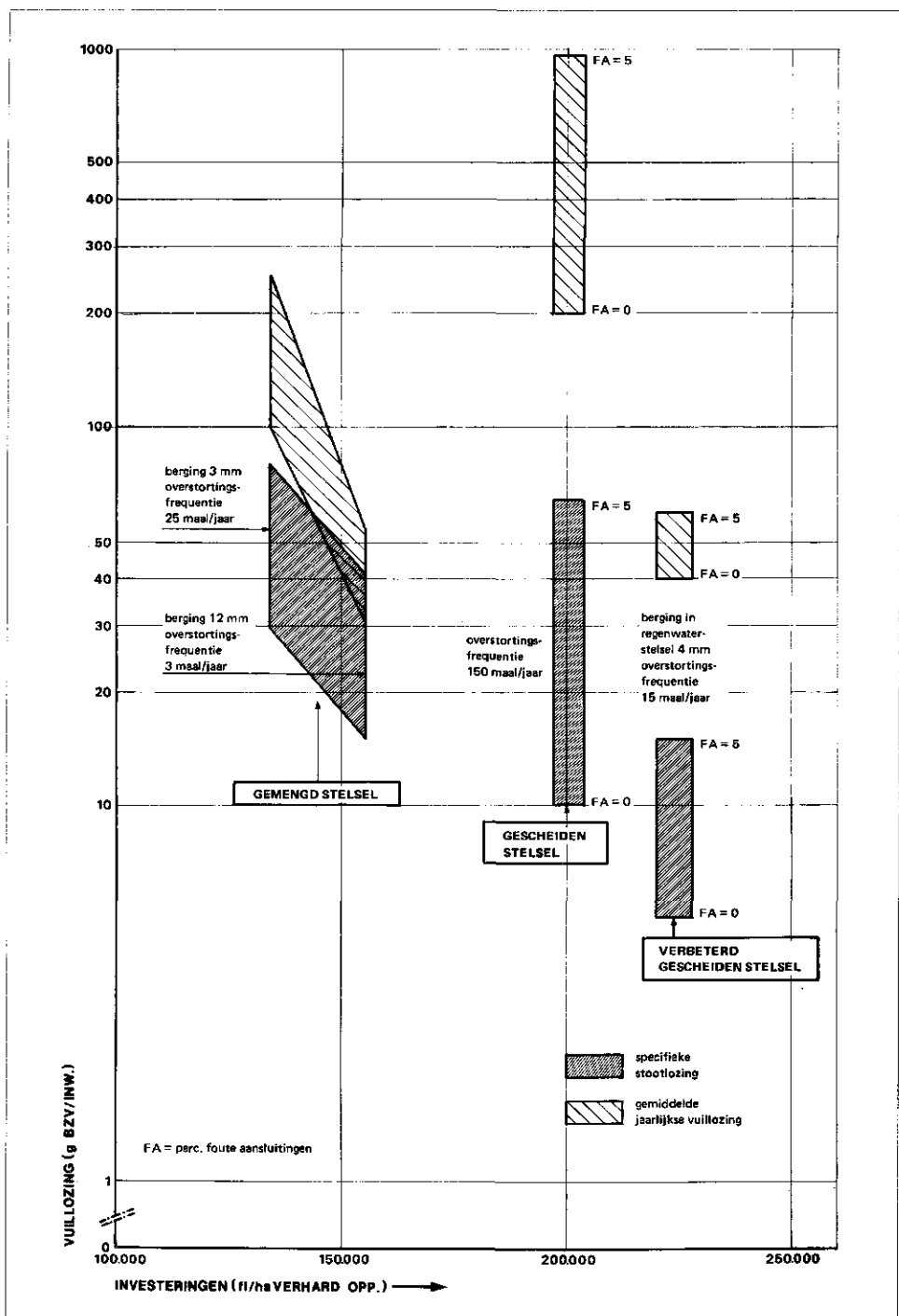
renovatie van de rioelstelsels gemoeid zijn. De te treffen maatregelen op het gebied van riolering zouden afgeleid moeten worden uit een kosten-effectiviteit analyse. In dit artikel wordt nader ingegaan op deze kosten-effectiviteit. Evenals in het vorige artikel is niet getracht om volledig te zijn. Gestreefd is om m.b.v. enkele voorbeelden de problematiek toe te lichten en de oplossingsmethode aan te duiden. In hoofdstuk 2 wordt nader ingegaan op de kosten die in de voorbeelden werden ingevoerd. In hoofdstuk 3 zal de kosten-effectiviteit analyse worden toegelicht voor nog aan te leggen rioelstelsels. In hoofdstuk 4 zal nader worden ingegaan op de problematiek bij reeds bestaande rioelstelsels. De aspecten die verbonden zijn aan de toepassing van bergbezinkbakken zullen worden behandeld in hoofdstuk 5. In hoofdstuk 6 zal een samenvatting worden gegeven waarbij tevens een aantal aanbevelingen worden gedaan voor nader onderzoek.

2. Algemeen

De kosten van een rioelwatersysteem zijn

* Zie H₂O (77) nr. 19.

Afb. 1 - Relatie vuillozing - investeringen.



rioolstelsels. Zoals reeds eerder vermeld zou stelselkeuze moeten plaatsvinden op basis van een kosten-effectiviteit analyse. In dit voorbeeld zal een oppervlaktewater in beschouwing worden genomen waarop alleen rioolstelsels lozen. Aangenomen wordt dat stootlozingen maatgevend zijn voor de kwaliteit van het oppervlaktewater. Voor de simulatie van de vuillozingen wordt verwezen naar een vorig artikel (2).

3.2 Kosten-effectiviteit analyse

In afb. 1 zijn voor verschillende systemen de kosten uitgezet te zamen met de grootte van de gemiddelde jaarlijkse vuillozing alsmede met de specifieke (gemiddelde grootste jaarlijkse) stootlozing. De karakteristieke grootheden van de rioolstelsels staan in afb. 1 vermeld. Veronderstel dat de waterkwaliteitsbeheerder stelt dat een specifieke stootlozing van 30 g BZV/inw. voor de betreffende situatie toelaatbaar is. Een gemengd stelsel met grote berging voldoet, mits men uitgaat van de gemiddelde grootte van de in afb. 1 aangegeven vuillozingen. Doordat omtrent de grootte van de ten behoeve van de simulaties in te voeren parameters nog weinig kennis bestaat, zal ten aanzien van het al of niet voldoen van het gemengde stelsel twijfel bestaan. Bij gescheiden stelsels lijkt een aantal foute aansluitingen niet te vermijden. Indien hiermee rekening wordt gehouden, biedt het gescheiden stelsel geen voordelen ten opzichte van het gemengde stelsel, ondanks de hogere investeringen, zie afb. 1. Het verbeterd gescheiden stelsel geeft door stootlozingen ten opzichte van het gemengde stelsel minder vervuiling van het oppervlaktewater en voldoet aan de in dit voorbeeld gestelde norm (30 g BZV/inw.). De frequentie van vuillozingen uit een verbeterd gescheiden stelsel is echter groter dan die van lozingen uit een gemengd stelsel met grote berging. In feite zouden de frequente kleinere vuillozingen uit het verbeterd gescheiden stelsel moeten worden beoordeeld ten opzichte van de minder frequente, misschien te grote, vuillozingen uit het gemengde stelsel. Helaas is dit met de huidige stand van kennis niet goed mogelijk. De consequenties ten aanzien van de benodigde investeringen kunnen wel worden aangegeven. De kosten voor het gemengde stelsel, zoals nader gespecificeerd in 2, bedragen circa f 155.000,— per ha verhard oppervlak. Toepassing van het gescheiden stelsel en het verbeterd gescheiden stelsel zouden resp. circa f 200.000,— en circa f 225.000,— per ha verhard oppervlak vergen. Het aanleggen van een gescheiden stelsel verdient, om de reden die hierboven is aangegeven, in dit geval geen overweging. Bij toepassing van het verbeterd gescheiden

TABEL I - Kosten voor een rioolwatersysteem.

	Gemengde rioolstelsels (f/inw.)	Verbeterd gescheiden rioolstelsels (f/inw.)
Stichtingskosten rwzi	100-250	90- 225
Stichtingskosten transportsysteem en rioolstelsels	620*	925*
Totale stichtingskosten	720-870	1015-1150
Jaarlasten rwzi (17,5 %)	18- 44	16- 39
Jaarlasten rioolstelsels + transportsysteem (12,5 %)	78	116
Totale jaarlasten	96-122	132- 155

* Uitgaande van 250 inwoners per ha verhard oppervlak, zie tevens afb. 1.

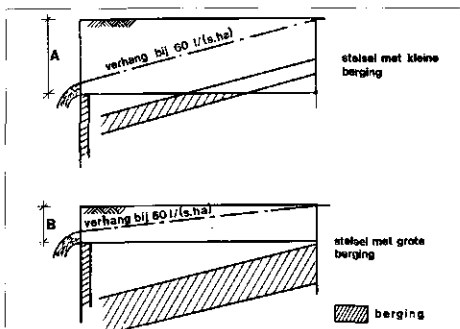
stelsel i.p.v. het gemengde stelsel zullen de extra investeringen circa f 70.000,— per ha verhard oppervlak zijn. De beoordeling of deze extra investeringen opwegen tegen de meerdere zekerheid ten aanzien van het binnen de normen blijven van de vuillozing is een zeer complex probleem. In tabel I is een overzicht gegeven van de stichtingskosten en jaarlasten voor een rioolwatersysteem met gemengde- en met verbeterd gescheiden stelsels. Onder jaarlasten zijn hier te verstaan de kapitaallasten en de jaarlijkse lasten voortvloeiend uit exploitatie, onderhoud, controle en schoonmaken van riolen, etc. De jaarlasten voor een rwzi werden aangehouden op 17,5 % — voor het transportsysteem en de rioolstelsels op 12,5 % van de stichtingskosten.

Uit tabel I volgt dat de extra investeringen voor een rioolwatersysteem met verbeterd gescheiden stelsels circa f 300,— per inwoner bedragen, hetgeen circa 35 % is van de investeringen van een systeem met gemengde stelsels.

De extra jaarlijkse lasten bedragen circa f 30,— per inwoner. Tegen de achtergrond van de totale kosten voor de inzameling, het transport en de zuivering van afvalwater moet worden geconcludeerd dat het verbeterd gescheiden stelsel aanzienlijk duurder is dan het gemengde stelsel.

Een genuanceerde benadering bij stelselkeuze lijkt gelet op het bovenstaande noodzakelijk, terwijl onderzoek naar de relatie vuillozing — kwaliteit van het oppervlaktewater dringend gewenst is.

Afb. 2 - Verhoging van de drempel bij toename van vereiste berging.



3.3 Grootte van de aan te leggen berging bij nieuwe gemengde rioolstelsels

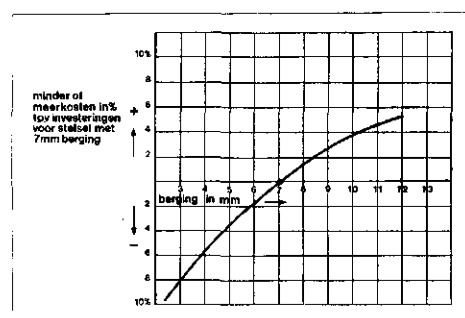
Veronderstel dat in een bepaald geval de keuze is gevallen op een gemengd stelsel. Belangrijk voor de grootte van de vuillozing is de hoeveelheid neerslag die in het stelsel kan worden geborgen alvorens een overstorting optreedt. In het algemeen zal elke investering in het stelsel ten behoeve van berging de vuillozingen zowel in grootte als in frequentie doen verminderen. Het aanbrengen van een grotere berging heeft nauwelijks gevolgen voor de grootte van de slibafzettingen, mits de extra berging wordt aangebracht in de hoofdriolen (3). Uiteraard moet een en ander worden gezien in relatie tot de ledigingstijd van het rioolstelsel.

Voor het aangeven van de kosten voor berging in een gemengd stelsel werd ervan uitgegaan dat het rioolstelsel een permanente regen met een intensiteit van 60 l/(s.ha) moet kunnen afvoeren. Het vergroten van de berging in een stelsel met een afvoercapaciteit van 60 l/(s.ha) zal tot gevolg hebben dat de hydraulische weerstand afneemt.

Het is dan mogelijk om de drempel van de overstorten hoger te maken, waardoor een groter deel van de inhoud van het stelsel zal bijdragen tot de berging, zie afb. 2.

Een betrouwbare indruk van de kostenverschillen voor een rioolstelsel bij verschillende grootte van de berging werd verkregen met behulp van een optimaliserend computerprogramma (4). In afb. 3 zijn de resultaten van de berekeningen

Afb. 3 - Relatie kosten - berging bij ontwerp.



weergegeven. Als referentie is hierbij een gemengd stelsel met 7 mm berging aangehouden. Voor deze afbeelding zijn alleen de kosten voor het rioolstelsel in beschouwing genomen.

Uit afb. 3 is af te leiden dat een vergroting van de berging bij een nog aan te leggen rioolstelsel slechts betrekkelijk geringe investeringen vergt.

In afb. 4 is de relatie aangegeven tussen investeringen en de vuilozing op het oppervlaktewater.

Voor een extra investering van bijvoorbeeld 2 % is een vermindering van 3 g BZV/inw. voor de specifieke stootlozing en 13 g BZV/inw. voor de gemiddelde jaarlijkse vuilozing te verwachten. De vuilozing voor het referentiestelsel (7 mm berging) bedraagt ± 40 g BZV/inw. voor de specifieke stootlozing en ± 75 g BZV/inw. voor de gemiddelde jaarlijkse vuilozing.

Tevens wordt door de extra investering de overstortingsfrequentie gebracht van 7 naar 5 maal per jaar.

Het blijkt dat bij een gemengd stelsel met een betrekkelijk geringe extra investering (2 %) een vrij grote vermindering van de specifieke stootlozing en ± 17 % vermindering van de gemiddelde jaarlijkse vuilozing kan worden verkregen. De overstortingsfrequentie wordt daarbij teruggebracht van 7 naar 5.

Wanneer in een bepaalde situatie het oppervlaktewater een zorgvuldige benadering vraagt kan bergingsvergroting van het aan te leggen stelsel tegen betrekkelijk lage kosten daarbij in belangrijke mate behulpzaam zijn.

4. Kostenaspecten bij aanleg van berging bij bestaande rioolstelsels

4.1 Algemeen

Het gaat in deze paragraaf om bestaande gemengde rioolstelsels waarbij, teneinde aan de eisen van de waterkwaliteitsbeheerder te voldoen, de berging moet worden vergroot.

De vergroting van berging in reeds bestaande rioolstelsels is een zeer kostbare zaak. Indien in een bepaalde situatie berging moet worden bijgebouwd, is de hoedanigheid van het rioolstelsel zeer belangrijk. Onder hoedanigheid is in dit verband te verstaan de toestand en ligging van de riolen, de grootte van het bergingstekort etc.

Ten aanzien van kosten van berging moet onderscheid worden gemaakt tussen:

- a. berging in berg(bezink)bakken;
- b. berging in riolen.

4.2 Berging in berg(bezink)bakken

Berging kan worden gerealiseerd in bergbakken of bergbezinkbakken.

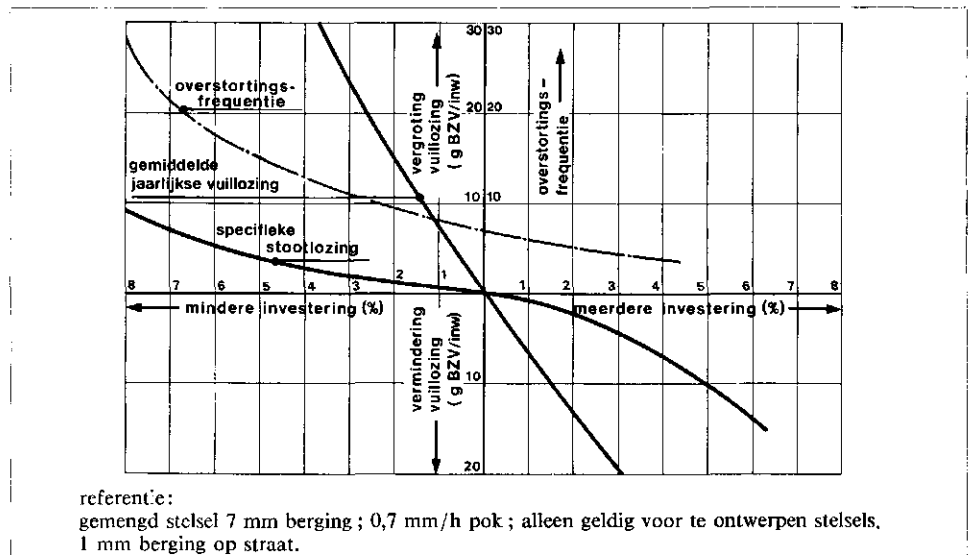
Een bergbak heeft uitsluitend een bergingsfunctie en kan op meerdere plaatsen in het rioolstelsel worden gesitueerd. Een bergbezinkbak wordt altijd uitgevoerd in combinatie met een overstort. Een bergbezinkbak heeft eveneens een bergingsfunctie, maar is daarnaast zodanig geconstrueerd dat een zo optimaal mogelijke afscheiding van bezinkbare stoffen wordt bewerkstelligd.

De kosten voor berging in berg(bezink)bakken zijn weergegeven in afb. 5 (C). De kosten per m³ berging in een berg(bezink)bak nemen af bij toenemende inhoud. De inhoud van een berg(bezink)bak neemt toe bij toenemende grootte van het aangesloten

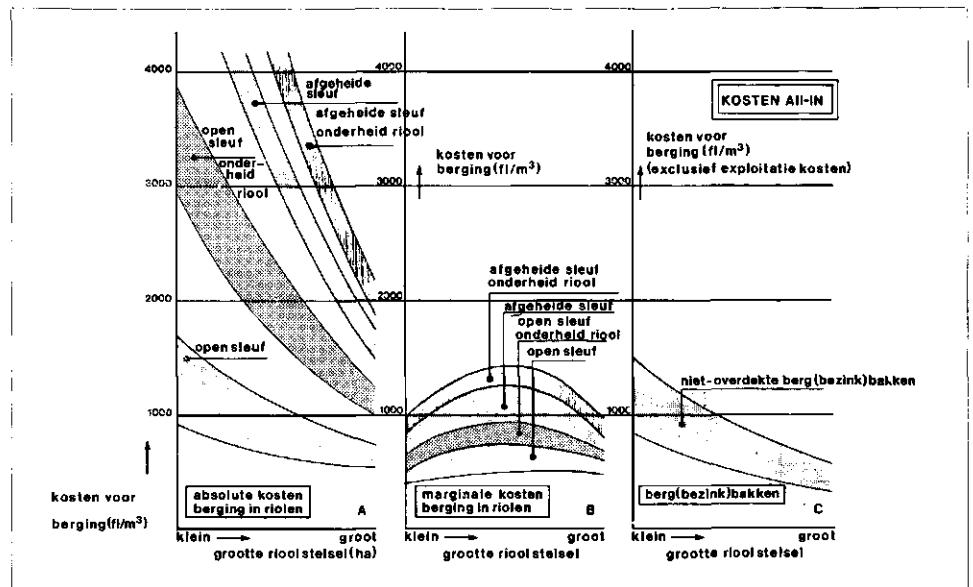
rioolstelsel, alsmede bij toename van de aan te brengen berging, uitgedrukt in mm. De kosten voor berg(bezink)bakken kunnen plaatselijk zeer verschillen en zijn onder meer afhankelijk van de terreingesteldheid, grondwaterstand en de wijze waarop de verwijdering van bezonken slib plaatsvindt (5).

In de aangegeven kosten zijn niet de kosten voor onderhoud en exploitatie opgenomen. Soms is de situering van een berg(bezink)bak zodanig dat deze moet worden overdekt ter voorkoming van stankoverlast. De kosten van een overdekte berg(bezink)bak zijn aanzienlijk hoger dan die van een niet-overdekte berg(bezink)bak. Een en ander is sterk afhankelijk van de situering. De kosten van overdekte berg(bezink)bakken zijn hier verder buiten beschouwing gelaten.

Afb. 4 - Relatie investeringen - vuilozing voor gemengde rioolstelsels.



Afb. 5 - Kosten van berging.



4.3 *Berging in riolen*

Ten aanzien van kosten van berging in riolen moet onderscheid worden gemaakt tussen:

- a. berging in riolen door vervanging en vergroting van riolen die toch uit constructief oogpunt of om hydraulische redenen vervangen moeten worden;
- b. berging in riolen door vervanging en vergroting van riolen uitsluitend teneinde de berging te vergroten.

ad. a - Marginale kosten

In het geval dat bepaalde riolen hetzij om hydraulische redenen, hetzij uit constructief oogpunt moeten worden vervangen, is door vergroting van de diameter van de te vervangen riolen extra berging te creëren. Slechts de extra kosten voortvloeiend uit vergroting van de diameter moeten dan in beschouwing worden genomen.

Men spreekt dan van marginale kosten. In afb. 5 (B) zijn deze kosten weergegeven. Hierbij is ervan uitgegaan dat de wijze van aanleg en constructie van de riolen bij vergroting van de diameter geen belangrijke wijzigingen ondergaan. De marginale kosten blijken vrijwel onafhankelijk te zijn van de grootte van het rioolstelsel.

ad. b - Absolute kosten

Wanneer riolen moeten worden vervangen uitsluitend ten behoeve van het aanbrengen van berging, dan moeten de totale kosten (absolute kosten) van de riolen in beschouwing worden genomen, zie afb. 5 (A). De kosten per m³ berging zijn afhankelijk van de diameter van de riolen en blijken bij toenemende grootte (ha) van het rioolstelsel geringer te worden.

4.4. *Bergingskeuze*

Zoals hierboven reeds werd aangegeven, zijn de kosten voor berging sterk afhankelijk van de hoedanigheid van het rioolstelsel.

In de meeste gevallen zal als alternatief voor berging in riolen een berg(bezink)bak in aanmerking komen. Welke vorm van berging het aantrekkelijkst is, hangt af van plaatselijke omstandigheden. Heeft men te maken met de absolute kosten voor berging in riolen dan is over het algemeen een berg(bezink)bak economischer. Indien riolen toch moeten worden vervangen en men dus met marginale kosten voor berging in riolen moet rekenen, dan is de grootte van stelsel bepalend voor de goedkoopste vorm van berging, zie afb. 5. Bij grote rioolstelsels zal de voorkeur over het algemeen uitgaan naar berg(bezink)bakken, voor kleine stelsels kan berging in riolen goedkoper zijn. Op de

toepassing van bergbezinkbakken zal nader worden ingegaan in 5.

5. *Toepassing van bergbezinkbakken*

Bij toepassing van een bergbezinkbak zal een deel van het zich in het overstortende water bevindende slib door bezinking worden achtergehouden en dus niet in het oppervlaktewater terecht komen. Indien de eisen van de waterkwaliteitsbeheerder gebaseerd zijn op niet voorbezonden overstortend water, dan zou men kunnen overwegen de toelaatbare overstortingsfrequentie aan te passen. Men zou bijv. kunnen uitgaan van gelijke vuillozingen van rioolstelsels zonder bergbezinkbak en met bergbezinkbak.

5.1 *Aannamen*

Veronderstel een rioolstelsel dat gelegen is aan een oppervlaktewater, waarbij stootlozingen kritisch zijn voor de waterkwaliteit. De waterkwaliteitsbeheerder staat, in dit voorbeeld, een gemiddelde overstortingsfrequentie toe van 7 maal per jaar, terwijl de pompovercapaciteit 0,7 mm/uur mag bedragen. In dit voorbeeld is uitgegaan van 1 mm 'berging op straat' als gevolg van bevochtigingsverliezen etc.

Aangehouden werd een rendement van de bergbezinkbak van 15 % voor de momentaan geloosde BZV en 60 % voor de BZV van het opgewoelde slib, beide voor een verblijftijd van een half uur. Voor verblijftijden in de bergbezinkbak anders dan een half uur werd een correctie aangebracht.

5.2 *Uitwerking*

Teneinde aan de eis betreffende de overstortingsfrequentie te voldoen, zal in het

rioolstelsel 7,2 mm berging aanwezig moeten zijn.

In afb. 6 is de vuillozing van rioolstelsels met en zonder bergbezinkbak uitgezet. Uit afb. 6 is af te lezen dat voor het betreffende stelsel de specifieke stootlozing 35 g BZV/inw. bedraagt (zie punt A). De vereiste berging bij toepassing van een bergbezinkbak is onder de gedane aannamen zeer gering. De bergbezinkbak zal in dit voorbeeld zelfs op minimum verblijftijden moeten worden gedimensioneerd, teneinde het gewenste bezinkingseffect te bewerkstelligen (zie punt B).

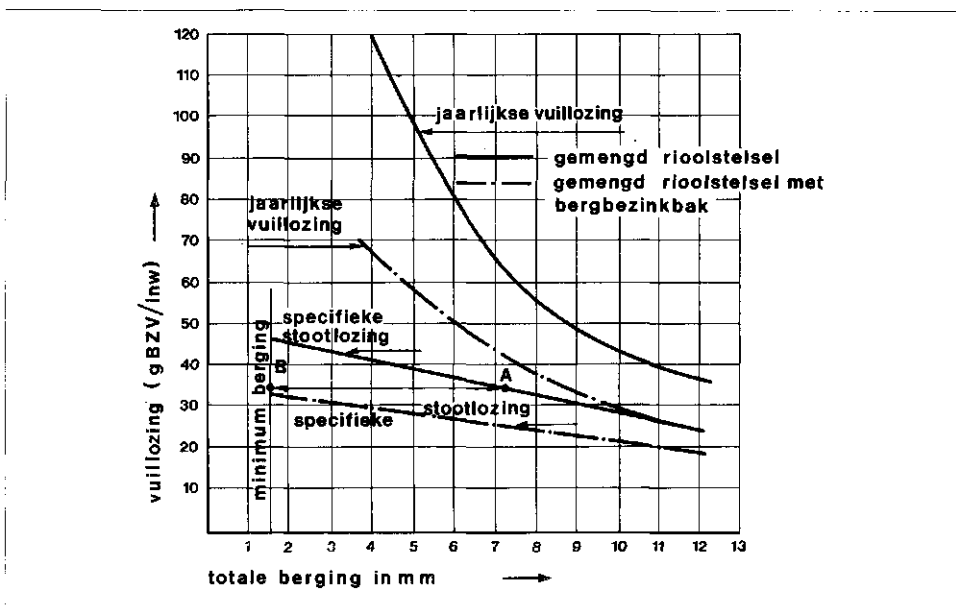
De specifieke stootlozing zal in dit geval kleiner zijn dan die vanuit een gemengd stelsel zonder bergbezinkbak en uitgevoerd volgens de normen van de waterkwaliteitsbeheerder. De inhoud van een bergbezinkbak moet op basis van minimale verblijftijden circa 1,5 mm zijn (6). Indien er geen statische berging in het rioolstelsel aanwezig is, dan zal de overstortingsfrequentie ca. 40 maal per jaar zijn. In werkelijkheid zal altijd een geringe berging in het stelsel aanwezig zijn, zodat men bij toepassing van een bergbezinkbak in het gebied tussen de punten A en B in afb. 6 terecht zal komen.

5.3 *Nabeschuiving*

In het bovenstaande werd een stelsel met en zonder bergbezinkbak met dezelfde specifieke stootlozing in beschouwing genomen.

Doordat in een rioolstelsel altijd enige berging aanwezig is, zal bij toepassing van een bergbezinkbak de specifieke stootlozing vaak geringer zijn dan die van het gemengde stelsel zonder bergbezinkbak en uitgevoerd volgens de normen van de waterkwaliteits-

Afb. 6 - Effect van bergbezinkbakken.



beheerder. De frequentie van de lozingen is echter voor beide alternatieven niet gelijk. Evenals in het voorgaande doet het gebrek aan kennis omtrent de invloed van vuilozingen op de kwaliteit van het oppervlaktewater zich hier voelen.

Een beoordeling van de bovengenoemde alternatieven in relatie met het oppervlaktewater is daardoor niet goed mogelijk.

Het spreekt echter voor zich dat een analyse van de normen, zoals hierboven geschetst, tot grote besparingen zal leiden zonder dat de huidige eisen van de waterkwaliteitsbeheerder in het geding komen.

Nader onderzoek op dit gebied is dringend gewenst.

6. Samenvatting

Bij de beoordeling van rioolstelsels dient men niet alleen de grootte van de vuilozingen in beschouwing te nemen maar tevens de kosten die met de aanleg cq. renovatie van de rioolstelsels gemoeid zijn.

De vuilozing vanuit de verschillende rioolstelsels kan worden gesimuleerd met behulp van mathematische modellen (2).

Op basis van beschouwingen over vuilozingen en investeringen kan in belangrijke mate het inzicht worden verruimd, waardoor een beoordeling van rioolstelsels beter mogelijk is dan voorheen. De te treffen maatregelen op het gebied van riolering zouden afgeleid moeten worden uit een kosten-effectiviteit analyse.

In dat geval komt naar voren dat het gescheiden stelsel vaak minder aanbevelenswaardig is dan weleens wordt gedacht. Zowel financiële aspecten als de grootte van de vuilozingen zijn hiertoe de redenen. Bij toepassing van bergbezinkbakken zou de waterkwaliteitsbeheerder dienen te overwegen de toelaatbare overstortingsfrequentie daaraan aan te passen en wel door deze te verhogen.

Zowel bij het ontwerpen van rioolstelsels als bij het verbeteren van bestaande rioolstelsels dient zorgvuldig te worden overwogen of eventuele bergingstekorten dienen te worden opgeheven door vergroting van riolen of door toepassing van berg(bezink)bakken.

In alle in beschouwing genomen voorbeelden blijkt dat een kosten-effectiviteit analyse nog niet goed mogelijk is. Dit wordt veroorzaakt door het gebrek aan kennis omtrent de gevolgen van vuilozingen voor de kwaliteit van het oppervlaktewater. Hier kan met behulp van wiskundige oppervlaktewater(kwaliteits)modellen het nodige inzicht worden verkregen. Nader onderzoek op dit gebied is dringend gewenst. Wiskundige modellen om de vuilozing vanuit rioolstelsels te simuleren zullen daarbij van groot nut kunnen zijn.

Literatuur

1. Duin, J. F., 1973. *BZV-lozing door een rioolwatersysteem*. H₂O (6), nr. 10.
2. Wiggers, J. B. M., Leunk, J. W., Bakker, K., 1977. *De beoordeling van rioolstelsels ten aanzien van vuilozingen*. H₂O (10), nr. 19.
3. Wiggers, J. B. M., maart 1977. *Effective sewer systems at shallow gradients, Opportunities for Innovation in Sewerage*, Water Research Centre Conference, Reading, England.
4. DHVizier, 1e jaargang nr. 2 april 1976.
5. DHVizier, 1e jaargang nr. 3 augustus 1976.
6. *Richtliniën für die Bemessung, die Gestaltung und den Betrieb von Regenrückhaltebecken*. ATV 1975.

