

Een rioelstelsel met grote hygiënische betrouwbaarheid

1. Inleiding

In Nederland worden voor de afvoer van afval- en regenwater meerdere soorten rioelstelsels toegepast. In de meeste gevallen wordt een gemengd rioelstelsel met een berging van 7 à 8 mm gevraagd door de kwaliteitsbeheerder van het oppervlaktewater. In één gebied wordt door het zuiveringsschap een normaal gescheiden rioelstelsel voorgeschreven en in een ander gebied een verbeterd gescheiden rioelstelsel. In het laatste geval wordt zowel het afvalwaterrioelstelsel als het regenwaterrioel-



ING. A. G. VAN DEN HERIK
hoofd afdeling rioleringen van
Grontmij NV
De Bilt

stelsel bemalen. De berging in dit laatste stelsel is relatief gering en de overstortfrequentie daarentegen relatief hoog, namelijk gemiddeld ca. 25 maal per jaar (zie tabel I).

De reden om bepaalde eisen te stellen wordt meestal ingegeven door het idee om het oppervlaktewater waarop overlaten van het gemengd en het verbeterd gescheiden rioelstelsel of de regenuitlaten van het gescheiden rioelstelsel lozen, zo min mogelijk te belasten met rioelwater. Het gehanteerde vervuilingscriterium is veelal de BZV (of BOD) waarbij min of meer stilzwijgend er vanuit wordt gegaan dat hetzelfde zal gelden voor coli-bacteriën, zware metalen etc. [1, 2, 3, 4].

Indien het oppervlaktewater voldoende omvang heeft ten opzichte van de overstortende of de geloosde hoeveelheden rioelwater, zal de geloosde hoeveelheid afbrekbare stoffen geen problemen oproepen. Uit de kringen van de milieuhygiënist komt steeds sterker de wens naar voren om de vervuiling van het milieu, in dit geval in het bijzonder het oppervlakte- en het grondwater, als gevolg van het geproduceerde rioelwater zo mogelijk tot nul te reduceren. Hierbij wordt de 'BZV' nog als het minst gevaarlijk beschouwd, maar wordt vooral gewezen op de toxische stoffen. Er bestaat een heel scala van deze stoffen, die zowel in het afvalwater als in het regenwater stromende van de wegen en de daken, kunnen voorkomen. Ook de aanwezigheid van de coli-bacteriën (en de daarbij mogelijke aanwezigheid van ziekteverwekkende bacteriën en virussen) wordt een bron van moeilijkheden geacht, zodat elk water, waarop rioelwater wordt geloosd, periodiek of constant als hygiënisch onbetrouwbaar moet worden beschouwd.

TABEL I - Overstortfrequenties en overstorthoeveelheden.

Jaar	Gemengd stelsel: B = 7,5 mm C = 1,5 mm P = 0,67 mm · h ⁻¹			Gemengd stelsel: B = 10,3 mm C = 1,5 mm P = 0,67 mm · h ⁻¹			Gemengd stelsel: quasi-absoluut B = 21,0 mm C = 1,5 mm P = 0,7 mm · h ⁻¹			Verbeterd gescheiden stelsel: B = 5,5 mm C = 1,5 mm P = 0,38 mm · h ⁻¹		
	aantal	hoeveelheid mm	maximum mm	aantal	hoeveelheid mm	maximum mm	aantal	hoeveelheid mm	maal	aantal	hoeveelheid mm	maal
1928	11	30,3	13,1	7	18,0	12,7	2	3,1	2,0	24	77,2	14,6
1933	6	9,6	3,3	3	3,7	2,5	0	0	0	16	31,5	6,1
1951	7	21,8	12,8	1	10,0	10,0	0	0	0	21	65,4	16,9
1952	5	55,6	48,7	2	46,5	45,9	1	35,4	35,4	19	91,3	53,3
1953	6	75,8	35,3	5	61,8	32,5	2	25,1	22,2	25	115,9	38,0
1954	11	45,7	12,1	8	28,5	9,2	0	0	0	27	89,0	18,5
1955	10	32,6	14,8	6	21,6	12,0	1	1,7	1,7	25	72,2	17,3
1956	12	35,0	15,8	4	17,5	13,0	1	2,6	2,6	34	92,0	19,3
1957	12	22,0	8,3	3	7,6	5,3	0	0	0	55	100,2	10,6
1958	11	34,9	8,6	5	19,1	5,8	0	0	0	26	95,6	12,3
1959	4	11,4	7,9	1	5,1	5,0	0	0	0	17	32,7	10,9
1960	22	112,6	34,4	16	86,0	31,6	8	50,8	20,6	54	192,0	42,9
tot.	117	487,3		61	325,4		15	118,8		343	1055,0	
gem.	10			5			1,2			28		
p/jaar												

In de meeste bestaande rioelwaterzuiveringsinstallaties wordt momenteel nog niet voldoende gedaan om alle gewenste stoffen uit effluent en slib te halen. Het is technisch mogelijk om zowel effluent als slib te verkrijgen dat aan de hoogste eisen voldoet, maar deze problematiek valt buiten het kader van dit artikel.

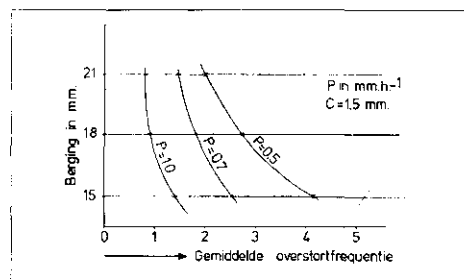
Bij de riolering kan men voldoen aan de eisen om ongewenste stoffen te lozen door het aanleggen van een absoluut (gemengd) rioelstelsel. Zo'n stelsel zou een berging moeten bezitten van 40 à 50 mm.

Aangezien een absoluut rioelstelsel nogal kostbaar is, is omgezien naar de mogelijkheid om tegemoet te komen aan de eisen.

In dit kader is gedacht aan een quasi-absoluut gemengd rioelstelsel met de navolgende kenmerken:

- Berging ca. 20 mm.
- Gering aantal overlaten — zo mogelijk aan de periferie van de bebouwing.
- Overstortfrequentie laag ca. 1,2 maal gemiddeld per jaar, er van uitgaande dat elke bui één overstorting geeft (zie tabel I).

Afb. 1 - Invloed van de regenpompovercapaciteit op de gemiddelde overstortfrequentie per jaar.



Worden de zeer dicht bij elkaar liggende overstortingen als één gebeuren beschouwd, dan wordt het gemiddelde aantal ca. 0,7 per jaar (zie tabel II). Het één en ander gebaseerd op de verwerking van de 5-minuten regengegevens [5, 6].

— Geringe overstorthoeveelheden en derhalve minder berging nodig in oppervlaktewater (zie tabel I).

— Invloed van de regenpompovercapaciteit relatief groot op de overstortfrequentie (zie afb. 1 en 2).

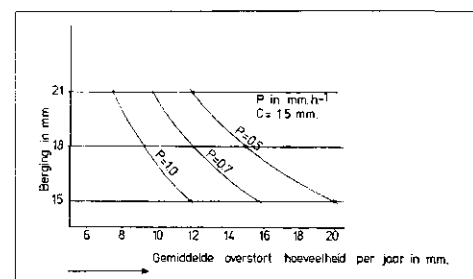
Het blijkt dat bij bovengenoemde uitgangspunten in enkele jaren geen overstortingen optreden en de hoeveelheden zich concentreren in slechts enkele overstortingen. Als voorbeeld is tabel III toegevoegd.

2. Voor- en nadelen van het quasi-absolute rioelstelsel

Enkele voordelen van het quasi-absolute rioelstelsel zijn:

- Door de benodigde grote buizen en de geringe optredende regenintensiteiten tijdens het overstorten is het mogelijk het open-

Afb. 2 - Invloed van de regenpompovercapaciteit op de gemiddelde overstorthoeveelheden per jaar.



water waarop de overlaten lozen, buiten de directe nabijheid van de bebouwde gebieden te brengen, zodat het gevaar voor contact met coli-bacteriën tot een minimum wordt beperkt.

— Veel minder vervuiling per jaar ten opzichte van het gemengde, het gescheiden en het verbeterd gescheiden rioolstelsel — dit op basis van enkele aannamen die discutabel zijn maar voor de vergelijking zoals

hier in tabel IV is weergegeven wellicht nog acceptabel zijn. De aannamen zijn:
 - BZV belasting per inwoner van het afvalwater is 54 g per dag.
 - Het rioolstelsel wordt schoongespoeld als het stelsel met 2 à 3 mm neerslag is gevuld geweest.
 - In een gemengd rioolstelsel zet zich tijdens de droogweeperiode 10 % van het BZV als slib af, dat echter in de loop van de tijd wordt gereduceerd; met deze reductie is hier geen rekening gehouden.
 - Het BZV gehalte van regenwater is 20 mg/l.
 - In een (verbeterd) gescheiden rioolstelsel zet zich 25 % van het BZV af tijdens de droogweeperiode (zie hierboven!).
 - In het (verbeterd) gescheiden rioolstelsel is aangenomen dat het aantal foutieve aansluitingen 1 % bedraagt; gevreesd moet worden dat in de loop der jaren dit percentage aanzienlijk kan toenemen [7].

TABEL II - Overstorthoeveelheden, duur en tijdstip.

Jaar	bui no.	in mm hoeveelheid	bui		aantal overstortingen per jaar in tijd samenvallend		
			aanvang 5-minuten	einde tijdvakje			
1928	253	1,6	67502	67525	1		
	254	1,1	67538	67548			
1952	280	34,9	53223	53349	1		
1953	180	21,7	47182	47224	2		
	273	2,4	65363	65378			
1955	317	1,2	57127	57158	1		
1956	371	2,1	68281	68352	1		
1960	470	20,6	82045	82159	2		
	472	1,6	82169	82179			
	481	1,5	82252	82270			
	484	1,7	82309	82345			
	485	0,7	82355	82365			
	489	0,5	82406	82411			
	490	8,8	82413	82476			
	652	15,0	97327	97499			
	aantal totaal		15				8
	gem. aantal per jaar		1,2				0,7

TABEL III - Invloed van de pompcapaciteit op de overstortingen.

B = 18 mm			C = 1,5 mm						
p = 0,5 mm · h ⁻¹			p = 0,7 mm · h ⁻¹			p = 1,0 mm · h ⁻¹			
	overstort hoeveelheid in mm		overstort hoeveelheid in mm		overstort hoeveelheid in mm				
	aantal	totaal	max.	aantal	totaal	max.	aantal	totaal	max.
1928	3	9,0	7,3	2	5,7	4,6	2	1,0	0,6
1933	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1951	1	3,6	3,6	1	2,1	2,1	—	—	—
1952	1	39,7	39,7	1	37,9	37,9	1	35,2	35,2
1953	2	30,8	25,2	2	30,1	24,7	2	29,2	24,2
1954	5	6,3	4,2	3	1,8	1,2	—	—	—
1955	4	7,3	4,6	1	4,2	4,2	1	3,6	3,6
1956	2	6,6	6,1	2	5,1	5,1	1	3,5	3,5
1957	1	2,3	2,3	—	—	—	—	—	—
1958	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1959	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1960	13	74,6	28,3	10	56,6	23,6	4	38,5	20,8
Totaal	32	180,2		22	143,5		11	111,0	
Gem. p/jaar	2,7	15,0		1,8	11,9		0,9	9,3	

TABEL IV - Vuillozing van de tien grootste overstorten.

bui	Overstorten										Vuillozing in g/inw.									
	vooraangaande			Gemengd B = 7,5 mm		Gemengd B = 10,3 mm		Gemengd B = 21 mm		Verbeterd gescheiden		Gemengd B = 7,5 mm		Gemengd B = 10,3 mm		Gemengd B = 21 mm		Verb. gesch. 1 % fout		
	neerslag mm	duur min.	droogweerdagen	mm	duur min.	mm	duur min.	mm	duur min.	mm	duur min.	afvalwater	regenwater	afvalwater	regenwater	afvalwater	regenwater	afvalwater	regenwater	
1928-253	16	120	0,5	13,1	55	12,7	50	2,0	15	14,5	95	5	12	4	11	4	3	0,2	13	
1951-251	25	475	2	12,8	175	10,0	75	0	0	16,9	270	16	12	10	9	—	—	0,5	15	
1952-280	64	635	11	48,7	495	45,9	490	35,4	485	53,3	515	79	44	75	41	65	32	2,0	48	
1953-180	46	215	11	35,3	100	32,5	95	22,2	85	38,0	150	65	32	58	29	47	20	2,0	34	
1953-273	26	80	15	15,9	70	13,1	70	2,9	40	18,3	75	80	14	60	12	11	3	1,5	16	
1954-311	30	985	1	12,1	355	9,3	285	0	0	18,5	595	18	11	12	8	—	—	0,6	16	
1955-317	25	160	29	14,8	70	12,0	65	1,6	30	17,3	75	135	13	105	10	13	1	2,5	16	
1956-371	28	360	1	15,8	160	13,0	150	2,5	60	19,3	195	12	14	11	12	2	2	0,3	17	
1960-470	46	575	46	34,4	395	31,6	370	20,6	285	42,9	535	205	31	200	28	180	18	7,0	39	
1960-652	38	865	8	26,9	660	26,4	640	15,1	350	31,4	775	67	24	61	24	32	14	1,6	28	
totaal per jaar											85	30	75	20	30	10	5	70		

— Ten opzichte van het (verbeterd) gescheiden rioolstelsel geen foutieve aansluitingen.

— Ten opzichte van de 'normale' gemengde rioolstelsels minder grote stootvuillozingen en slechts 3 à 4 stuks in 12 jaren die van enige importantie zijn (zie tabel IV).

— Indien later uit milieuhygiënsch oogpunt, landelijk een absoluut stelsel wordt geëist is de uitbreiding van de berging betrekkelijk eenvoudig te concentreren bij de enkele overlaten.

Als nadelen moeten worden genoemd de relatief hoge aanlegkosten en er moet gemiddeld ca. 80 mm meer regenwater per jaar worden verpompt. Bij een normaal gemengd rioolstelsel met een berging van 7 à 8 mm bedraagt de te verpompen hoeveelheid ca. 400 mm gemiddeld per jaar. De kosten voor het verpompen van het meerdere regenwater zijn van veel factoren afhankelijk zoals transportafstand, stroomsnelheden, type pomp etc., maar zijn relatief gering.

TABEL V - Overzichtskosten diverse rioolstelsels. Bedragen x f 1000,—; prijspeil januari 1977.

Rioolstelsel	riolerings-aanleg	meerkosten onderhoud riolering **	rioolgemalen incl. energie-kosten	transport-leidingen	rioolwater-zuiverings-installatie *	totale kosten
gemengd 7 à 8 mm	14.700	—	2.100	1.040	3.560	21.400
gemengd 10 mm	16.200	—	2.100	1.040	3.560	22.900
gescheiden verbeterd	19.800	1.200	1.400	880	3.200	26.480
gescheiden quasi-absoluut	21.600	600	1.400	880	3.330	27.810
absoluut	21.600	—	2.200	1.040	3.560	28.400

* Normale zuiveringsinstallatie zonder zogenaamde 3° trap.

** Geactualiseerde extra kosten in verband met het instand houden van het gescheiden rioolstelsel, vooral bij (clandestiene) verbouwingen van woningen.

3. Economische overwegingen

Behalve de technische en de milieuhygiënische overwegingen moeten uiteraard ook de economische consequenties worden bezien. Het is uiteraard moeilijk om hierbij in algemene termen te spreken aangezien de uitvoeringskosten afhankelijk zijn van de omvang van het project, de topografie, de samenstelling van de ondergrond etc. Maar op basis van een plan voor ca. 20.000 inwoners in nieuwbouwwijken met relatief geringe hoogteverschillen in het terrein, voldoende mogelijkheden voor open water en aanleg van riolering zonder bijzondere funderingsconstructies kan een kostenindicatie worden gegeven als in tabel V vermeld.

Behalve de kosten van de aanleg van de riolering met inspectieputten, straatkolken en huisaansluitingen zijn tevens opgenomen de kosten voor de rioolgemalen, de benodigde transportleidingen en de gekapitaliseerde energiekosten van de rioolgemalen, alsmede de investeringskosten van de rioolwaterzuiveringsinstallatie (gebaseerd op 30.000 i.e. in verband met reeds bestaande bebouwing en industrieel afvalwater). In de genoemde bedragen zijn tevens de bijkomende kosten zoals directiekosten (voorbereiding), toezichtskosten en BTW opgenomen.

Uit het overzicht (tabel V) blijkt dat de kosten voor het opvangen, de afvoer en het zuiveren van het afvalwater bij een quasi-absoluut rioolstelsel praktisch evenveel zijn als bij een verbeterd gescheiden rioolstelsel en slechts weinig meer dan een normaal gescheiden rioolstelsel.

Het quasi-absoluut rioolstelsel is ca. f 1200,— per woning duurder dan het normale gemengde rioolstelsel met een berging van 7 à 8 mm. Het ligt in wezen buiten de bevoegdheden van de technicus of de wetenschapper deze toch niet geringe meerkosten te laten opwegen tegen de grotere hygiënische betrouwbaarheid, de geringere hoeveelheden geloosde toxische

stoffen etc. op het oppervlaktewater.

Met de blik gericht op de toekomst — een rioolstelsel wordt voor 30 à 40 jaren aangelegd — en rekening houdende met de tendens en de noodzaak tot een schoner milieu overall waar dat maar enigszins mogelijk is, zijn voor dit quasi-absoluut stelsel wellicht mogelijkheden aanwezig.

Literatuur

1. Eggink, H. J. en Hulshof, J. E. 'Het verontreinigend vermogen van overstortend rioolwater in relatie tot de overstortingsfrequentie'. *H₂O* (1) 1968 no. 8.
2. Herik, A. G. v. d. 'Rioolstelsels in relatie tot behandeling van afvalwater'. *H₂O* (6) 1973 no. 21.
3. Wiggers, J. B. M., Bakker, K. en Leunk, J. W. 'De beoordeling van rioolstelsels ten aanzien van vuilozingen'. *H₂O* (10) 1977 no. 19.
4. Wiggers, J. B. M., Bakker, K. en Leunk, J. W. 'Beoordeling van rioolstelsels; vuilozingen en kostenaspecten'. *H₂O* (10) 1977 no. 20.
5. Herik, A. G. v. d., Kooistra, M. T. '5-minuten regens'. *H₂O* (3) 1970 no. 21.
6. Herik, A. G. v. d., Kooistra, M. T. '5-minuten regens. Regenintensiteiten en overstorten bij rioleringen'. Grontmij nv, De Bilt, juni 1973.
7. Schmidt, F. 'Abwasser-Abteilung. Erfahrungen mit dem Trennsystem in einer Seestadt' GWF (109) 52, 1968.



Ruim 300 deelnemers hebben van 10 - 14 april 1978 in Oxford tijdens de conferentie 'Utilization of Sewage Sludge on Land' gediscussieerd over de vele aspecten van het gebruik van zuiveringsslib voor agrarische doeleinden.

Zware metalen in zuiveringsslib

Het standpunt van het Britse Ministry of Agriculture, Fisheries and Food t.a.v. het gebruik van zuiveringsslib met het oog op de er in voorkomende zware metalen werd uiteengezet door Webber [1] en Lindsay [2]. Webber heeft meegewerkt aan het tot stand komen van de 'Guidelines for the Disposal of Sewage Sludge on Land', opgesteld door een werkgroep van het Department of the Environment, in samenwerking met de National Water Council en met medewerking van het Ministry of Agriculture, Fisheries and Food [14]. Het Engelse standpunt is in het algemeen toleranter dan het Nederlandse. Dit blijkt duidelijk uit de toelaatbaar geachte belasting met cadmium. In Engeland wordt een belasting met 5 kg/ha in 30 jaar toelaatbaar geacht, terwijl volgens niet-officiële Nederlandse normen op bouwland in 100 jaar maximaal 2 kg/ha zou mogen worden gegeven en op grasland 1 kg/ha. Het cadmiumgehalte van slib schijnt in Engeland aanmerkelijk hoger te liggen dan in Nederland. De vraag wordt gesteld of dit aan een verschil in bepalingsmethodiek te wijten is. Volgens Tjell (Technische Universiteit, Kopenhagen) is de cadmium fall-out vanuit de lucht in Engeland erg hoog. In de totale dagelijkse cadmiumopname door de mens kan de hoeveelheid afkomstig uit zuiveringsslib (o.a. door de consumptie van bladgroenten) een belangrijk deel uitmaken; dit in tegenstelling tot lood waarvan de bijdrage via het slib klein zou zijn ten opzichte van de doses die de mens via uitlaatgassen, ingeblikte voedingsmiddelen of water uit loden leidingen bereiken.

In Denemarken wordt een belasting van de grond met cadmium van 15 gram/ha/jaar toelaatbaar geacht.

Bij een cadmiumgehalte van het slib van 10 mg/kg droge stof komt dat overeen met een slibhoeveelheid van 1,5 ton droge stof/ha/jaar.

De Deense inleiders achtten het gebruik van zuiveringsslib eigenlijk alleen verantwoord op cultuurgrond die binnen afzienbare tijd voor stadsuitbreiding zal worden gebruikt.

De Denen spraken ook namens Noorwegen, Zweden en Finland. In deze landen wordt een belasting van de grond met cadmium uit zuiveringsslib van resp. 30, 15 en 20 gram/ha/jaar toelaatbaar geacht. Essentieel in de Scandinavische visie is de noodzaak om meer inzicht te verkrijgen in de bijdrage