

Rapport van de commissie riolering en waterverontreiniging van de afdeling voor gezondheidstechniek van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs

Deel II

Het eerste deel van bovengenoemd rapport, verschenen in *H₂O* (5) 1972 nr. 10 van 11 mei jl. behandelde achter-eenvolgens de literatuur, waarnemingen in rioolstelsels, het verontreinigd vermogen van huishoudelijk afval-

water, het proefobject Vijfhuizen, de gegevens verhard oppervlak, de afvloeiingscoëfficiënten en de bovendrem-pelberging als onderdeel van het waterbergend vermogen. De draad van het artikel wordt weer opgenomen bij punt 9:

Voor bouw afvalwaterzuiveringsinstallaties komende jaar f 1,7 miljard nodig

De Nederlandse Waterschapsbank NV schrijft in zijn jaarverslag over 1971 o.m. het volgende:

Op basis van de op 1 december 1970 in werking getreden wet verontreiniging oppervlaktewateren hebben de meeste provinciale besturen inmiddels op het bestuurlijke en technische vlak maatregelen genomen om deze waterverontreiniging zo krachtig mogelijk te kunnen bestrijden voor zover het betreft de niet-rijkswateren. In de provincies Noord- en Zuid-Holland, Noord-Brabant en de helft van Overijssel werd daartoe een beroep gedaan op de bestaande waterschapsorganisaties, terwijl voor Drenthe, de andere helft van Overijssel en Gelderland werd gekozen voor de oprichting van waterschappen, bij uitsluiting belast met de bestrijding van de waterverontreiniging, genaamd zuiveringsschappen.

Ter uitvoering van deze taak zijn bedoelde waterschappen op zeer actieve wijze bezig een omvangrijk bouwprogramma van zuiveringstechnische werken tot stand te brengen, voor de financiering waarvan in steeds sterkere mate een beroep zal moeten worden gedaan op de kapitaalmarkt.

Op grond van thans beschikbare gegevens zal de kapitaalbehoefte voor de verwezenlijking van de inmiddels opgestelde plannen voor de zuivering van het afvalwater de komende vijf jaar circa f 1,7 miljard groot zijn.

Om enig inzicht te geven in de omvang van de bedragen, die met de waterzuivering in 1972 zijn gemoeid, mogen hier enige markante cijfers, ontleend aan de begroting 1972 van enkele waterschappen, die reeds gedurende een aantal jaren ervaring met de bestrijding van het afvalwater hebben opgedaan, worden vermeld.

Rijnland

Het hoogheemraadschap van Rijnland,

omvang 106.193 ha, heeft sedert begin 1970 een bedrag van omstreeks f 10 miljoen aan stichtingskosten, in de bouw van zuiveringstechnische werken, geïnvesteerd. In 1971 waren acht zuiveringstechnische werken bij dit hoogheemraadschap in uitvoering met een gezamenlijke capaciteit van 238.000 inwonerequivalenten. In 1972 zullen daar nog eens acht werken aan worden toegevoegd met een gezamenlijke capaciteit van 134.700 i.e. Voor 1972 wordt gerekend op investeringen in de bouw van deze zestien zuiveringstechnische werken tot een bedrag van f 15.225.000,—. De exploitatiekosten voor 1972 van zijn zuiveringstechnische werken raamt Rijnland op f 9.200.000,—. In 1972 wordt de voorbereiding van nog eens negen zuiveringstechnische werken met een gezamenlijke capaciteit van 320.500 i.e. ter hand genomen.

Regge en Dinkel

Op de begroting van het Overijsselse waterschap Regge en Dinkel, dat een omvang heeft van 135.000 ha, figureert op de gewone dienst een post van f 10.104.000,— voor de afvalwaterzuivering van het Regge- en Dinkelgebied. Op de kapitaaldienst is een bedrag van f 19.100.000,— geraamd voor de kosten van de bouw van zeven nieuwe en de uitbreiding van twee bestaande installaties voor de zuivering van rioolwater met een gezamenlijke capaciteit van 606.000 i.e. Voor de kosten van voorbereiding van de bouw van vijf nieuwe installaties is f 2.000.000,— geraamd.

Indien alle urgente werken volgens de huidige planning bij het waterschap De Dommel in Noord-Brabant (oppervlakte bijna 150.000 ha) worden uitgevoerd, zal tot en met 1976 een kapitaal voor de waterbeheersing van ongeveer f 14 miljoen moeten worden geïnvesteerd. Voor de zuivering van afvalwater belooft dit bedrag omstreeks f 187 miljoen. Op de kapitaaldienst van dit waterschap is

voor 1972 een bedrag van f 10 miljoen geraamd voor de zuiveringstechnische werken; op de gewone dienst is voor dit doel een bedrag van f 6.500.000,— uitgetrokken.

Uitwaterende Sluizen

Het hoogheemraadschap van de Uitwaterende Sluizen in Kennemerland en West-Friesland (oppervlakte bijna 80.000 ha) raamt de kapitaaluitgaven inzake waterzuivering voor 1972 op f 15 miljoen. In 1971 is inmiddels de vijfde installatie voor de zuivering van rioolwater gereed gekomen, terwijl in het begin van 1972 onder meer twee zuiveringsinstallaties (65.000 resp. 100.000 i.e.) in aanbouw zijn. Een uitbreiding van een installatie van 80.000 naar 125.000 i.e. is in volle gang en met de uitvoering van werken op het gebied van de waterzuivering in de kop van Noord-Holland wordt begonnen.

Op grond van een onder alle waterschappen ingestelde enquête is gebleken dat de totale kapitaalbehoefte voor 1972, zowel voor de traditionele waterschapsactiviteiten als voor de activiteiten met betrekking tot de waterzuivering, in vergelijking met 1971, circa 25 % is gestegen.

MILJARDEN VOOR AFVALWATERZUIVERING

Met 461 afvalwaterzuiveringsinstallaties die werken of in aanbouw zijn, kan 9 miljoen van de 26 miljoen inwonerequivalenten worden gezuiverd. Om al het afvalwater van bevolking en industrie straks te kunnen zuiveren, moeten in de komende vijftien jaren installaties worden gebouwd die investeringen zullen vergen in de orde van grootte van 3½ à 4 miljard gulden. Eenzelfde bedrag zal nog eens nodig zijn om de benodigde rioleringen en aanvoerblijdingen te leggen. Aldus verklaarde ir. K. C. Zijlstra, directeur van het RIZA, op 28 mei via de NOS in een uitzending gewijd aan het water.

9. Invloed van de variatie in de droog-weerafvoer gedurende de dag op de overkapaciteit en de overstortingsfrequentie.

Ter bepaling van de pompkapaciteit van een gemaal wordt gebruik gemaakt van de betrekking

$$P = Q_{dwa} + Pok$$

waarin is:

P = de pompkapaciteit m^3/h .

Q_{dwa} = de droogweerafvoer in m^3/h .

Pok = de overkapaciteit ten behoeve van regenafvoer.

Hier te lande is het gebruikelijk de droogweerafvoer per uur (Q_{dwa}) van uitsluitend huishoudelijk afvalwater gelijk te stellen aan 10 % van de etmaaldroogweerafvoer. Bij een gegeven pompkapaciteit is hiermede volgens bovenstaande betrekking de overkapaciteit (Pok) ten behoeve van regenafvoer bepaald en daarmee tevens de overstortingsfrequentie volgens de methode Kuipers, in het navolgende met o.f. (10) aan te duiden. Echter de droogweerafvoer per uur is gedurende het etmaal geen konstante. Men kan zich dan ook afvragen wat het gevolg van deze variatie is op de overstortingsfrequentie en of een gemiddelde van de per uur berekende overstortingsfrequentie [o.f.(uur)] geen betere benadering is. Immers daar Q_{dwa} (10) groter is dan het gemiddelde van Q_{dwa} (uur) zal bij dezelfde pompkapaciteit, Pok (10) kleiner zijn dan het gemiddelde van Pok (uur) en dus o.f. (10) hoger zijn dan o.f. (uur).

Het is zonder meer duidelijk dat een frequentiebepaling welke uit zou gaan van een van uur tot uur variërende dwa een veel te bewerkelijke methode gaat worden.

Een goede benadering van de o.f.(uur) is echter op de volgende „gemodificeerde” manieren mogelijk:

1. *Berekening via o.f.(24).* In de formule $P = Q_{dwa} + Pok$ wordt voor Q_{dwa} ingevuld het gemiddelde van de dwa gedurende het etmaal, genoemd de Q_{dwa} (24). De hiermede berekende Pok , zijnde Pok (24) = $P - Q_{dwa}$ (24) leidt tot de overstortingsfrequentie die met o.f. (24) wordt aangeduid.

2. *Berekening via o.f. (10; 14).* Voor de Q_{dwa} wordt in de formule $P = Q_{dwa} + Pok$ ingevuld de Q_{dwa} (10), waarna de o.f. (10) wordt berekend. Een Q_{dwa} (10) die geacht wordt gedurende 10 uur van het etmaal plaats te vinden, impliceert dat gedurende de overige 14 uur de dwa gelijk is aan 0. Derhalve Q_{dwa} (14) = 0. In dit geval is dus $Pok = P$. Hiermede wordt o.f. (14) bepaald. De overstortingsfrequentie die representatief voor beide situaties gezamenlijk is en de o.f. (10; 14) genoemd wordt, is dan:

$$\text{o.f. (10; 14)} = \frac{10}{24} \text{ o.f. (10)} + \frac{14}{24} \text{ o.f. (14)}.$$

De o.f. (10; 14) is derhalve het gewogen gemiddelde van o.f. (10) en o.f. (14).

Rekenvoorbeelden

Berekening van de overstortingsfrequentie.

Uitgangspunten:

berging 7 mm;

verhard oppervlak 3,6 ha;

pompkapaciteit 35 m^3/h ;

Q_{dwa} (10) 10 m^3/h .

1. Gebruikelijke berekening o.f. (10).

De Q_{dwa} (10) bedraagt 10 m^3/h zodat Pok (10) = 35 $m^3/h - 10 m^3/h = 25 m^3/h$, overeenkomend met 0,7 mm/h. De o.f. (10) is dan gelijk aan 9,9.

2. Gemodificeerde berekening o.f. (24).

Daar Q_{dwa} (10) = 10 m^3/h , bedraagt Q_{dwa} (24) = 10

$- \times 10 m^3/h = 4,2 m^3/h$. Dan is Pok (24) = 35

$m^3/h - 4,2 m^3/h = 30,8 m^3/h$, overeenkomende met 0,86 mm/h. Nu is o.f. (24) = 8,4.

3. Gemodificeerde berekening o.f. (10; 14).

Zoals onder 1. is berekend, bedraagt o.f. (10) 9,9.

De Q_{dwa} (14) = 0 zodat de bijbehorende Pok (14) = 35 m^3/h ofwel 0,98 mm/h. Dit leidt tot o.f. (14) = 7,4.

Dan is o.f. (10; 14) =

$$\frac{10}{24} \cdot 9,9 + \frac{14}{24} \cdot 7,4 = 8,5.$$

Berekening van de pompkapaciteit.

Uitgangspunten:

berging 7 mm;

verhard oppervlak 3,6 ha;

Q_{dwa} (10) 10 m^3/h ;

overstortingsfrequentie 9,9.

1. Gebruikelijke berekening.

Bij een berging van 7 mm en een overstortingsfrequentie van 9,9 behoort een overkapaciteit van 0,7 mm/h, overeenkomend met een overkapaciteit van $0,7 \times 3,6 = 25 m^3/h$.

Nu is $Pok = 10 m^3/h + 25 m^3/h = 35 m^3/h$.

2. Gemodificeerde berekening met behulp van Q_{dwa} (24).

Daar Q_{dwa} (10) = 10 m^3/h , bedraagt Q_{dwa} (24) = 10

$- \times 10 m^3/h = 4,2 m^3/h$.

De benodigde overkapaciteit is 0,7 mm/h ofwel 25 m^3/h .

Nu is $P = 4,2 m^3/h + 25 m^3/h = 30 m^3/h$ (afgerond).

3. Gemodificeerde berekening met behulp van Q_{dwa} (10) en Q_{dwa} (14).

Na enig proberen blijkt te voldoen $P = 29,5 m^3/h$, afgerond op $P = 30 m^3/h$.

Controle Pok (10) = $P - Q_{dwa}$ (10) = 30 - 10 $m^3/h = 20 m^3/h$, overeenkomend met 0,55 mm/h.

Dit leidt tot o.f. (10) = 11,4.

Pok (14) = $P - Q_{dwa}$ (14) = 30 - 0 = 30 m^3/h , overeenkomend met 0,83 mm/h. Dit leidt tot o.f. (14) = 8,5.

Dan is o.f. (10; 14) =

$$\frac{10}{24} \cdot 11,4 + \frac{14}{24} \cdot 8,5 = 9,7.$$

Uit de gegeven rekenvoorbeelden blijkt, dat o.f. (10) ca. 15 % hoger is dan o.f. (24) en o.f. (10; 14).

Tevens blijkt dat de pompkapaciteit, berekend volgens de gebruikelijke methode, ca. 15 % hoger is dan die welke

volgens één der gemodificeerde methoden wordt berekend.

Het lijkt aantrekkelijk één van laatstgenoemde methoden van berekenen te hanteren teneinde bij een gegeven overstortingsfrequentie tot een beperking van de pompkapaciteit te geraken.

De betekenis van deze verfijning in de berekeningswijze is echter beperkt omdat met een aantal onzekere factoren geen rekening is gehouden, zoals met de invloed van overlapping van buien en het niet rechtlijnig zijn van regens.

Bij industrie-aansluitingen wordt de droogweerafvoer gevormd door de max. industrie dwa en de dwa van de inwoners, waarbij het gebruikelijk is voor deze laatste de Qdwa (10) te nemen.

Bij een gegeven pompkapaciteit is de overkapaciteit dan bepaald volgens de betrekking

$$Pok = P - Q_{dwa} \text{ (totaal)},$$

waaruit de overstortingsfrequentie kan worden bepaald, o.f. (10; ind).

Voor inwoners alleen bleek het mogelijk hierop een verfijning te bereiken door de overstortingsfrequentie te bepalen met behulp van de Qdwa (24) of met behulp van de Qdwa (10) en de Qdwa (14).

Wanneer ook industrieën zijn aangesloten, kan de gemodificeerde methode met behulp van de Qdwa (24) tot onbevredigende resultaten leiden en kan daarom niet zonder meer worden toegepast.

Bij aansluiting van belangrijke niet-kontinu lozende industrieën verdient het dan ook aanbeveling alleen de gemodificeerde methode o.f. (10; 14), zij het in een aangepaste vorm te gebruiken, welke leidt tot de o.f. (10; 14; ind.).

Rekenvoorbeeld.

Uitgangspunten:

berging 7 mm;

verhard oppervlak (totaal) 3,55 ha;

pompkapaciteit 50 m³/h;

Qdwa (10) 10 m³/h;

Qdwa (ind.) 25 m³/h.

De Qdwa (ind.) duurt 4 uur en vindt plaats tijdens Qdwa (10).

1. Gebruikelijke berekening o.f. (10; ind.).

De totale Qdwa is: 10 m³/h + 25 m³/h = 35 m³/h, zodat Pok = 50 m³/h - 35 m³/h = 15 m³/h, overeenkomend met 0,42 mm/h.

De overstortingsfrequentie is nu = 12,9.

2. Gemodificeerde berekening o.f. (10; 14; ind.).

Gedurende 4 uur is de overstortingsfrequentie 12,9 daar de Qdwa dan totaal 35 m³/h is (zie 1).

Gedurende 6 uur is de Qdwa gelijk aan Qdwa (10), derhalve 10 m³/h, zodat Pok = 50 m³/h - 10 m³/h = 40 m³/h, overeenkomend met 1,12 mm/h.

De overstortingsfrequentie is 6,5.

De Qdwa (14) = 0 en derhalve Pok (14) = P = 50 m³/h ofwel 1,4 mm/h. Dan is o.f. (14) = 5,0.

De overstortingsfrequentie o.f. (10; 14; ind.) kan nu worden berekend op:

$$\frac{4}{24} \cdot 12,9 + \frac{6}{24} \cdot 6,5 + \frac{14}{24} \cdot 5,0 = 6,7.$$

Voor het geval de pompkapaciteit moet worden berekend en derhalve de o.f. (10; 14; ind.) gegeven is, kan deze door proberen worden bepaald.

Het verschil in grootte tussen de gebruikelijk berekende en de gemodificeerd berekende pompkapaciteit is afhankelijk van de beschouwde gevallen.

In het bovenstaande is een gemodificeerde berekeningsmethode gegeven, die de o.f.(uur) voor het geval er inwoners + industrieën in het geding zijn, het best benadert.

Op grond van deze methode is het mogelijk, een besparing van de pompkapaciteit te bereiken. Zoals reeds eerder is opgemerkt, maant de aan de methode Kuipers ten grondslag liggende vooronderstelling welke geen rekening houdt met de invloed van overlapping en met niet rechtlijnige regens, tot voorzichtigheid.

De bepaling van de o.f. (10; 14; ind.) laat zien welke overkapaciteiten c.q. overstortingsfrequenties gedurende bepaalde delen van het etmaal gelden.

Op deze wijze wordt een goed inzicht verkregen inzake de situatie van uur tot uur.

Bij het vaststellen van de pompkapaciteit dient nauw overleg met de waterbeheerder te worden gepleegd.

10. Invloed van de opeenvolging en de morfologie van de regenbuien op de overstortingsfrequentie

Zoals bekend wordt bij de methode Kuipers uitgegaan van een lineair met de tijd verlopende regen. Iedere regen volgend op een regenpauze, ongeacht de duur van de pauze, wordt beschouwd als een nieuwe regen. Bewust wordt geen aandacht geschonken aan de morfologie van de bui en de invloed welke uitgaat van een opeenvolgen van buien op de frequentie van de overstortingen.

Met behulp van pluviogrammen over de jaren 1960, 1961 en 1962 betrekking hebbende op het gebied „Lijnbaan” in de gemeente Den Haag is voor de regens van 8 mm en meer een vergelijking gemaakt van het aantal overstortingen volgens de methode Kuipers en een methode „gemeente 's-Gravenhage”.

Bij laatst genoemde methode wordt de karakteristiek van de regen en de invloed van de regen(s) voorafgaande aan en volgende op de beschouwde bui (overlapping) wel in rekening gebracht.

Te dien einde zijn van de genoemde drie jaren, alle regens als een aaneengesloten lijn uitgezet (de afb. 10, 11 en 12 geven hier enige voorbeelden van).

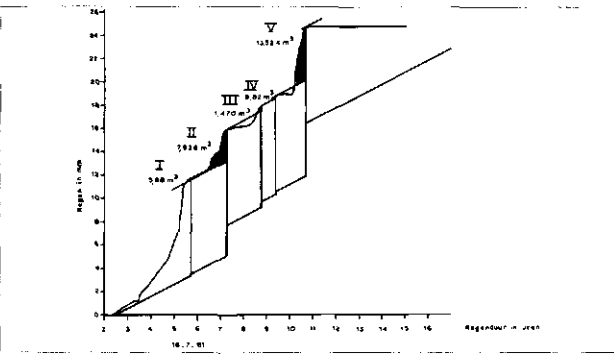
Vervolgens is een transparant (volgens afb. 13) waarop zijn ingetekend de totale nuttige berging in de riolering (8,25 mm regen per gereduceerde ha) en de overkapaciteit van het gemaal (1,02 mm regen per gereduceerde ha) langs de regenkromme geschoven ter vaststelling van al de overstortingen waarbij nu rekening kan worden gehouden met pauzes tussen de regens, kleiner dan de ledigingstijd van het rioleringsnet. De werkwijze is daarbij als volgt.

Het punt 0 op de transparant wordt gelegd op het beginpunt van de regenkromme. Het snijpunt van de bovenste schuine lijn bepaalt het begintijdstip van overstorten.

Zodra de schuine lijn evenwijdig loopt aan de regenkromme, kan men stellen dat de overstorting ophoudt. De overstortingstijd is dan bekend. De overstortende hoeveelheid kan uit het verschil in ordinaten worden berekend. De bovenste schuine lijn wordt nu opgeschoven tot deze raakt aan de regenkromme.

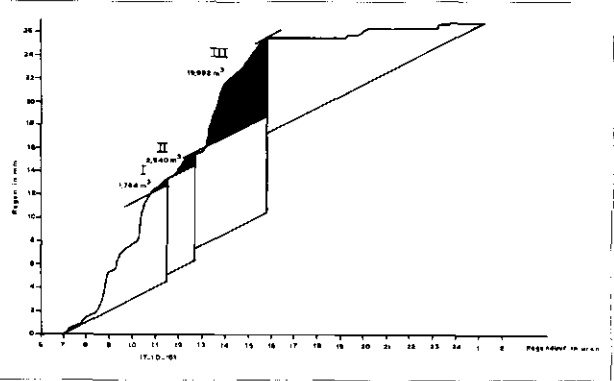
TABEL VII - Vergelijking methode A en methode B voor het bemalingsgebied „Lijnbaan”

Methode A: Kuipers					Methode B: Gemeentewerken van 's-Gravenhage			
Regenbuien boven 8 mm					Aantal overstortingen volgens pluviogrammen			
datum	regenduur in min.	regenval in min.	overstortings- hoeveelheden in m³	aantal overstortingen	datum	bijlage	aantal overstortingen	overstortings- hoeveelheden in m³
30- 1-60	612	14	geen					
30/31- 1-60	1045	8,2	geen					
8- 4-60	98	9,6	geen		8- 4-60	1	1	16.758
10- 8-60	85	14,9	15.582	1	10- 8-60	3	6	89.973
10- 8-60	96	8,1	geen		15- 8-60	4	2	18.228
10- 8-60	248	26,7	42.042	1	24- 8-60	5	1	1.176
15- 8-60	370	20,2	16.464	1	30- 8-60	5	2	4.704
20- 8-60	444	9,9	geen		6- 9-60	6	1	9.114
24- 8-60	66	9,9	1.470	1	1-11-60	7	2	1.470
30- 8-60	190	12,3	2.352	1				
6- 9-60	82	12,8	9.114	1				
1-11-60	400	14,9	geen					
3-12-60	450	10,9	geen					
4-12-60	396	9,4	geen					
totaal '60	1749		87.024 m³	6			15	141.423 m³
16- 7-61	132	10,9	geen (grens)		16- 7-61	9	5	24.402
13- 9-60	180	10,4	geen		13- 9-61	10	2	9.408
2-10-61	111	10,2	geen (grens)		17-10-61	11	3	24.696
17-10-61	160	10	geen		24-10-61	12	3	8.526
24-10-61	552	20,3	7.938	1			13	67.032 m³
totaal '61	1135		7.938 m³	1				
15- 7-62	215	11,2	geen		21- 7-62	15	1	7.350
21- 7-62	54	11,7	7.350	1	26- 7-62	15	1	34.398
26- 7-62	285	24,9	34.692	1				
6- 8-62	165	8,8	geen		26-10-62	20	2	7.644
6- 9-62	208	8,2	geen				4	49.392 m³
17- 9-62	225	10,6	geen					
26-10-62	280	14,6	4.510	1				
totaal '62	1432		46.552 m³	3				



Afb. 10 - Bemalingsgebied Lijnbaan 16-7-'61, 24,7 mm.

Afb. 11 - Bemalingsgebied Lijnbaan 17-10-'61, 26,9 mm.

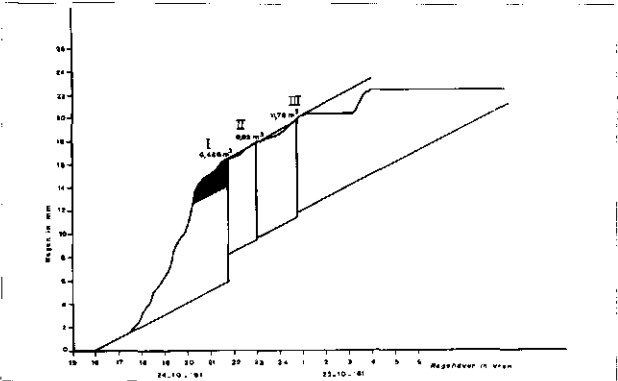


Opnieuw wordt het volgende snijpunt met de regenkromme bepaald enz.

De bovenstaande tabel VII geeft een overzicht van de uitkomsten volgens de methode Kuipers (A) en volgens de methode 's-Gravenhage (B).

In tabel VIII zijn de gegevens van tabel VII alsmede de waarnemingen van de gemeente 's-Gravenhage van het werken der overstorten in het gebied Lijnbaan over diezelfde jaren samengevat. Hieruit blijkt dat er gemiddeld ca. 10 overstortingen per jaar zijn geweest. Indien het aantal overstortingen wordt bepaald volgens de 11-jarige puntengrafiek (De Bilt 1938 - 1948) van dr. ir. J.

Afb. 12 - Bemalingsgebied Lijnbaan 24-10-'61 en 25-10-'61, 22,8 mm.



TABEL VIII - Samenvatting van de resultaten van de methoden A en B en de vergelijking met de waarnemingen

	A		B		Waarnemingen Gemeentewerken 's-Gravenhage 1)
	Methode Kuipers toegepast met Haagse cijfers overstortingen	hoeveel- heid m ³	Gemeentewerken 's-Gravenhage overstortingen	hoeveel- heid m ³	
	aantal		aantal		werking nooduitlaten
1960	6 x	87.000	15 x	141.500	17 x
1961	1 x	8.000	13 x	67.000	9 x
1962	3 x	46.500	4 x	49.500	6 x
totaal	10 x	141.500	32 x	258.000	32 x

1) Hieraan mag niet te grote waarde worden gehecht aangezien het een gebied betreft, waarin een ander gebied (Vlietstraat) water inmaalt.

Kuipers onder toepassing van de gegevens van het gebied Lijnbaan volgen er gemiddeld 5 overstortingen per jaar.

Wordt een etmaal verdeeld in een dagperiode van 6 tot 20 uur en een nachtperiode van 20 tot 6 uur dan blijkt dat volgens de Haagse methode $\pm 89\%$ van de hoeveelheid overstortend water in de dagperiode overstort.

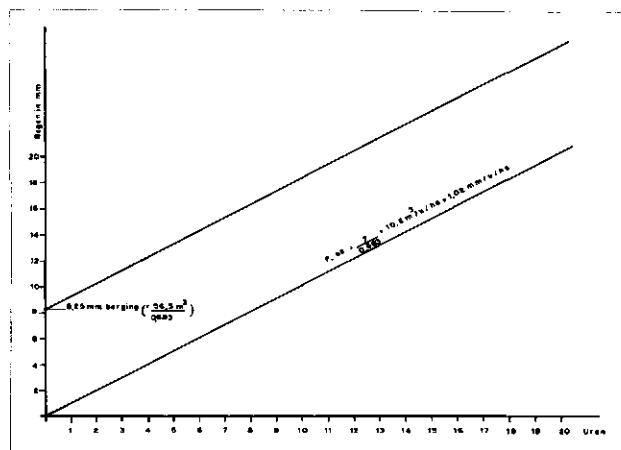
Ook blijkt dat bij 87% van het aantal overstortingen, het tijdstip van overstorting na het begin van de bui, later valt dan overeenkomt met de tijd welke een waterdeeltje nodig heeft om na begin van de bui het beschouwde bemalingsgebied te doorstromen.

Dit zou mogelijk kunnen betekenen dat dan in de riolen bezonken slib al naar het rioolgemaal is afgevoerd.

De hoeveelheden overstortend water verdeeld in hoeveelheden per seizoen zijn als volgt:

A. Volgens de methode Kuipers			B. Volgens de „Haagse methode”	
seizoen	m ³	max. p. 24 uur m ³	m ³	max. p. 24 uur m ³
Herfst	12.448	7.938	42.136	24.696
Winter	—	—	—	—
Lente	—	—	16.758	16.758
Zomer	129.052	42.042	198.709	89.973
Totaal	± 141.500		258.000	

Afb. 13 Bemalingsgebied Lijnbaan.



Voorts is nog afgeleid:

1. het percentage van de opgevangen jaarregenval, dat overstort:
volgens methode A: 2,5 %,
volgens methode B: 4,7 %;
2. het percentage van de tijd, waarin overstorten plaatsvindt:
volgens methode A: 12.12 uur, dit is 0,047 % van de tijd,
volgens methode B: 22.18 uur, dit is 0,085 % van de tijd.

Uit het voorgaande moge blijken dat voor de jaren 1960, 1961 en 1962:

1. de Kuipersgrafiek als uitkomst geeft totaal 10 overstortingen met een hoeveelheid overstortend water van 141.500 m³;
2. de methode „gemeente Den Haag” respectievelijk 32 overstortingen en 258.000 m³ water geeft, dat wil zeggen ca. 3 x zoveel overstortingen en 2 x zoveel water dan volgens de methode onder 1.
De „Haagse methode” geeft dus $(32 - 10) = 22$ overstortingen meer en $(258.000 - 141.500) = 116.500$ m³ water meer in de genoemde drie jaren;
3. uit de „Haagse methode” zou volgen dat gedurende de dagperiode van 6 tot 20 uur de meeste overstortingen optreden;
4. uit beide methoden volgt dat de meeste overstortingen 's zomers voorkomen;
5. uit het onderzoek kan worden afgeleid, dat de opeenvolging, i.c. de overlapping van de regenbuien, alsmede de morfologie van de regenbuien een belangrijke invloed hebben op de overstortingsfrequentie en de overstortingshoeveelheden.

11. Invloed van de lengte van de regenwaarnemingsperiode en de variatie in neerslag op diverse waarnemingsstations op de overstortingsfrequentie

De door dr. ir. Kuipers tot een stippengrafiek verwerkte gegevens betreffende regenduur en regenhoeveelheid voor regens van 4 mm en groter zijn ontleend aan de waarnemingsperiode 1938 - 1948 te De Bilt.

De vraag kan nu worden gesteld of een verwerking van regengegevens over een langere waarnemingsperiode dan de genoemde tot belangrijke verschillende zou leiden.

Daartoe is uitgaande van de gegevens van het waarnemingsstation De Bilt voor de periode 1926 - 1962 en de periode 1938 - 1948 een berekening gemaakt van de overstortingsfrequentie voor een aantal combinaties van berging en overstortingsfrequentie.

In de tabellen IX en X is het resultaat van deze berekeningen samengebracht.

Uit deze samenvatting blijkt dat het gebruik van gegevens over een langere waarnemingsperiode (1926 - 1962) tot iets lagere resultaten leidt; de verschillen bedragen ruwweg 5 - 15 %.

Sedert 1955 zijn er behalve van het waarnemingsstation De Bilt ook regengegevens beschikbaar van stations te Vlissingen, Den Helder, Eelde en Zuid-Limburg (Beek). Hoewel op het moment van verwerking (1962) slechts gegevens over een 8-jarige periode van deze stations

TABEL IX - Vergelijking van berekende overstortingsfrequenties bij gegeven berging en overkapaciteit

berg-ing in mm	over- kapaciteit in mm/h	overstortingsfrequentie		verschil t.o.v. 1938 - 1948
		De Bilt 1938 - 1948	De Bilt 1926 - 1962	
6	0,6	14,6	13,7	— 6 %
6	0,8	12,3	11,5	— 6 %
6	1,0	10,5	9,5	— 9 %
6	1,2	9,0	7,9	— 12 %
6	1,4	8,1	6,6	— 18 %
7	0,6	11,0	10,6	— 4 %
7	0,8	9,4	8,8	— 6 %
7	1,0	8,1	7,2	— 11 %
7	1,2	6,9	5,9	— 15 %
7	1,4	5,9	5,0	— 15 %
8	0,6	8,6	8,3	— 3 %
8	0,8	7,4	6,7	— 9 %
8	1,0	6,3	5,4	— 14 %
8	1,2	5,5	4,6	— 16 %
8	1,4	4,7	4,0	— 15 %

ter beschikking stonden is toch gepoogd vast te stellen in hoeverre uitkomsten verkregen met behulp van de regen-cijfers te De Bilt representatief zijn voor het gehele land. Teneinde de vergelijking met De Bilt zo „zuiver” moge-lijk te houden is ook van De Bilt een stippengrafiek gemaakt voor de periode 1955 - 1962. Een berekening werd gemaakt van de overstortings-frekwentie met behulp van de gegevens De Bilt 1926 - 1962 voor een aantal combinaties van berging en over-kapaciteit, alsmede van de overkapaciteit voor een aan-tal combinaties van berging en overstortingsfrequentie. Het resultaat van deze berekeningen is in de volgende 4 tabellen samengebracht (XI, XII, XIII en XIV). Uit deze samenvatting blijkt dat voor de stations te Vlissingen, Den Helder en Eelde, globaal de kuststations, een lagere waarde wordt verkregen, terwijl Zuid-Limburg nagenoeg identiek is aan De Bilt. Het aantal in de bewerking betrokken stations is evenwel te gering om bepaalde gebieden te kunnen aanduiden, waarbinnen lagere waarden voor overstortingsfrequentie c.q. overkapaciteit zouden kunnen worden aangehouden. Anderzijds is het denkbaar dat elders hogere waarden zouden moeten worden genomen. Gebruik van de regen-

TABEL X - Vergelijking van berekende overkapaciteiten bij ge-geven berging en overstortingsfrequentie

berg-ing in mm	over- stortings- frequentie	overkapaciteit (mm/h)		verschil t.o.v. 1938 - 1948
		De Bilt 1938 - 1948	De Bilt 1926 - 1962	
6	8	1,42	1,22	— 14 %
6	9	1,19	1,10	— 8 %
6	10	1,06	0,97	— 8 %
6	12	0,83	0,76	— 8 %
6	14	0,65	0,59	— 9 %
7	7	1,19	1,04	— 13 %
7	8	1,01	0,90	— 11 %
7	9	0,84	0,79	— 6 %
7	10	0,71	0,68	— 4 %
7	12	0,50	0,48	— 4 %
8	6	1,05	0,91	— 13 %
8	7	0,87	0,77	— 11 %
8	8	0,69	0,63	— 9 %
8	9	0,55	0,53	— 4 %
8	10	0,43	0,43	— 0 %

TABEL XI - Vergelijking van berekende overstortingsfrequenties volgens De Bilt 1955 - 1962 en De Bilt 1926 - 1962, bij gegeven berging en overkapaciteit

berg-ing in mm	over- kapaciteit in mm/h	overstortingsfrequentie		verschil t.o.v. 1926 - 1962
		De Bilt 1926 - 1962	De Bilt 1955 - 1962	
6	0,6	13,7	14,25	+ 4 %
6	0,8	11,5	11,95	+ 4 %
6	1,0	9,5	9,8	+ 3 %
6	1,2	7,9	7,9	0 %
6	1,4	6,6	6,5	— 1½ %
6	1,6	5,6	5,35	— 4½ %
7	0,6	10,6	10,85	+ 3 %
7	0,8	8,8	8,75	— ½ %
7	1,0	7,2	7,05	— 2 %
7	1,2	5,9	5,65	— 5 %
7	1,4	5,0	4,5	— 10 %
7	1,6	4,3	3,75	— 12½ %
8	0,6	8,3	8,25	— ½ %
8	0,8	6,7	6,6	— 1½ %
8	1,0	5,4	5,1	— 5½ %
8	1,2	4,6	4,15	— 10 %
8	1,4	4,0	3,35	— 16 %
8	1,6	3,5	2,8	— 20 %

waarnemingen voor De Bilt voert voor zover met de thans beschikbare gegevens kan worden nagegaan, en gezien de met deze methode verkregen nauwkeurigheid tot resultaten welke voor het gehele land mogen worden toegepast.

12. Jaarlijkse verdeling en spreiding van overstortingen

De uit de kuipersgrafiek af te leiden orde van grootte van de overstortingsfrequentie, voor een bepaalde kom-binatie van berging in de riolering en overkapaciteit van het gemaal bij regen, is een gemiddelde waarde. Met andere woorden het aantal overstortingen per jaar kan zowel hoger als lager dan de gemiddelde waarde zijn. Bovendien is te verwachten dat in een wisselvallig kli-maat als het onze de overstortingen niet steeds elk jaar een regelmatig en uniform beeld zullen vertonen.

TABEL XII - Vergelijking van berekende overkapaciteiten volgens De Bilt 1955 - 1962 en De Bilt 1926 - 1962 bij gegeven berging en overstortingsfrequentie

berg-ing in mm	over- stortings- frequentie	overkapaciteit (mm/h)		verschil t.o.v. 1926 - 1962
		De Bilt 1926 - 1962	De Bilt 1955 - 1962	
6	7	1,36	1,34	— 1½ %
6	8	1,22	1,19	— 2½ %
6	9	1,10	1,09	— 1 %
6	10	0,97	0,98	+ 1 %
6	12	0,76	0,79	+ 4 %
6	14	0,59	0,63	+ 7 %
7	6	1,19	1,14	— 4 %
7	7	1,04	1,02	— 2 %
7	8	0,90	0,88	— 2 %
7	9	0,79	0,77	— 2½ %
7	10	0,68	0,68	0 %
7	12	0,48	0,50	+ 4 %
8	5	1,09	1,01	— 7 %
8	6	0,97	0,88	— 3 %
8	7	0,77	0,75	— 2½ %
8	8	0,63	0,62	— 1½ %
8	9	0,53	0,52	— 2 %
8	10	0,46	0,42	— 2½ %

TABEL XIII - *Vergelijking van berekende overstortingsfrequentie bij gegeven berging en overcapaciteit*

		overstortingsfrequentie				verschillen t.o.v. De Bilt				
bergig in mm	overcapaciteit in mm/h	De Bilt '26-'62	Vlissingen '55-'62	Den Helder '55-'62	Eelde '55-'62	Z-Limburg '55-'62	Vlissingen '55-'62	Den Helder '55-'62	Eelde '55-'62	Z-Limburg '55-'62
6	0,6	13,7	12,4	12,4	13,6	13,75	— 9 %	— 9 %	— 1 %	0 %
6	0,8	11,5	10,0	10,2	10,25	11,6	— 13 %	— 11 %	— 11 %	+ 1 %
6	1,0	9,5	9,05	8,35	8,45	9,6	— 15 %	— 12 %	— 1 %	+ 1 %
6	1,2	7,9	6,75	7,0	6,7	8,0	— 15 %	— 11 %	— 15 %	+ 1 %
6	1,4	6,6	5,9	5,8	5,4	6,85	— 11 %	— 12 %	— 18 %	+ 4 %
7	0,6	10,6	8,7	9,25	9,5	10,65	— 18 %	— 13 %	— 10 %	0 %
7	0,8	8,8	7,05	7,5	7,5	8,4	— 20 %	— 15 %	— 15 %	— 4 %
7	1,0	7,2	5,95	6,2	5,8	7,25	— 17 %	— 14 %	— 19 %	+ 1 %
7	1,2	5,9	5,3	5,25	4,75	6,0	— 10 %	— 11 %	— 19 %	+ 2 %
7	1,4	5,0	4,7	4,5	4,0	5,15	— 6 %	— 10 %	— 20 %	+ 3 %
8	0,6	8,3	6,7	7,1	7,0	8,15	— 19 %	— 14 %	— 16 %	— 2 %
8	0,88	6,7	5,6	5,7	5,55	6,7	— 16 %	— 15 %	— 17 %	0 %
8	1,0	5,4	4,9	4,8	4,5	5,5	— 9 %	— 11 %	— 17 %	+ 2 %
8	1,2	4,6	4,25	4,05	3,75	4,65	— 8 %	— 12 %	— 18 %	+ 1 %
8	1,4	4,0	3,65	3,4	3,15	4,15	— 9 %	— 15 %	— 21 %	+ 4 %

TABEL XIV - *Vergelijking van berekende overcapaciteit bij gegeven berging en overstortingsfrequentie*

		overcapaciteit in mm/h				verschillen t.o.v. De Bilt				
bergings- in mm	overstortings- frequentie	De Bilt '26-'62	Vlissingen '55-'62	Den Helder '55-'62	Eelde '55-'62	Z-Limburg '55-'62	'55-'62 Vlissingen	'55-'62 Den Helder	'55-'62 Eelde	'55-'62 Z-Limburg
6	7	1,36	1,16	1,20	1,17	1,37	— 25 %	— 12 %	— 24 %	+ 1 %
6	8	1,22	1,02	1,04	1,07	1,22	— 16 %	— 15 %	— 12 %	0 %
6	9	1,10	0,90	0,93	0,95	1,08	— 18 %	— 15 %	— 14 %	— 2 %
6	10	0,97	0,80	0,82	0,84	0,97	— 17 %	— 15 %	— 13 %	0 %
6	12	0,76	0,64	0,64	0,70	0,76	— 16 %	— 16 %	— 8 %	0 %
6	14	0,59	0,51	0,49	0,50	0,58	— 14 %	— 17 %	— 15 %	— 2 %
7	6	1,19	0,99	1,03	0,97	1,21	— 17 %	— 13 %	— 18 %	+ 2 %
7	7	1,04	0,81	0,88	0,86	1,04	— 22 %	— 15 %	— 17 %	0 %
7	8	0,90	0,68	0,74	0,76	0,90	— 24 %	— 18 %	— 15 %	0 %
7	9	0,79	0,57	0,64	0,66	0,78	— 28 %	— 19 %	— 16 %	— 1 %
7	10	0,68	0,48	0,53	0,56	0,68	— 29 %	— 22 %	— 18 %	0 %
7	12	0,48	0,33	0,37	0,40	0,48	— 31 %	— 23 %	— 17 %	0 %
8	5	1,09	0,98	0,96	0,91	1,10	— 10 %	— 12 %	— 16 %	+ 1 %
8	6	0,91	0,71	0,74	0,72	0,91	— 22 %	— 19 %	— 21 %	0 %
8	7	0,77	0,55	0,61	0,60	0,76	— 28 %	— 21 %	— 22 %	— 1 %
8	8	0,63	0,42	0,47	0,50	0,62	— 33 %	— 25 %	— 20 %	— 1 %
8	9	0,53	0,32	0,36	0,40	0,51	— 40 %	— 32 %	— 25 %	— 4 %
8	10	0,43	0,24	0,27	0,32	0,42	— 46 %	— 37 %	— 25 %	— 2 %

Teneinde na te gaan of er zich een belangrijke spreiding voordoet is voor het tijdvak 1926 tot en met 1962 van elk jaar afzonderlijk het aantal overstortingen bepaald alsmede de verdeling van de overstortingsfrequentie over de maanden.

De berekeningen hiervoor zijn verricht geheel overeenkomstig de bij de methode Kuipers behorende werkwijze.

Als resultaat van een en ander kan het volgende worden vermeld.

1. Het blijkt dat er een belangrijke spreiding is in het aantal overstortingen per jaar. Bij een berging van 7 mm en een overcapaciteit van 0,7 mm/h bedraagt het aantal overstortingen gemiddeld 9,86 per jaar. De standaardafwijking bedraagt 3,72.

In afb. 14 is de frekwentieverdeling weergegeven.

Voor andere gemiddelde jaarlijkse frekwenties krijgt men soortgelijke beelden.

Voor een uitvoerige beschrijving van een en ander, zie Water 50 (1966) no. 11, blz. 154: ir. W. O. J. Böttger en A. G. van den Herik: Overstortfrequentie.

2. De vraag dringt zich op of het aantal overstortingen is af te leiden uit de jaarlijkse neerslagcijfers. In afb. 15 is het verband weergegeven. De best aangepaste rechte lijn volgens de methode van de kleinste kwadraten heeft als vergelijking:

$$ij = 0,2717 \times - 11, 12.$$

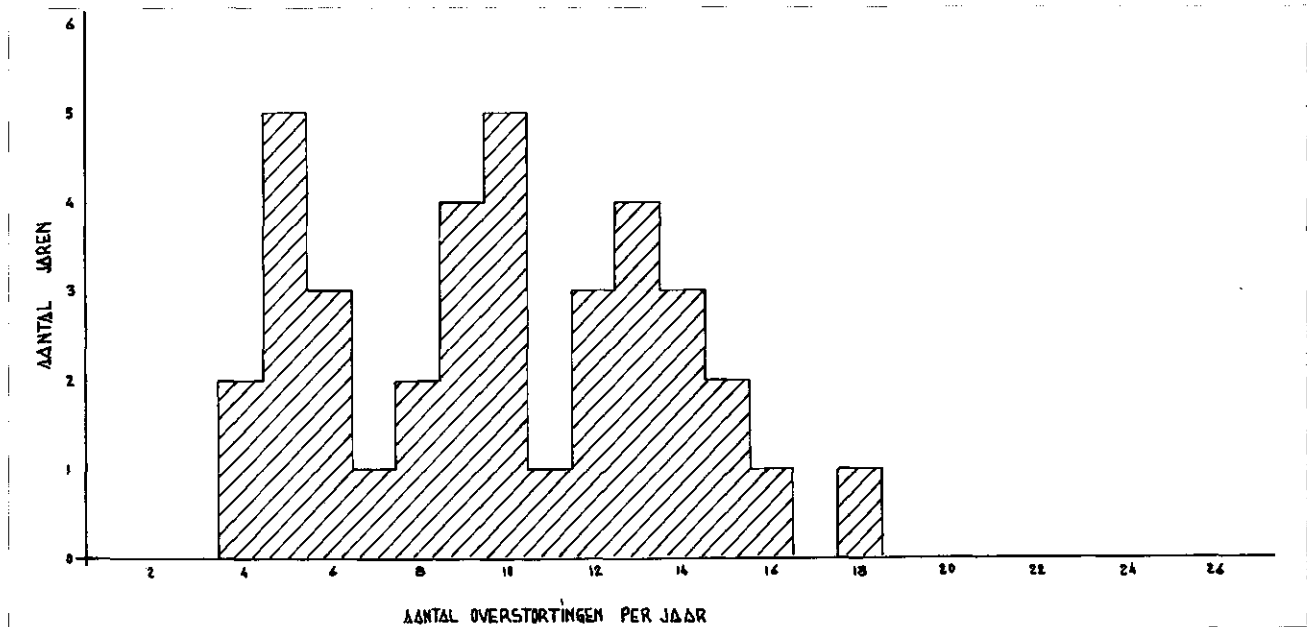
Tevens is aangegeven de lijn waaronder ca. 97 % van de overstortingen is gelegen. Het blijkt dat de spreiding groot is zodat het niet goed mogelijk blijkt uit de jaarlijkse neerslagcijfers het aantal overstortingen af te leiden.

3. De gemiddelde verdeling over het jaar wordt weergegeven in afb. 16. Het minimum in maart bedraagt 0,19; standaardafwijking 0,38. Het maximum in augustus bedraagt 1,76; standaardafwijking 1,45.

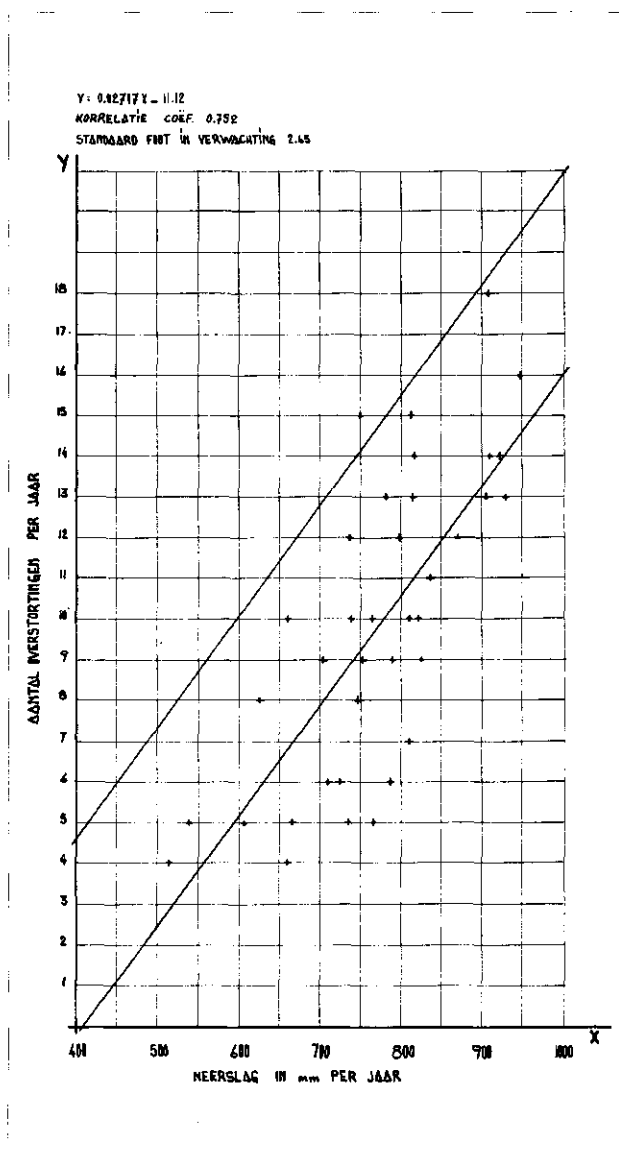
Resumerend kan worden gesteld:

Het aantal overstortingen in een jaar kan belangrijk afwijken van het gemiddelde aantal.

De verdeling van de overstortingen is niet gelijkmatig over het jaar doch vertoont een maximum in augustus en een minimum in maart.

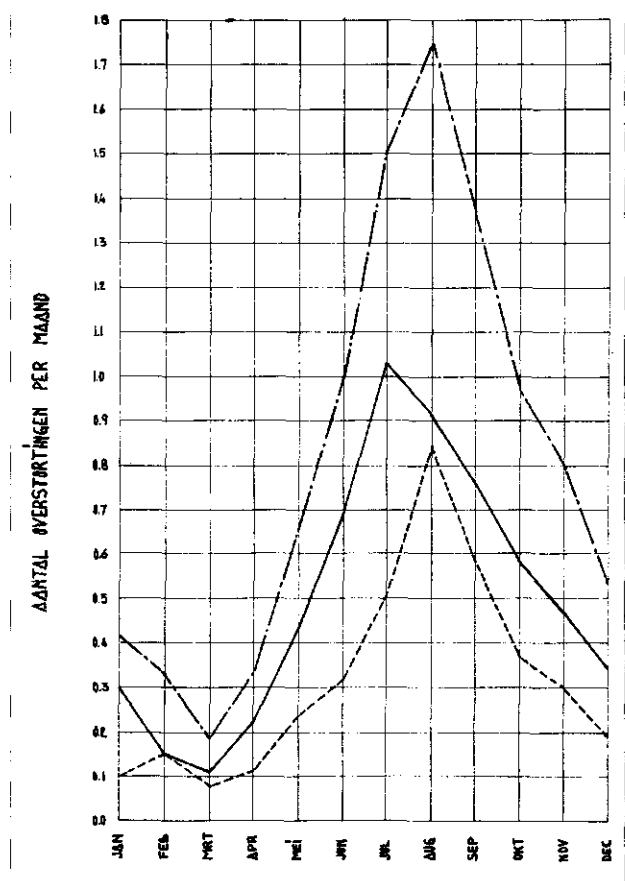


Afb. 14 - Verdeling van het aantal overstortingen per jaar over de periode 1926 - 1962 te De Bilt, bij een gemiddelde frekwentie van 10, een berging van 7 mm en een overcapaciteit van 0,7 mm/h.



◀ Afb. 15 - Verband tussen neerslaggebied en aantal overstortingen per jaar bij een berging van 7 mm en een overcapaciteit van 0,7 mm/h voor de periode 1926 - 1962 te De Bilt.

Afb. 16 - Het aantal overstortingen per maand van januari t/m december, gemiddeld per jaar over de periode 1926 - 1962 te De Bilt, in dag- en nachtbuien en bij een overcapaciteit van 0,7 mm/h en een berging van 7 mm.
Aantal overstortingen per jaar: dag (—) 6,06; nacht (-----) 3,80; totaal (— — —) 9,86, waarbij de dag is gerekend van 6.00 - 20.00 uur en de nacht van 20.00 - 6.00 uur.



13. Afzetting in riolen en het voorkomen daarvan

Afzettingen komen dikwijls voor in rioolstelsels welke geringe bodemverhangen hebben. De stroomsnelheid in deze stelsels is dan blijkbaar af en toe van dien aard dat de in het rioolwater aanwezige bezinkbare stoffen tot afzetting kunnen komen.

Voorts is het bekend dat slibstoffen, nadat zij tot bezinking zijn gekomen, bij toename van de stroomsnelheid vaak moeilijk weer worden meegevoerd.

Afhankelijk van de (gemiddelde) stroomsnelheid, de wandruwheid van de rioolbuis, de hydraulische straal en het verhang alsmede van de dichtheid, de korrelafmetingen en de kohesie van de slibstoffen zal er een groter of kleiner deel van dit materiaal in de riolering kunnen achterblijven.

In deze studie wordt nader ingegaan op de problematiek van afzettingen in riolen en de maatregelen welke kunnen worden genomen om permanente afzettingen te voorkomen.

In de rioleringstechniek wordt er veelal van uitgegaan dat om permanente afzettingen te verhinderen een gemiddelde stroomsnelheid (verder genoemd grenssnelheid) dient te worden aangehouden, bij volle of half volle buizen van $> 0,6$ à $0,9$ m/sek.

Theoretische hydraulische beschouwingen leiden echter tot het inzicht dat het materiaaltransport voor niet-kohesieve materialen voornamelijk beheerst wordt door de schuifspanning (sleepspanning) langs de natte omtrek van de buis.

In formule:

$$\tau = \rho g R I.$$

waarin τ = de schuifspanning in kgf/m^2 .

ρ = de dichtheid van het materiaal.

g = de versnelling van de zwaartekracht.

ρg = het soortelijk gewicht van het materiaal in kgf/m^3 .

R = de hydraulische straal in m.

I = het verhang.

De schuifspanning behorende bij de grenssnelheid wordt de kritische schuifspanning genoemd.

Uitgaande van een bepaalde gemiddelde stroomsnelheid als de grenssnelheid is voor een bepaalde wandruwheid voor een aantal riolprofielen het benodigde verhang berekend om afzettingen te voorkomen waarna vervolgens hieruit de schuifspanning (kritische schuifspanning) werd becijferd.

Een en ander is in tabel XV samengevat.

TABEL XV - Kritische schuifspanning bij een voor alle profielen geldende gemiddelde snelheid

diameter profiel in cm	gemiddelde snelheid in m/s	verhang I	kritische schuifspanning in kgf/m^2
15	0,6	6,3/1000	0,29
20	0,6	4,0	0,24
25	0,6	2,8	0,21
30	0,6	2,2	0,20
40	0,6	1,4	0,17
50	0,6	1,0	0,16
60	0,6	0,8	0,15

Uit de tabel blijkt, dat uitgaande van een gegeven konstante grenssnelheid geen bepaalde waarde van de kritische schuifspanning wordt gevonden. Immers de optredende schuifspanning neemt bij grotere diameter af. Hiermede wordt geïllustreerd, dat de grenssnelheid niet het juiste uitgangspunt is.

Er nu van uitgaande, dat de schuifspanning maatgevend is voor het materiaaltransport, dient de vraag te worden beantwoord, welke waarde aan de kritische schuifspanning, zijnde de schuifspanning waarbij sedimenttransport in de riolering optreedt, zou moeten worden toegekend. Hiervoor en met name voor rioolwater en rioolslib, staan weinig gegevens ter beschikking. Hierbij komt nog, dat bij rioolslib vermoedelijk kohesie een rol speelt. Over de invloed van de kohesie zijn weinig gegevens bekend. Om de grootte van de kritische schuifspanning te kunnen bepalen, is van de volgende gegevens gebruik gemaakt.

a. Literatuur

Uit de literatuur zijn onder andere over open waterlopen, een aantal diagrammen bekend die de schuifspanning geven als functie van de korrelgrootte (Shields, Lane e.d.). Het betreft hier niet-kohesieve materialen. Men zou bij een grootste korreldiameter van ca. 3 mm volgens deze diagrammen tot een kritische schuifspanning van $0,25 \text{ kgf/m}^2$ kunnen konkluderen. Hierbij is echter de invloed van de ruwheid van de buiswand buiten beschouwing gebleven. Bij een zeer gladde wand kan men zich voorstellen, dat de afgezette materialen in hun geheel langs de wand glijden, waarbij niet meer de ruwheid van het afgezette materiaal doch de ruwheid van de wand maatgevend zou worden en de kritische schuifspanning lager zou kunnen worden.

b. Laboratoriumproeven

Er is een enkel laboratoriumonderzoek bekend, waarbij rioolslibhoudend water is gebruikt, echter in een open waterloop. De in dit geval becijferde kritische schuifspanning bedroeg $0,23 \text{ kgf/m}^2$. Hier is automatisch rekening gehouden met de kohesie.

c. Russische voorschriften voor riolen

Hieruit is afgeleid, dat de waarde van de kritische schuifspanning op $0,25 - 0,30 \text{ kgf/m}^2$ kan worden gesteld. Dit cijfer dient als zeer voorlopig te worden beschouwd. Het moet daarom ook met groot voorbehoud worden gehanteerd. Hierbij moet worden opgemerkt, dat zoals reeds is vermeld, er onvoldoende inzicht in het vraagstuk van de kohesie bestaat.

Bij de laboratoriumproeven bleek, dat de tijd gedurende welke een schuifspanning optrad, van belang was voor het wegspoelen van de afzettingen. Nader zal hierop nog worden teruggekomen.

Daar de Russische voorschriften voor riolen zijn opgesteld, is het aantrekkelijk deze aan een nadere beschouwing te onderwerpen.

Deze voorschriften geven voor verschillende buisdiameters de vereiste minimale gemiddelde snelheden.

Met dit gegeven is voor een aantal riolprofielen het

TABEL XVI - Kritische schuifspanning bij voor ieder profiel gegeven gemiddelde snelheid

diameter profiel in cm	grenssnelheid in m/s	verhang I	kritische schuifspanning in kgf/m ²
15	0,6	8,15/1000	0,30
25	0,7	4,55	0,29
30	0,75	3,9	0,29
40	0,8	3,0	0,30
50	0,85	2,4	0,30
60	0,9	2,05	0,31
80	1,0	1,6	0,32
90	1,05	1,45	0,33
120	1,15	1,15	0,34
150	1,2	0,95	0,35

noodzakelijke verhang berekend en vervolgens de kritische schuifspanning.

Tabel XVI is hier een samenvatting van.

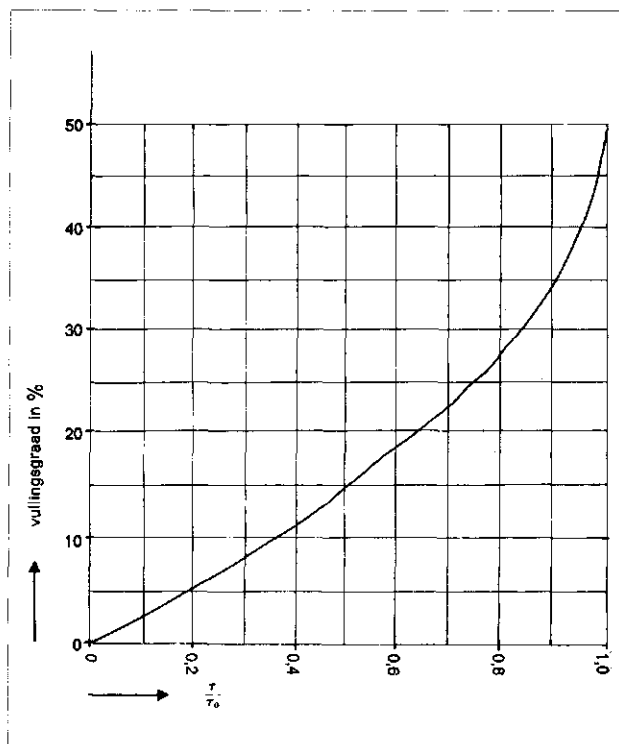
Het blijkt, dat de kritische schuifspanning een vrijwel konstante waarde heeft.

Men zou geneigd zijn te veronderstellen, dat bij het opstellen van deze voorschriften, met name bij de bepalingen inzake de minimale snelheden de kritische schuifspanning als procesbeheersende faktor gehanteerd is.

In het voorgaande is steeds uitgegaan van een volle buis, hierbij is de schuifspanning t.p.v. de bodem gelijk aan de gemiddelde schuifspanning.

Bij een gedeeltelijk gevulde buis ligt dit anders. Zoals uit afbeelding 17 kan worden afgelezen is τ/τ_0 , zijnde de verhouding van de grootste schuifspanning τ bij de bodem tot de gemiddelde schuifspanning bij volle buis τ_0 , variabel en afhankelijk van de vullingsgraad.

Afb. 17 - Verhouding grootste schuifspanning bij de bodem tot gemiddelde schuifspanning bij volle buis als functie van de vullingsgraad.



Is bijv. de vullingsgraad 25 %, dan is $\tau/\tau_0 = 0,75$ zodat, bij een vereiste minimale schuifspanning van 0,30 kgf/m² bij deze vulling, de schuifspanning bij een volle buis: 0,30 — kgf/m² = 0,40 kgf/m² bedraagt. 0,75

Buiten beschouwing moest blijven, de invloed van het afgezette materiaal op de verdeling van de schuifspanning. Verwacht mag worden, dat die invloed ten gunste werkt, zodat de werkelijk optredende schuifspanningen groter zijn dan hier aangenomen.

Uit de gegeven beschouwing blijkt, dat de keuze van de rioelhellingen afhankelijk is van:

- de kritische schuifspanning;
- de vullingsgraad;
- de tijdsduur dat een schuifspanning voorkomt.

Is de keuze van de kritische schuifspanning al moeilijk, de keuze van de beide andere factoren is haast onmogelijk, daar hierover nauwelijks gegevens bekend zijn. In een riool zijn in principe alle vullingsgraden mogelijk. Het ligt voor de hand een vullingsgraad te kiezen die ofwel gedurende een groot deel van de dag voorkomt, ofwel een waarbij het riool met misschien een geringe jaarlijkse frekwentie wordt schoongespoeld.

Bij een riool voor uitsluitend droogweerafvoer zou men bijvoorbeeld een vullingsgraad kunnen kiezen overeenkomende met een afvoer welke een aantal uren per dag niet lager wordt dan een bepaalde waarde.

Bij een regenriool, waar de afvoeren sterk wisselen, zou men van grotere vullingen kunnen uitgaan.

Opgemerkt dient te worden dat zich waarschijnlijk in een dwa-riool meer slib en minder zand zal bevinden dan bij een regenriool. Dit verschil kan van belang zijn daar van kohesieve materialen weinig bekend is en in de literatuur veelal zandige materialen in het geding zijn. Bij een gemengd riool zal men misschien eveneens van grotere vullingen uitgaan, die dan echter slechts een gering aantal malen per jaar voorkomen (overstortingsfrekwentie).

Met deze geringe frekwentie wordt dan het riool schoongespoeld. Immers, alleen tijdens overstorten zullen snelheden van betekenis optreden. Een en ander brengt een groot slibgehalte in het overstortende water met zich. Bovenstaande situaties zijn gegevens om te illustreren dat de frekwentie in ogenschouw zou moeten worden genomen, waarmee een zekere vullingsgraad wordt bereikt of overschreden.

Berekend men, uitgaande van een kritische schuifspanning $\tau = \rho g R I = 0,30$ kgf/m² voor een aantal buisprofielen het minimaal benodigde verhang bij een vul-

TABEL XVII - Bodemverhang bij een vullingspercentage van 50.

diameter profiel in cm	verhang I	$V_{vol} = V_{50\%}$ in m/s
30	1 : 250	0,77
40	1 : 335	0,82
50	1 : 415	0,88
60	1 : 500	0,91
70	1 : 585	0,94
80	1 : 665	0,98
90	1 : 750	1,00
100	1 : 835	1,02
125	1 : 1040	1,08
150	1 : 1250	1,10

TABEL XVIII - Bodemverhang bij een vullingspercentage van 30.

diameter profiel in cm	verhang I	V vol in m/s	V 30 % in m/s
30	1 : 215	0,83	0,64
40	1 : 285	0,89	0,69
50	1 : 355	0,95	0,73
60	1 : 425	0,98	0,76
70	1 : 500	1,02	0,79
80	1 : 570	1,06	0,82
90	1 : 640	1,08	0,83
100	1 : 710	1,10	0,85
125	1 : 885	1,15	0,88
150	1 : 1065	1,20	0,93

N.B. Voor een vulling van 30 % wordt de schuifspanning bij een volle buis (zie afb. 17).

$$\frac{0,30 \text{ kgf/m}^2}{0,85} = 0,353 \text{ kgf/m}^2.$$

TABEL XIX - Bodemverhang bij een vullingspercentage van 5.

diameter profiel in cm	verhang I	V vol in m/s	V 5 % in m/s
30	1 : 45	1,79	0,41
40	1 : 60	1,94	0,43
50	1 : 75	2,06	0,47
60	1 : 90	2,14	0,48
70	1 : 105	2,22	0,50
80	1 : 120	2,27	0,52
90	1 : 135	2,37	0,53
100	1 : 150	2,39	0,54
125	1 : 185	2,50	0,57
150	1 : 225	2,60	0,58

N.B. Voor een vulling van 5 % wordt een schuifspanning bij een volle buis (zie afb. 17).

$$\frac{0,30 \text{ kgf/m}^2}{0,18} = 1,67 \text{ kgf/m}^2.$$

ling van respectievelijk 50, 30 en 5 % dan krijgt men het volgende beeld (tabel XVII, XVIII en XIX).

Wanneer men de gevonden bodemhellingen beschouwt, dan blijken deze vooral bij kleine vulling steil te moeten zijn en nog al wat steiler dan in de Nederlandse rioleeringspraktijk gebruikelijk is.

Wil men de steilere hellingen toepassen, dan heeft dit als konsekwentie dat of meer tussengemalen moeten worden gebouwd dan thans gebruikelijk is, of diepere ingravingen moeten worden gemaakt. Een en ander brengt een verhoging van de aanlegkosten van de rioleering met zich mede.

Bij de hier te lande als normaal toegepaste afschotten, 1 : 500 voor de kleine tot 1 : 2500 voor de grote profielen wordt bij geheel gevulde buizen een schuifspanning gevonden van 0,15 - 0,20 kgf/m², waarbij afzettingen in de riolen kunnen worden verwacht.

In de praktijk worden hiervan echter geen grote moeilijkheden ondervonden. Het is echter niet bekend in hoeverre daardoor juist het overstorten van bezonken slib wordt veroorzaakt.

Neemt men aan dat de kritische schuifspanning een betere maat is dan de gemiddelde snelheid, dan nog blijft er een groot aantal vragen onbeantwoord, deze betreffen onder meer:

a. de waarde van de kritische schuifspanning;

b. de werkelijk in de riolering optredende maatgevende vullingspercentages, alsmede de frekwentie en duur daarvan;

c. de vervuiling in de riolen.

Deze vragen zullen alleen dan kunnen worden beantwoord, indien de waarde van de schuifspanning door theorie en onderzoek wordt getoetst en meer waarnemingen in rioolstelsels worden verricht.

14. Het verontreinigend vermogen van overstortend rioolwater in relatie tot de overstortingsfrekwentie

Het voorkomen van slijkdelen in overstortend afvalwater wordt in vele artikelen reeds vermeld. Welke de kwantitatieve betekenis is van met het slijkdelen belast afvalwater voor het oppervlaktewater, is nog maar weinig onderzocht.

In dit onderzoek is door berekening nagegaan, de invloed van overstortingen uitgedrukt in BOD.

Het zou vanzelfsprekend mogelijk zijn voor de concentratie en voor de hoeveelheid afgevoerde afvalstoffen een andere parameter dan de BOD te gebruiken.

Om de berekeningen te kunnen uitvoeren moesten een groot aantal vooronderstellingen worden gedaan. Voor een gedeelte zijn deze reëel en gebruikelijk bij de projectering van rioleringen, voor een ander deel werden ze zo goed mogelijk benaderd met recente gegevens van metingen. Desalniettemin dient vooropgesteld te worden, dat de verkregen waarden geen absolute, maar slechts een relatieve betekenis hebben en duidelijk moeten worden gezien in relatie tot de gestelde supposities.

De betrekkelijkheid van de gevonden waarden kan niet voldoende worden beklemtoond.

Voor de uitwerking van de berekeningsopzet werd de in tabel XX onder de letters a tot en met o vermelde nomenclatuur gebruikt. De gekozen berekeningsgrondslagen zijn in de tweede kolom van de tabel aangegeven, terwijl de dimensies in de derde kolom zijn vermeld. Voor de toelichting van deze grondslagen, alsmede van een meer genuanceerde behandeling van het hier besproken vraagstuk zij verwezen naar de publikatie in H₂O 1 (1968) no. 8.

In de berekeningsopzet werd gebruik gemaakt van de volgende formuleringen:

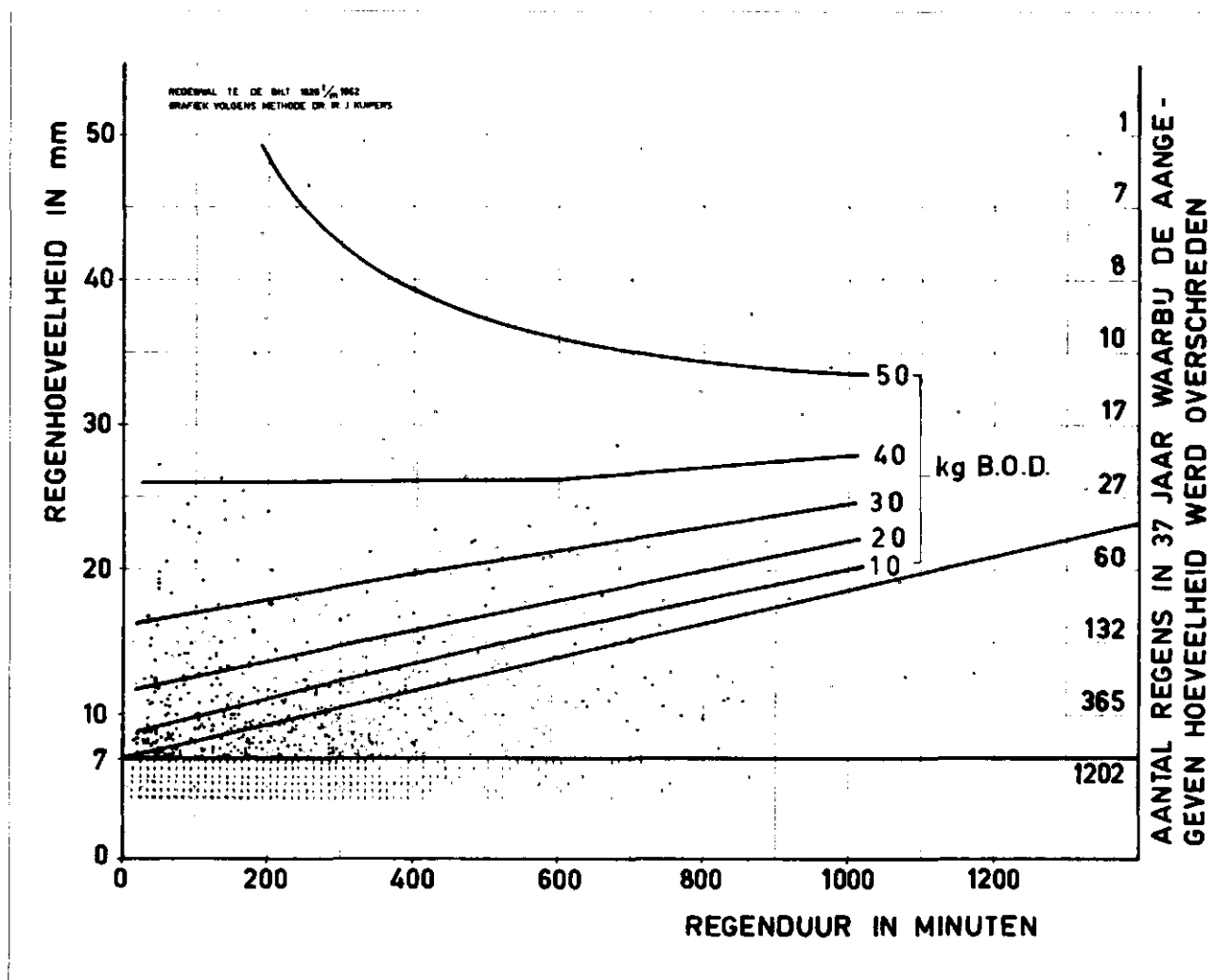
1. overstortende hoeveelheid rioolwater per bui van m mm
m — (B + Pok · Tr) mm

2. overstortende hoeveelheid per overstort
$$\frac{m - (B + Pok \cdot Tr)}{c} \text{ m}^3$$

3. overstortingsduur
$$\frac{(m - B + Pok \cdot Tr)}{c} \text{ min.}$$

4. overstortingsintensiteit
$$\frac{(m - Pok \cdot Tr)}{cTr} \text{ m}^3/\text{min.}$$

5. hoeveelheid overstortende BOD (afkomstig van bezonken slijk)
$$\frac{m - (B + Pok \cdot Tr)}{m} \cdot \frac{G \cdot s}{g} \text{ kg/overstort}$$



Afb. 18 - ISO-BOD-lijnen, berging 7 mm, overkapaciteit 0,7 mm/h.

De overstorting van BOD is dus minder afhankelijk van de duur van de bui, dan van de intensiteit van de overstorting.

Door het trekken van iso-BOD-lijnen is het nu mogelijk geworden, telkens het aantal buien te tellen, dat aanleiding geeft tot overstorting van een hoeveelheid BOD van 0 tot 10 kg, van 10 tot 20 kg enz.

Deling van de verkregen waarden door 37 — het aantal jaren, waarin gegevens over de regenval in de kuipersgrafiek werden bijeengebracht — levert het aantal malen op, de frekwentie, dat per jaar overstorting uit de riolering (per overstort per 1.000 inw. enz.) van een bepaalde hoeveelheid BOD plaats vindt. Deze frekwentie is met partiële overstortingsfrekwentie aangeduid. Aan elke „partiële” overstortingsfrekwentie is dus een gewicht te geven, namelijk de hoeveelheid BOD, die in orde van grootte tot overstorting komt.

Een zelfde berekening zou ook uitgevoerd kunnen worden voor bijvoorbeeld de hoeveelheid droge stof. Het is duidelijk, dat de som van de partiële frekwenties de totale overstortingsfrekwentie oplevert. Om onderscheid te maken tussen beide grootheden zal de laatste met „gesommeerde” overstortingsfrekwentie worden aangeduid.

Op dezelfde wijze als in afb. 18 aangegeven, zijn nog

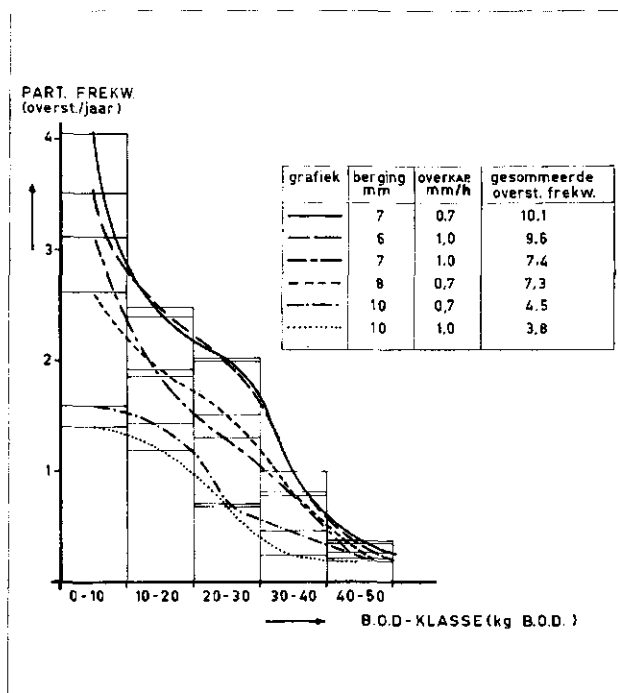
een aantal gevallen berekend. In afb. 19 werden de resultaten van de verschillende berekeningen verzameld.

In deze grafiek is te vergelijken, hoeveel malen partiële overstortingen bij verschillende rioleringsobjecten plaats vinden, als berging en overkapaciteit worden gevarieerd. Werd in de rioleringstechniek wegens ongeveer gelijke „gesommeerde overstortingsfrekwentie” een project van berging 6 mm, overkapaciteit 1,0 mm/h en van berging 7 mm, overkapaciteit 0,7 mm/h reeds gelijkwaardig geacht, het is treffend, hoe ook de partiële frekwenties van beide projecten overeenstemmen. Het resultaat is aldus te lezen. Van de gemiddelde gesommeerde overstortingsfrekwentie van ongeveer 10 overstortingen per jaar, hebben gemiddeld (en bij de veronderstelde basisgegevens) 3,5 - 4 overstortingen plaats, die 0 - 10 kg BOD op de oppervlaktewater brengen, 2,5 van 10 - 20, ongeveer 2 van 20 - 30, ca. 1 van 30 - 40 en ca. 0,35 van 40 en 50 kg BOD.

Een overstorting van 40 - 50 kg BOD heeft in het veronderstelde geval dus gemiddeld ongeveer eens in de drie jaar plaats.

Voor enkele gevallen werden ook berekeningen uitgevoerd in de veronderstelling, dat niet 10 % maar 20 % van de inwonerekwivalent per etmaal in het riool achterblijft.

Om de invloed van de verschillende variabelen op de



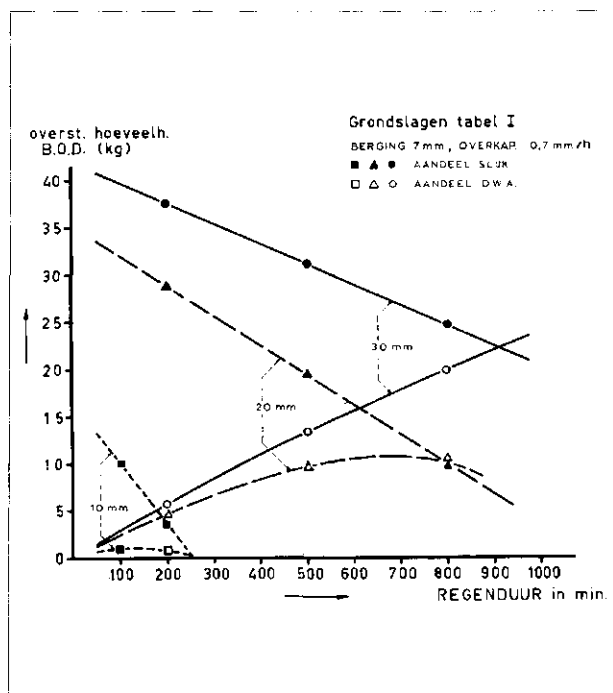
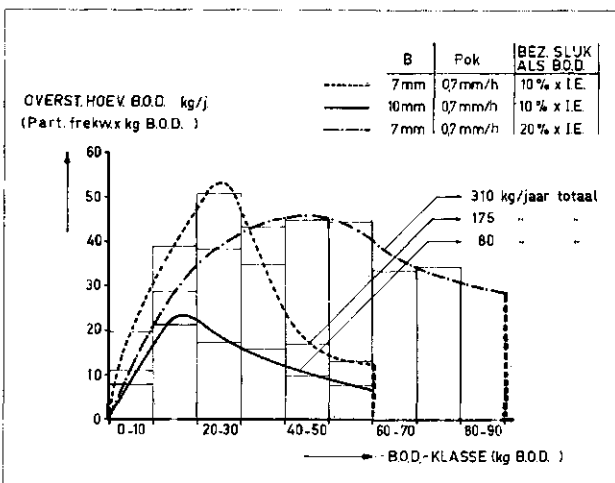
Afb. 19 - Partiele frekwenties van overstortingen per jaar in relatie tot de overstortende hoeveelheid BOD.

overstortende hoeveelheid slijk te kunnen vergelijken, werden berekeningen uitgevoerd over de overstortende hoeveelheden per jaar bij verschillende projecten.

In afb. 20 zijn de resultaten van deze berekeningen samengevat. De overstortende hoeveelheid BOD per BOD-klasse werd berekend in kg per jaar voor de volgende combinaties van berging en overkapaciteit en in een histogram uitgezet.

berging	overkapaciteit	gesommeerde overstortings-frekwentie	slijkbezinking
10 mm	0,7 mm/h	4,5	10 % IE
7 mm	0,7 mm/h	10,1	10 % IE
7 mm	0,7 mm/h	10,1	20 % IE

Afb. 20 - Vergelijking van de totale hoeveelheid overstortende BOD per BOD-klasse in kg/jaar bij verschillende rioleringsprojecten.



Afb. 21 - Vergelijking overstortende hoeveelheid BOD als slijk en als dwa bij verschillende regenhoeveelheden.

Deze hoeveelheden bedragen voor de drie gevallen successievelijk per jaar 80 kg, 175 kg en 310 kg BOD of uitgedrukt in % van de jaarlijkse BOD-productie van 1.000 inw. (54 kg/etm.) resp. 0,4 %, 0,9 % en 1,6 %. Voor een betere beoordeling van de invloed van de slijk-hoeveelheid op het verontreinigend vermogen van het overstortende water is het tenslotte nog nuttig het slijk-aandeel en het dwa-aandeel van deze overstort naast elkaar te plaatsen. In afb. 21 is dit voor buien van verschillende grootte uitgewerkt. De afbeelding behoeft geen nadere toelichting.

Uit de hier gegeven kalkulaties blijkt, dat de kwaliteit van het overstortende water door een aantal factoren wordt bepaald, te weten:

- het aantal overstorten per 1.000 inw.;
- het verharde oppervlak per inw.;
- de totale nuttige berging;
- de overkapaciteit;
- de bezinking van slijkstoffen in de riolering over een zekere periode van droog weer;
- de regenhoeveelheid;
- de regenduur.

Het behoeft geen nader betoog, dat het resultaat van een berekening, waarin deze factoren elk voor zich als variabele voorkomen, geen absolute betekenis heeft. Het heeft bij voorzichtige keuze van de onderscheidene parameters alleen relatieve waarde.

Het behoeft ook geen nadere toelichting, dat een berekende kwantiteit voor een overstorting wijzigingen ondergaat, als een der parameters anders wordt gekozen. Bij de voor de berekening gebezigde factoren zijn er een aantal, die tijdens het ontwerpstadium van de riolering gekozen kunnen worden. Eventuele nadelige invloeden kunnen hierdoor in enige mate of geheel in de hand worden gehouden.

Tot deze factoren behoren:

- het aantal overstorten per 1.000 inw.;
- het verharde oppervlak per inw.;
- de totale nuttige berging;
- de overcapaciteit.

De natuurlijke variabelen regenhoeveelheid en regenduur zijn als zodanig niet te wijzigen.

De faktor „bezinking van slijkstoffen” tenslotte is gebonden aan de projekteringsnormen van het rioleringsstelsel. Naar is gebleken, heeft slijk grote invloed op de hoedanigheid van het overstortende water. Zou geen overstorting van slijk plaats vinden, dan zou in het algemeen — en dit blijkt ook uit het feit, dat in de praktijk veelal geen grote hinder van overstortend water wordt ondervonden — de overstorting van dwa binnen aanvaardbare normen liggen.

Voor de techniek van het rioleren verdient het daarom aanbeveling, na te gaan, of door technische maatregelen de bezinking van slijk in de riolering niet is terug te brengen.

Daarbij wordt gedacht aan grotere hellingen van een stelsel in een vlak gebied, maar ook aan korrekties bij de inspektieputten. Eventueel te nemen maatregelen zullen financiële konsekventies met zich mede brengen.

Deze staan uiteraard buiten de discussie van deze meer theoretische beschouwingen.

15. Zuurstofhuishouding, hygiëne en overstortingsfrequentie

Bij deze keuze van het lozingspunt van effluënten van zuiveringsinstallaties iegt de hygiënische overweging een belangrijk gewicht in de schaal. Immers steeds wordt de voorkeur gegeven aan een situering, waarin het lozingspunt benedenstrooms van een gerioleerde stad of kern is geprojecteerd. Een bovenstroomse afvoer wordt veelal niet aanvaardbaar geacht op hygiënische gronden.

Is het hygiënisch motief nu ook voor de overstortingsfrequentie van belang?

Algemeen geldt, dat een beperking van de overstortingsfrequentie tot doel heeft de kwaliteit van het oppervlaktewater, die vooral door de volgende factoren wordt bepaald, te beschermen:

- de belasting van in het afvalwater voorkomende zuurstofonttrekkende stoffen, waaronder slijkstoffen;
- de belasting met organismen van faecale herkomst.

Uit het vermelde in de voorgaande studie is af te leiden, dat de gevolgen van overstortingen voor de zuurstofhuishouding in hoofdzaak door de partiële frequentie kunnen worden beschreven, terwijl het hygiënisch aspect daarentegen wordt bepaald door de gesommeerde frequentie, tot dusver genoemd de overstortingsfrequentie.

Bovendien kan worden gekonkludeerd, dat het vooral het hygiënisch aspect is, dat de beperkende faktor is voor de overstortingsfrequentie. Dit is als volgt toe te lichten.

Tot nu toe werd bij de vaststelling van de overstortingsfrequentie niet een scherp onderscheid tussen beide beoordelingsfactoren gemaakt; ze werden bij de motivering door elkaar gebruikt.

Uit het onderzoek in deelstudie 14 is echter gebleken, dat het standpunt niet houdbaar is; de zuurstofhuishouding is afhankelijk van de kwantiteit aan overstortende BOD, terwijl het hygiënisch aspect door het aantal over-

storten wordt bepaald. Beide factoren dienen bij de beoordeling van een overstortingsfrequentie te worden gebruikt. Zou namelijk de zuurstofhuishouding als enige maatstaf worden gehanteerd, dan zou de gesommeerde overstortingsfrequentie zijn betekenis hebben verloren. De berekeningen tonen namelijk aan, dat ten gevolge van enkele „natuurlijke buien”, bij een bepaalde dimensionering van de riolering enz. (afb. 19) overstortingen van 40 - 50 kg BOD kunnen voorkomen.

Voor de zuurstofhuishouding is deze maximale hoeveelheid bepalend. Het doet er daarbij niet toe, of een zodanige overstorting eens per 5 jaar, dan wel eens per jaar voorkomt.

Uitsluitend vanuit het standpunt van de zuurstofhuishouding bezien, zou dit betekenen, dat het aantal overstortingen van kleine hoeveelheden BOD „praktisch ongelimiteerd” zou mogen zijn.

Het leidt geen twijfel, dat hiermede een grote stap terug zou worden gedaan in de doelstellingen van de riolerings-techniek.

In bakteriologisch opzicht bestaat er voor de kwaliteit van het oppervlaktewater weinig verschil tussen lozingen van grotere of van kleinere hoeveelheden afvalwater.

Bepalend is, zoals reeds werd opgemerkt, het aantal malen — de „gesommeerde overstortingsfrequentie” — dat het oppervlaktewater met afvalstoffen wordt belast. Een aantal overstortingen van 20 maal per jaar moet in vergelijking met een aantal van 10 maal per jaar als twee maal zo ernstig worden gezien.

Deze beschouwingen voeren tot de konklusie, dat voor de beoordeling van de overstortingsfrequentie beide parameters gebruikt moeten worden, maar dat de beperking van het aantal overstortingen in hoge mate wordt bepaald door het hygiënisch motief.

16. De problemen bij het opstellen van een vergunning ten behoeve van de lozing van overstortwater afkomstig uit gemeentelijke rioleringen

Werden in de voorgaande hoofdstukken zuiver technische problemen behandeld met betrekking tot riolering en waterverontreiniging, in deze studie is de mogelijkheid onderzocht om tot een model lozingsvergunning te geraken *).

Uitgangspunt voor de studie vormden in eerste instantie die vergunningen, die op basis van waterschapsreglementen en/of keuren aan gemeenten kunnen worden afgegeven voor het hebben etc. van overstorten van waaruit met regenwater verdund rioolwater uit de gemeentelijke riolering op de watergangen van een waterschap wordt gebracht.

Gezien de vele juridische aspecten, die samenhangen met de onderhavige materie is bij de studie juridische bijstand

*) Het rapport van de subgroep lozingsvergunningen werd uitgebracht op een tijdstip dat de tekst van de Wet Verontreiniging Oppervlaktewateren (WVO) nog niet vast stond. Daarom is bij het schrijven van dit hoofdstuk met deze wet geen rekening gehouden. Vergunningen voor overstortwater zullen in de toekomst in het algemeen moeten worden gegeven door de kwaliteitsbeheerders van het oppervlakte water. De aanhef van de vergunning zal in zoverre wijzigen dat de redactie van de bepaling waarvoor ontheffing wordt verleend anders zal gaan luiden. Of, en zo ja in hoeverre de kosten van een onderzoek, dat in opdracht van een bestuur van een kwaliteitsbeheerder wordt uitgevoerd, kunnen worden verhaald op de vergunninghouder zal nog moeten blijken. Een voorwaarde betreffende toegang tot de werken kan achterwege blijven omdat dit reeds in artikel 25 van de WVO is geregeld.

gezocht en verkregen vanwege de Vereniging van Nederlandse Gemeenten en de Unie van Waterschapsbonden. Het opstellen van een algemeen model voor een lozingsvergunning voor overstorten in de rioleringen die gehanteerd zou kunnen worden voor het lozen van rioolwater op oppervlaktewater in beheer bij een waterschap, bleek geen eenvoudige taak te zijn.

Ten eerste vinden de lozingen plaats onder zeer uiteenlopende omstandigheden. Zowel de samenstelling van het afvalwater als de mogelijkheden, die het ontvangende water heeft om dit afvalwater door middel van zelfreiniging te verwerken, variëren van plaats tot plaats. Uiteraard speelt ook de bestemming van het ontvangende water een grote rol.

Daarenboven vertonen de diverse keuren, reglementen en/of provinciale verordeningen onderlinge verschillen in de juridische mogelijkheden ten aanzien van het stellen der voorwaarden.

Al deze factoren noodzaken tot het stellen van lozingsvoorwaarden, die in sterke mate zijn afgestemd op de plaatselijke omstandigheden.

Een algemeen geldend model lozingsvergunning is dan ook gelet op het vorenstaande niet op te stellen.

Toch werd het wenselijk geacht de studie af te sluiten met het geven van enige beschouwingen omtrent een dergelijke lozingsvergunning.

Vooropgesteld moet worden, dat:

- a. onderling overleg tussen gemeente en waterbeheerder vanaf de eerste aanvang der plannen noodzakelijk is;
- b. bij het overleg direkt deskundigen dienen te worden betrokken.

Voorts verdient het aanbeveling dat het waterschap de gemeente in voorkomende gevallen er tijdig op attent maakt dat een vergunning niet eerder zal worden verstrekt, alvorens een gemeentelijke verordening van kracht is, die de gemeente in staat stelt om aan bedrijven voorwaarden op te leggen tot zuivering van hun afvalwater — tot bepaalde graad — alvorens dit op de riolering te mogen lozen.

Hierdoor heeft het waterschap namelijk de waarborg, dat de gemeente de mogelijkheid heeft eventuele waterschapseisen ten aanzien van de samenstelling van het overstortwater naar de betreffende industrie door te spelen.

Vanzelfsprekend dient bij het verlenen van een lozingsvergunning aan de rechtszekerheid van de vergunninghouder de nodige aandacht te worden geschonken.

Van groot belang zijn hierbij de mogelijkheden om in beroep te komen tegen de vergunningsvoorwaarden gemeenlijk in eerste instantie bij Gedeputeerde Staten van de betrokken provincie en vervolgens bij de Kroon.

Ook staat in veel gevallen deze beroepsmogelijkheid open wanneer het waterschapsbestuur op een later tijdstip aanvullende voorwaarden stelt.

Zoals reeds in het voorafgaande is gesteld, zijn er diverse reglementen, keuren en verordeningen op grond waarvan een vergunning tot het lozen van afvalwater is vereist. Een veel voorkomende bepaling is het verbod tot het middellijk of onmiddellijk lozen in watergangen in beheer bij het waterschap van faecaliën of andere onreine stoffen, straatvuil, menagewater, fabriekswater of ander verontreinigd water of andere vloeistoffen.

Van dit verbod kan het dagelijks bestuur veelal ontheffing verlenen.

Aan die ontheffing kunnen voorwaarden worden verbonden.

In de aanhef van een ontheffing wordt in de regel van de bepalingen waarop zij steunt, vermelding gemaakt. Voorts is het gebruikelijk in de aanhef te vermelden wat de aanleiding is tot het verlenen van de ontheffing. Dit kan bijvoorbeeld zijn een verzoek tot het verlenen van een ontheffing van het College van Burgemeester en Wethouders.

Tevens worden in de aanhef de overwegingen vermeld, die aan het verlenen van de betreffende ontheffing ten grondslag liggen.

Tenslotte wordt de vergunninghouder nog met name genoemd. Ter informatie van de vergunninghouder wordt eveneens vermeld dat de vergunning is verleend tot wederopzegging en behoudens rechten van derden.

De clause „behoudens rechten van derden” geeft aan dat er mogelijk ook nog anderen zijn, met wier rechten rekening zal dienen te worden gehouden.

Wanneer de watergangen waarop wordt geloosd ook nog eigendom van het waterschap zijn, zal er naast de publiekrechtelijke ontheffing eveneens nog een privaatrechtelijke toestemming benodigd kunnen zijn.

Ook is het denkbaar dat van andere overheden eveneens publiekrechtelijke vergunningen, betrekking hebbende op de lozing, benodigd zijn.

In sommige gevallen zal nog vermeld worden, dat de vergunning verleend is onder intrekking van alle voorgaande lozingsvergunningen.

Een aanhef kan bijvoorbeeld luiden:

Het dagelijks bestuur van het waterschap nader te noemen het bestuur, kennis genomen hebbende van het verzoek van het College van Burgemeester en Wethouders van de gemeente, gedaan bij schrijven d.d. onder no., tot het verkrijgen van een vergunning tot het mogen lozen van rioolwater door middel van overstorten op enige waterleidingen in beheer bij het waterschap, overwegende dat tegen het verlenen van de gevraagde vergunning geen overwegende bezwaren bestaan, mits de hierbij gestelde en onderstaand genoemde voorwaarden worden nagekomen; gelet op de artikel van de keur van het waterschap;

besluit

I. aan de gemeente, hierna te noemen de gemeente en aan haar rechtverkrijgende, behoudens rechten van derden tot wederopzegging ingevolge art. ontheffing te verlenen van de in artikel van de keur van het waterschap gestelde verbodsbepaling inzake het middellijk of onmiddellijk in watergangen in beheer bij het waterschap lozen van faecaliën of andere onreine stoffen, straatvuil, menagewater, fabriekswater of ander verontreinigd water, of andere vloeistoffen, door middel van overstorten, zulks onder de navolgende voorwaarden:

Na de aanhef van de vergunning worden de voorwaarden opgesteld waaronder ontheffing van het verbod wordt verleend. De voorwaarden mogen niet verder strekken dan ter bescherming van de belangen waartoe het vereiste van de vergunning is gesteld.

De voorwaarden worden veelal in artikelen vastgelegd.

Hierdoor kunnen achtereenvolgens bijvoorbeeld aan de orde worden gesteld:

plaats van lozing,
overstortingsfrequentie,
kwaliteit van het te lozen rioolwater,
kontrolle op de naleving van de voorwaarden,
hoeveelheden over te storten rioolwater en dergelijke.

Met betrekking tot deze aspecten is het volgende op te merken.

Plaats van lozing, rioleringsplan en dergelijke.

Het vastleggen van de plaatsen van lozing is noodzakelijk. Bij de beoordeling van de situatie van een overstort is namelijk van belang zowel de plaats van de overstort in het rioolstelsel als de plaats ten opzichte van het ontvangende water.

De nadelige invloed zal bijvoorbeeld groter kunnen zijn, naarmate de watergang waarop wordt geloosd kleiner is, ook zal het bijvoorbeeld van overwegend belang kunnen zijn, of de ontvangende watergang tevens een watergang is, waarlangs het inlaatwater in de achtergelegen polder terecht zal komen.

Al met al spelen dus diverse factoren een rol, waardoor het noodzakelijk is te komen tot een vastleggen van de plaats waar overstorten kunnen worden getolereerd.

Het eenvoudigst kan deze vastlegging geschieden door middel van de tekeningen van het totale rioleringsplan, waarop ook alle gegevens van de riolering zijn vermeld, zoals plaats van de gemalen, verhangen en profiel, peilen van de binnenonderkant (bok) der riolen, hoogteligging der overstortdrempels.

Al deze gegevens dienen het waterschap inzicht te geven in de „kwaliteit” van de riolering en het daaruit te verwachten afvalwater.

De beoordeling van deze technische gegevens en de interpretatie daarvan, alsmede het neerleggen van deze interpretatie in lozingsvoorwaarden is in eerste aanleg het werk van deskundigen. Overleg van meet af aan is gelijk voorgesteld noodzakelijk. Dit kan tijdverlies en het achteraf maken van wijzigingen in plannen voorkomen. Het zal duidelijk zijn, dat overleg over de plaats van een overstort ten opzichte van het ontvangende water vooraf en het afwegen van de konsekwenties daarvan sneller tot het doel voert, dan wijzigingen van het totale plan in een te laat stadium van overleg.

Het is begrijpelijk, dat wanneer in een bepaald rioolstelsel wijzigingen optreden, deze mogelijk van invloed kunnen zijn op het gehele samenstel van overwegingen op grond waarvan de vergunningseisen tenslotte zijn geformuleerd.

Er dient dan ook een voorwaarde te worden opgenomen inhoudende de verplichting dat belangrijke voorgenomen wijzigingen kenbaar dienen te worden gemaakt.

Deze meldingsplicht zal niet alleen betrekking behoeven te hebben op bijvoorbeeld verandering in verhang, profiel of hoogteligging, maar ook op wijziging in het aantal inwoners c.q. inwonerekwivalenten, het verhard oppervlak, de bemalingscapaciteit en dergelijke.

Dit zijn namelijk wederom factoren, die de eveneens in een voorwaarde vast te leggen frequentie van overstorten beïnvloeden.

De algemene strekking van een dergelijke voorwaarde kan resulteren in het navolgende artikel:

De situering van de desbetreffende overstorten zowel in het rioleringsplan als ten opzichte van het ontvangende water en de overige technische gegevens betrekking hebbende op het gehele plan zijn aangegeven op de bij deze ontheffing behorende en door het bestuur gewaarmerkte tekeningen no.

De gemeente dient belangrijke voorgenomen wijzigingen in het rioleringsplan aan het bestuur te melden onder vermelding van de aard dezer wijziging(en) en met voldoende gegevens ter beoordeling van de technische merites dezer wijzigingen.

Indien deze wijzigingen invloed kunnen hebben op de overstortingsfrequentie of op de samenstelling van het overstortende water naar kwantiteit of kwaliteit of op andere wijze verandering zouden kunnen brengen in de bij het tot stand komen van deze vergunningsvoorwaarden in wederzijds overleg gehanteerde normen, zo behoudt het bestuur zich het recht voor door wijziging van de voorwaarden van deze vergunning nadere voorschriften te geven.

Overstortingsfrequentie

Het vastleggen van de overstortingsfrequentie geschiedt met behulp van de kuipersgrafiek, die als gewaarmerkte bijlage(n) aan de vergunning worden toegevoegd.

Op deze grafiek worden de pompkapaciteit, de overstortingsfrequentie, de overkapaciteit, het verhard oppervlak, alsmede de totale nuttige berging vermeld.

De toelaatbare overstortingsfrequentie zal afhangen van de aard van het afvalwater en de plaats van de overstort zowel in het rioleringsstelsel als ten opzichte van het ontvangende water.

Ook de bestemming van het ontvangende water zal in de overwegingen dienen te worden betrokken.

Mocht echter blijken dat het ontvangende water ondanks de afgewogen normen of tengevolge van wijzigingen in de waterhuishouding van het waterschap toch nog een nadelige invloed ondervindt, zo heeft het bestuur mogelijkheden wijziging in de voorwaarden aan te brengen. Het behoeft geen nader betoog, dat dit in eerste instantie wederom in nauw overleg met de vergunninghouder zal dienen te geschieden en dat aan de vergunninghouder uiteraard het recht tot beroep op deze aanvullende voorwaarden open staat.

Een redactie ten aanzien van de overstortingsfrequentie kan als volgt luiden:

De overstortingsfrequentie is beperkt volgens de bij deze vergunning behorende en door het bestuur gewaarmerkte bijlagen.

Mocht blijken, dat het ontvangende water op een ontoelaatbare wijze wordt verontreinigd, zo behoudt het bestuur zich het recht voor door wijziging van de voorwaarden van deze vergunning nadere voorschriften te geven bijvoorbeeld ten aanzien van een verdere beperking van de overstortingsfrequentie.

Kwaliteitseisen te stellen aan het te lozen rioolwater

Nadat de plaats van lozing, alsmede de wijze waarop

wordt geloosd is vastgelegd, wordt de kwaliteit van het te lozen rioolwater nader omschreven.

In die gevallen waarin geen industrie in een gemeente aanwezig is en vestiging ook niet te verwachten is, kan beperking van de overstortingsfrequentie als middel worden gehanteerd om vervuiling te voorkomen.

Is echter wel industrie aanwezig of te verwachten zo dienen naast de overstortingsfrequentie nadrukkelijke kwaliteitseisen aan het overstortwater te worden gesteld. Dit zou bijvoorbeeld eveneens dienen te worden gedaan wanneer ziekenhuizen, sanatoria en dergelijke op de riolering zouden zijn aangesloten.

In die laatste gevallen zouden dan mogelijk voorwaarden moeten worden gesteld ten aanzien van de microbiologische samenstelling van het afvalwater.

In dit verband moge nogmaals worden verwezen naar hetgeen reeds ten aanzien van industriële vestigingen en gemeentelijke verordeningen is vermeld.

Een en ander kan onder andere zeer belangrijk zijn bij de vestiging van nieuwe bedrijven. In dit verband dient onder de voorwaarden ook een meldingsplicht voor nieuwe industrieën te worden opgenomen.

Een artikel dat de kwaliteitseisen als bovengenoemd regelt, kan dan ook als volgt luiden:

A. Door middel van de overstorten mag uitsluitend worden geloosd overstortwater dat voldoet aan navolgende eisen:

- a. het mag uitsluitend afkomstig zijn van inwoners, de tot op heden aanwezige industriële lozingen en het verharde oppervlak van daken en straten;
- b. het overstortwater mag buiten de normale samenstelling van huishoudelijk afvalwater niet bevatten:
 1. minerale oliën en vetten;
 2. giftige stoffen in voor het aquatisch leven en voor biologische zelfreiniging schadelijke concentraties;
 3. explosieve stoffen, radio-actieve stoffen, of stoffen die stankoverlast veroorzaken;
 4. drijvende stoffen en/of grove bestanddelen;
- c. de pH mag niet lager dan 6,5 zijn en niet hoger dan 8.

B. De gemeente dient de vestiging van nieuwe industrieën of wijziging van bestaande industriële lozingen aan het waterschap te melden, opdat het waterschapsbestuur kan bezien of al dan niet tot wijziging van de voorwaarden dan wel tot het intrekken van de vergunning zal moeten worden overgegaan.

Kontrole op de naleving der voorwaarden

Het uitreiken van een lozingsvergunning en het daaraan verbinden van voorwaarden zonder dat gecontroleerd kan worden of die voorwaarden worden nageleefd, zal veelal niet voldoende zijn. Vandaar dat een artikel terzake in een lozingsvergunning behoort te worden opgenomen.

In de jurisprudentie wordt aanvaard dat de kosten van

de controle op het naleven der voorwaarden ten laste van vergunninghouder kunnen worden gebracht mits voldoende zekerheid bestaat wat de vergunninghouder zal moeten betalen.

Dat de bevindingen uit een onderzoek eveneens aan de gemeente worden medegedeeld door middel van een afschrift van het rapport dient vanzelfsprekend te zijn.

Een voorwaarde van deze aard kan als volgt worden geredigeerd:

- a. het bestuur kan door deskundigen een onderzoek laten instellen en rapport doen uitbrengen omtrent de naleving van de in deze vergunning gestelde voorwaarden, alsmede omtrent de invloed van de lozingen op het ontvangende water.
Vergunninghoudster is gehouden tot vergoeding van de kosten, verbonden aan deze onderzoeken en rapporten voorzover daarover met de gemeente het nodige overleg is gepleegd.
- b. afschriften van de onder a. genoemde rapporten worden door het bestuur aan de gemeente overgelegd.

Enkele algemene technische bepalingen

Afhankelijk van de plaatselijke situatie kunnen enkele voorwaarden worden opgenomen ten aanzien van het op diepte en juiste afmetingen houden, het afrasteren enz. van watergangen.

Enkele van de meest voorkomende voorwaarden zijn onderstaand aan een nadere beschouwing onderworpen. Door middel van de overstorten kan de hoeveelheid water per tijdseenheid op de watergangen van een polder afvloeiend wel eens aanzienlijk groter zijn dan de normale door deze watergangen te verwerken agrarische afvoeren.

Dan zal het noodzakelijk zijn de watergangen waar nodig op de vereiste afmetingen te brengen en te doen onderhouden door vergunninghouder. Het is nodig om de juiste afmetingen aan te geven opdat de gemeente weet aan welke eisen voldaan moet worden.

Soms kunnen echter veel verderstrekkende maatregelen noodzakelijk zijn.

Daar het in de verwachting ligt dat ten gevolge van overstorten toch slijkstoffen worden afgevoerd, is mede in de voorwaarden opgenomen, dat de watergangen over bepaalde lengte ter weerszijde van de overstorten door de gemeente worden geschoond en op diepte worden gebracht.

Dit geeft aanleiding tot bijvoorbeeld navolgende voorwaarden:

- a. Het op afmetingen brengen van watergangen.

De watergangen waarop de overstorten lozen, dienen over een lengte van m door de gemeente te worden gebracht op de navolgende maten:

polderpeilbreedte :

bodembreedte :

taluds :

- b. Het schonen van watergangen.

Alle watergangen waarop de overstorten lozen, dienen 2 x per jaar op eerste aanzegging van het

bestuur door en vanwege de gemeente over een afstand van m ter weerszijde van de betrokken overstorten te worden geschoond en op diepte te worden gebracht.

c. *Afrasteren van watergangen.*

Het opnemen van een dergelijke voorwaarde dient om te voorkomen dat het ontvangende water gebruikt wordt voor doeleinden, die hygiënische misstanden in de hand zouden werken. Gedacht wordt hierbij aan het drenken van vee, het spoelen en wassen van groenten en dergelijke.

In de praktijk kan het soms voorkomen, dat ten gevolge van het afrasteren van de watergangen het vee geen drinkgelegenheid meer heeft.

De gemeente zal dan in het privaatrechtelijk vlak een regeling met de pachter of eigenaar van de weide moeten treffen zo deze het recht van veedrenking heeft.

Een dergelijke voorwaarde zou kunnen luiden als volgt:

De ontvangende watergang dient vanwege de gemeente over een afstand van m ter weerszijde van iedere overstort en aan beide zijden van de watergang door middel van een schrikdraadafrastering ter hoogte van m te worden afgerasterd.

d. *Konstruktie van de overstorten.*

Gelet op de grote hoeveelheden water, die per tijdseenheid uit een overstort kunnen treden, dienen ter plaatse van de overstort voorzieningen getroffen te worden teneinde schade bijvoorbeeld door uitspoeling van talud en bodem van de watergangen te voorkomen.

Op het moment van vergunningaanvraag is vaak echter alleen het rioleringsplan bekend, zonder dat daarbij al detailtekeningen van overstortputten en dergelijke zijn gevoegd.

De eis dient te worden opgenomen, dat deze tekeningen aan het bestuur worden verstrekt. Dit heeft ten doel om het bestuur volledig omtrent de situatie te informeren.

Een en ander is eveneens noodzakelijk voor het verstrekken van vergunningen zoals het maken, hebben en onderhouden van kunstwerken in taluds van watergangen.

De voorwaarde kan luiden als volgt:

De overstorten dienen zodanig te worden uitgevoerd, dat bij inwerkingtreden en -zijn, geen schade kan ontstaan aan de taluds en/of de bodem van de ontvangende watergangen.

Voordat tot de bouw van een overstort wordt overgegaan, dienen de detailtekeningen aan het bestuur ter akkoordbevinding te worden overgelegd.

Exploitatie van de riolering

Wanneer de waterbeheerder in het gemeentelijk rioleringsnet bijvoorbeeld grote hoeveelheden slijk zou constateren, kan de vergunninghouder er op gewezen worden, dat een dergelijke exploitatie gevaren inhoudt voor het ontvangende water.

In een dergelijke situatie immers kan er van worden uitgegaan, dat ook een overmaat van slijk — althans

meer dan redelijkerwijze noodzakelijk is — via de overstortdrempels zal worden geloosd op het ontvangende water.

De eis dient ook te worden gesteld, dat de riolering zo laag mogelijk moet worden bemalen, te weten dat de eerstwerkende pomp inslaat op het peil van binnenonderkant riool, en de volgende pompen op een hoger peil. Dit impliceert, dat op die wijze in ieder geval zo veel mogelijk slijk naar het rioolgemaal annex zuivering wordt afgevoerd en anderzijds, dat de berging in de riolering bij regenval zo veel mogelijk kan worden benut. De desbetreffende voorwaarde zou kunnen luiden:

Het onderhoud en de exploitatie van de riolering dient zodanig te geschieden, dat slijkhopingen worden voorkomen. De riolering dient steeds zo laag mogelijk te worden bemalen.

Toegang tot rioleringswerken

Teneinde controle op de naleving der voorwaarden mogelijk te doen zijn, dienen uiteraard de met deze controle belaste personen toegang te hebben tot het rioolstelsel en daartoe behorende werken.

De verplichting tot hulp en het verstrekken van de nodige inlichtingen is uiteraard ook inherent aan het mogelijk maken van de controle.

De gemeente kan en dient zo nodig verplicht te worden alle inlichtingen omtrent het inwerkingtreden van de overstorten te geven.

Een voorwaarde is als volgt te formuleren:

Ten behoeve van de controle op de naleving der voorwaarden van deze vergunning dient vergunninghouder te gedogen dat door het bestuur daartoe gemachtigde personen te allen tijde controle kunnen uitoefenen op het onderhavige rioolstelsel.

Vergunninghouder is verplicht daartoe de noodzakelijke inlichtingen, hulp en hulpmiddelen te verstrekken.

Vrijwaringsclausule en dergelijke

De vrijwaringsclausule, zoals deze ook wel door het Rijk, provincies en gemeenten wordt gehanteerd, kan ook in de lozingsvergunning dienst doen.

Uiteraard kan vergunninghouder niet aansprakelijk worden gesteld voor schade, die te wijten is aan opzet en/of schuld van de zijde van vergunninggever.

Een vrijwaringsclausule maakt het in vrijwaring oproepen van vergunninghouder in de regel eenvoudiger.

De redactie van de desbetreffende artikelen kan als volgt zijn:

Vergunninghouder vrijwaart het waterschap voor alle aanspraken van derden ontstaan, hetzij middellijk of onmiddellijk, tengevolge van de uitvoering, het gebruik, het hebben of aanwezig zijn van werken, die ingevolge of in verband met deze vergunning tot stand zijn of zullen worden gebracht, behoudens opzet en/of grove schuld van de zijde van het waterschap.

Vergunninghouder is gehouden alle schade, ontstaan middellijk of onmiddellijk, voor het waterschap tengevolge van de uitvoering, het gebruik, het hebben of aanwezig zijn van werken, die ingevolge of in verband

met deze vergunning tot stand worden gebracht, op eerste aanzegging van het bestuur te vergoeden, behoudens opzet en/of grove schuld van de zijde van het waterschap.

Vergunninghouder doet bij voorbaat afstand van alle aanspraken, die hij tegenover het waterschap zou kunnen doen gelden wegens schade aan de krachtens deze vergunning aanwezige werken, behoudens opzet en/of grove schuld van de zijde van het waterschap.

In het vorengaande is een overzicht gegeven van voorwaarden die aan een vergunning tot lozing kunnen worden verbonden.

Vermelding, dat de lozing wordt geacht zonder ontheffing te geschieden wanneer één of meerdere voorwaarden niet worden nagekomen, is strikt genomen niet noodzakelijk. Een artikel terzake kan dan ook wel achterwege blijven, wanneer bij overtreding van een voorwaarde tot vervolging kan worden overgegaan uit hoofde van keur of reglement.

Tenslotte wordt veelal nog een bepaling opgenomen ten aanzien van de aanvaarding van een vergunning.

Een dergelijke aanvaardingsclausule is niet strikt noodzakelijk om de vergunning van kracht te doen zijn. Praktisch kan het echter gewenst zijn al ware het alleen maar om de inwerkingtreding van de vergunning te dateren.

Deze bepalingen zouden als volgt kunnen worden geformuleerd:

Bij het niet nakomen van één of meerdere van de aan deze vergunning verbonden voorwaarden, wordt de lozing geacht zonder ontheffing te geschieden.

Deze vergunning wordt van kracht, zodra bericht van aanvaarding bij het bestuur van het waterschap is ontvangen.

Ten besluite zij opgemerkt, dat deze studie niet de verwachting mag wekken, de onderhavige ingewikkelde materie uitputtend te hebben behandeld.

De stof is daarvoor te zeer variabel tengevolge van de grote verschillen zowel in technisch als juridisch opzicht. In diverse gevallen zullen dan ook geheel andere voorwaarden dienen te worden gesteld dan bovenstaand behandeld.

IV. SAMENVATTING

Voor het schatten van de overstortingsfrequenties van een gemengd rioolstelsel wordt bij het gebruik van de grafische methode volgens dr. ir. Kuipers uitgegaan van een aantal vooronderstellingen. Deze zijn:

- de intensiteit van de regen is konstant;
- de overcapaciteit van het pompgemaal komt direct bij de aanvang van de regen volledig in werking;
- de overcapaciteit is konstant;
- het rioleringsstelsel is leeg bij de aanvang van de regen;
- de afvloeingscoëfficiënt voor het verharde oppervlak is konstant en gelijk aan één;
- de afvloeingscoëfficiënt van het niet verharde oppervlak is nul.

De vraag werd gesteld in hoeverre deze eenvoudige

vooronderstellingen met de werkelijkheid overeenstemmen en aanleiding geven tot onnauwkeurigheid in de schatting van de overstortingsfrequentie.

Een aantal praktische en theoretische studies werd ter hand genomen ten einde het inzicht in de opgeworpen vraagpunten te verdiepen.

De resultaten van een ander zijn vermeld in hoofdstuk III en laten zich als volgt beknopt samenvatten.

Ad. 1. Gegeven is een lijst van woorden en begrippen.

Ad. 2. De verrichte literatuurstudie geeft wel aanwijzingen dat men in het buitenland met vergelijkbare problemen worstelt; konkrete aanwijzingen welke zouden kunnen leiden naar beantwoording van de eerder vermelde vragen zijn niet gevonden.

Ad. 3. De pogingen om in bestaande rioolstelsels met behulp van eenvoudige meetmiddelen een betrekking tussen de overstortingsfrequentie en de kwaliteit van het oppervlaktewater te vinden zijn niet geslaagd.

Ad. 4. Een onderzoek naar het verontreinigend vermogen per inwoner per etmaal geeft de aanwijzing dat de „Imhoffse waarden” hier te lande nog niet worden overschreden. Voorts is gebleken dat in vlakke riolen bij droog weer bezinkbare delen uit het afvalwater tot afzetting komen.

Ad. 5. Het proefobject Vijfhuizen heeft niet die uitkomsten gegeven die daarvan werden verwacht. Steeds opnieuw bleek er wel een aanwijsbare faktor te zijn die een interpretatie van de meetgegevens zo niet onmogelijk dan toch wel zeer speculatief maakte.

Ad. 6. Van een aantal objecten zijn gegevens verzameld betreffende het percentage verhard oppervlak ten opzichte van het totale oppervlak en het aantal m² verhard oppervlak per inwoner. Bij de meeste gevallen ligt het percentage verhard oppervlak tussen de 20 en 30 %. Het aantal m² verhard oppervlak per inwoner loopt in de beschouwde gevallen zeer uiteen: van 20 m²/inwoner tot ruim 60 m²/inwoner. Een duidelijk verband tussen het percentage verhard oppervlak resp. het aantal m² per inwoner en het aantal inwoners per ha kan niet worden aangetoond.

Ad. 7. Een overzicht wordt gegeven van de wijze waarop in het buitenland de afvloeingscoëfficiënt van verharde oppervlakken wordt bepaald. Voor de berekening van de afvoer van hemelwater op de riolering door verharde oppervlakken worden afvloeingscoëfficiënten gebruikt waarvan de grootte wordt bepaald door onder meer de aard van het verharde oppervlak. Uit een aantal berekeningsgevallen die hier niet vermeld zijn, blijkt dat de Nederlandse benaderingswijze waarbij de afvloeingscoëfficiënt voor verharde oppervlakken gelijk aan 1 wordt gesteld en die voor onverharde gelijk aan nul, tot ongeveer dezelfde uitkomsten leidt als de methode met gespecificeerde coëfficiënten.

Ad. 8. Gegeven wordt een methode voor het schatten van een waarde voor de bovendrempelbergings. De bijdrage van de bovendrempelbergings tot het totaal bergend vermogen is betrekkelijk gering; in hellende gebieden kan deze bijdrage wel van belang zijn. Voorts wordt de aandacht gevestigd op het toepassen van

kunstgrepen ter vergroting van het bergend vermogen in hellende gebieden.

Ad.9. De overkapaciteit van een gemaal ten behoeve van regenafvoer is gelijk aan de totale afvoerkapaciteit verminderd met de afvoerkapaciteit ten behoeve van de droogweer afvoer. Gebruikelijk is de droogweer afvoer per uur gelijk te stellen aan 10 % van de etmaal droogweer afvoer. Nagegaan is hoe de berekende overstortingsfrequenties worden beïnvloed als voor de uur droogweer afvoer een lagere waarde dan 1/10 van de etmaalhoeveelheid wordt genomen. Berekeningen zijn gemaakt voor waarden van 1/24 respectievelijk een combinatie van 1/10 gedurende de dag en nul gedurende de 14 nachturen. Uit deze berekeningen blijkt dat de pompkapaciteit volgens de gebruikelijke methode ca. 15 % hoger is dan die welke volgens een der gemodificeerde methodes wordt berekend. Het lijkt aantrekkelijk één van de gemodificeerde methoden van berekening te hanteren teneinde bij een gegeven overstortingsfrequentie tot een beperking van de pompkapaciteit te geraken. Voorshands wordt deze wijze van berekenen niet aanbevolen aangezien geen rekening is gehouden met een aantal onzekere factoren als overlapping van buien en het niet rechtlijnig zijn van regens.

Ad.10. Bij het gebruik van de stippengrafiek wordt bewust geen aandacht geschonken aan de morfologie van de bui en de invloed die uitgaat van een opeenvolgen van buien op de frequentie van overstorten. Voor een stedelijk gebied is door meting nagegaan welke invloed genoemde factoren hebben. Uit dit onderzoek kan worden afgeleid dat de opeenvolging, i.c. de overlapping van regenbuien alsmede de morfologie van de regenbuien een belangrijke invloed hebben op de overstortingsfrequentie en de overstortingshoeveelheden.

Ad.11. De vraag was gesteld of een verwerking van regengegevens over een langere waarnemingsperiode dan de periode 1938 - 1948 waarop de stippengrafiek is gebaseerd tot belangrijke verschillen zou leiden. Het blijkt dat, uitgaande van de waarnemingsperiode 1926 - 1962, de berekende overstortingsfrequentie ruwweg 5 tot 15 % lager is dan berekend met een stippengrafiek '38 - '48. Voorts is aandacht besteed aan de plaats van vestiging van het waarnemingsstation (De Bilt, Vlissingen, Den Helder, Eelde, Beek).

Ad.12. Uit een onderzoek naar de jaarlijkse spreiding en verdeling van overstortingen blijkt:

- er is een aanzienlijke spreiding in de overstortingsfrequentie per jaar t.o.v. de gemiddelde waarde;
- de verdeling van het aantal overstortingen over het jaar is niet gelijkmatig; er is een minimum in maart en een maximum in augustus.

Ad.13. In deze studie wordt ingegaan op de problematiek van afzettingen in riolen en de maatregelen die kunnen worden genomen om permanente afzettingen te voorkomen. Uit de studie blijkt dat vooral bij kleine vulling de bodemhellingen steil moeten zijn en nogal wat steiler dan in de Nederlandse rioleringspraktijk gebruikelijk is.

Ad.14/15. Gegeven wordt een beschouwing gewijd aan de interrelatie zuurstofhuishouding-hygiëne-

overstortingsfrequentie. De konklusie van een en ander is dat voor de beoordeling van een overstortingsfrequentie deze voor wat betreft de zuurstofhuishouding van minder betekenis wordt; de hygiëne wordt daarentegen in hoge mate bepaald door de frequentie.

Ad.16. De problematiek rond het opstellen van een vergunning ten behoeve van de lozing van overstortwater afkomstig uit gemeentelijke rioleringen wordt behandeld.

V. KONKLUSIES

Uit de gegeven beschouwingen moge duidelijk zijn geworden dat de materie bijzonder complex is. Voorts is wel gebleken dat het verkrijgen van voldoende bruikbare en betrouwbare gegevens om tot een verantwoorde verfijning van de grafische schattingsmethode te geraken, op grote moeilijkheden stuit.

De gedachte dat de onderzochte verfijningen in de berekening zouden leiden tot een grotere mate van nauwkeurigheid van de afgeleide overstortingsfrequentie kan dan ook illusoir worden genoemd.

De oorspronkelijke eenvoudige opzet voor het werken volgens de methode van de stippengrafiek zou hierdoor geweld worden aangedaan, zonder dat hiertegenover een grotere nauwkeurigheid in de raming van de overstortingsfrequentie is te stellen.

Ook de toetsing van de grafisch bepaalde overstortingsfrequentie in een aantal praktijkgevallen — met zo eenvoudig mogelijke hulpmiddelen — leverde resultaten op welke een verantwoorde interpretatie niet toelieten. Evenzo gaf een aanpak als te Vijfhuizen is geschied niet die uitkomsten die daarvan worden verwacht. Steeds opnieuw bleek er wel een aanwijsbare faktor te zijn die een interpretatie van de meetgegevens zo niet onmogelijk dan toch wel zeer speculatief maakte. Wil een dergelijk onderzoek tot bruikbare resultaten leiden dan zou dit op meer dan één plaats verricht moeten worden. De organisatie en middelen die voor zo'n onderzoek nodig zijn gaan ver uit boven die waarover deze commissie beschikte.

De commissie is van oordeel dat voor het ramen van de overstortingsfrequentie met behulp van de stippengrafiek de eerder genoemde vooronderstellingen ongewijzigd kunnen worden aangehouden. Wel beveelt de commissie aan het gebruik van de stippengrafiek waarin zijn verwerkt de regengegevens van De Bilt over de periode 1926 - 1962, in plaats van die over de periode 1938 - 1948. Vanuit het oogpunt van milieuhygiëne bezien is uiteraard elke overstorting bezwaarlijk. Een zo laag mogelijke overstortingsfrequentie is wat dit betreft dus wenselijk. In dit licht bezien, meent de commissie dat een vaststellen van de afvoerkapaciteit per uur van het pompgemaal op 1/10 deel van de dagafvoer is te prefereren boven één gebaseerd op een langere tijdsduur. Dit in verband met de grotere reserve die hierin schuilt.

De commissie meent te mogen stellen dat de verrichte studies het inzicht in de relatieve betekenis van de met de kuipersgrafiek te verkrijgen waarden voor de overstortingsfrequentie heeft verdiept.

Aan het eind van dit rapport mag een woord van dank aan al diegenen — niet leden van de commissie — voor hun bereidwillige medewerking bij het tot stand komen van deze publicatie niet ontbreken.