Maatgevende neerslag; maatgevende inloop

Inleiding

De dimensionering van rioolstelsels is afgestemd op een grote afvoer van water. Wateroverlast op straat is immers minder gewenst. Men stelt in het algemeen, dat noemenswaardige overlast hooguit 1 keer per twee jaar mag optreden. De som van de exploitatiekosten, de kapitaalslasten en de schade tengevolge van 'water op straat' is dan naar verwachting minimaal. Om aan deze eis te voldoen wordt bij het ontwerpen van het rioolstelsel een hydraulische norm gesteld: voor de afvoer wordt een ontwerpintensiteit aangehouden, soms gedurende een beperkte



IR. FRANS H. M. VAN DE VEN

ontwerptijd. Het regenwaterriool van gescheiden stelsels wordt uitsluitend aan de hand van deze ontwerpgrondslag gedimensioneerd; voor gemengde rioolstelsels worden daarnaast ook eisen gesteld aan het theoretisch aantal keer per jaar, dat ongezuiverd rioolwater vanuit het stelsel overstort op oppervlaktewater. Vaak is tengevolge van deze eisen de berging in het rioolstelsel maatgevend en worden de afmetingen niet zozeer bepaald door hydraulische normen [Koot, 1977; Liebman, 1970].

Een heroverweging van de ontwerpintensiteit is het doel van dit artikel. De in het verleden gestelde ontwerpregenintensiteit – vaak tussen de 60 en de 90 l/s/ha verhard oppervlak – is afgeleid van zogeheten regenduurlijnen. Door de regenduurlijnen wordt aangegeven hoeveel neerslag men in een bepaalde periode mag verwachten bij een overschrijdingskans van één keer per jaar. Met name de door Talsma [1969], door Schenkeveld en door Van den Herik en Kooistra [1970] afgeleide regenduurlijnen zijn daartoe benut. Deze duurlijnen zijn gebaseerd op een analyse van de maxima van de 5-minuten sommen van de neerslag in De Bilt over een periode van 12 jaar.
Het effect van de omvorming van de neerslag tot rioolinloop is tot nog toe geheel of gedeeltelijk buiten beschouwing gelaten bij het rioolontwerp. Gedurende deze omvorming treden echter twee gebiedsafhankelijke processen op die de piekaanvoer naar het riool aanmerkelijk beknotten. Door het vullen van de berging op het verharde oppervlak, door infiltratie van water in de verharding en door verdamping treedt neerslagverlies op [v. d. Berg, Ven, 1977; v. Dam, 1982]. Daarnaast treedt een afvlakking van het neerslagverloop op tengevolge van het afstromingsproces [v. d. Ven e.a.; 1981]. Dientengevolge zal de rioolinloop geringer zijn dan aan de hand van neerslagcijfers wordt verwacht. Toevoer van water vanaf onverharde terreingedeelten kan de vermindering deels teniet doen.

Wateroverlast zal dus minder vaak optreden dan op grond van de neerslagduurlijnen wordt verwacht. Met behulp van een theoretische benadering is dit al eens aangetoond door Jacobsen en Harremoës [1981]. Modelberekeningen hebben echter het nadeel dat met name bij de inlooppieken de berekende inloop niet goed overeenstemt met de gemeten waarde, waardoor de kwantificering van de gevolgen van de omvorming minder betrouwbaar is.

In Lelystad zijn in een tweetal meetgebieden sinds 1968 metingen verricht aan neerslag en rioolinloop. Deze variabelen worden min of meer continu waargenomen. Door een analyse van de maxima van neerslag en rioolinloop zijn zowel regen- als inloopduurlijnen op te stellen. Met de gegevens uit de periode 1968/1969 tot en met 1980 is dit gebeurd. Het verschil tussen beide duurlijnbundels wordt besproken.

Het verloop van de inloop met de tijd en de afvoercapaciteit van het rioolstelsel bepalen hoeveel water tijdelijk moet worden geborgen voordat het kan worden afgevoerd. De daartoe benodigde berging kan beter niet uit de inloopduurlijnen worden afgeleid, omdat het volgorde-effect tengevolge van opeenvolgende inlopen niet uit de inloopduurlijnen is af te leiden. Daarom is de geregistreerde inloopreeks verminderd met maximaal de afvoercapaciteit zodat een tijdreeks met geborgen hoeveelheden overblijft. Door een maximum-analyse toe te passen op de reeks van geborgen hoeveelheden kunnen uitspraken gedaan worden over de benodigde berging in relatie tot een ontwerpafvoerintensiteit en tot de kans dat de berging overbelast wordt.

Op grond van de inloopduurlijnen en de berging-ontwerpafvoerintensiteitrelatie zal de ontwerpafvoerintensiteit worden heroverwogen. Een korte beschrijving van de betrokken meetgebieden en de gegevensverzameling zal echter voorafgaan aan de analyse van de maxima.

De metingen

De gegevens van de twee meetgebieden, die in 1968 in Lelystad zijn ingericht voor onderzoek aan de hydrologie van stedelijke gebieden, zijn voor deze studie gebruikt. Enige eigenschappen van deze meetgebieden – een woonwijk en een parkeerplaats – staan vermeld in tabel I. De gebieden zijn gescheiden gerioleerd. De neerslagafvoer door het regenwaterriool kan dus zonder beïnvloeding door toevoer van water uit andere bronnen worden gemeten.
De bebouwing in de woonwijk is ca. 8 meter hoog en heeft platte daken. De onverharde delen van het terrein zijn beplant met bomen en struiken of in gebruik als tuin.
De afwaterende oppervlakte per rioolkolk is in de woonwijk ca. 60-180 m² en op de parkeerplaats ca. 100-240 m².

TABEL I - *De meetgebieden.*

			aard van de verharding%		
stroomgebied	oppervlakte (ha)	helling %	% verhard	dak	asfalt	klinkers en tegels
woonwijk	2,0	0-0,5	41	30	32	38
parkeerplaats	0,7	0-0,5	99,6	–	45	55

TABEL II - *Overzicht van de maanden waarin gegevens ontbreken.*

	maand											
jaar	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1968	–	–	–	–	–	–	–	–	3	3	3	–
1969	–	–		3								
1970												
1971												
1972							2,3	3				
1973	3	3	3								2,3	
1974		–										
1975					3		2					
1976												
1977								2				
1978		–					2				1	
1979												
1980	–								–			

1: ontbrekende neerslaggegevens.
2: ontbrekende gegevens van de inloop voor de woonwijk.
3: ontbrekende gegevens van de inloop voor de parkeerplaats.
–: geen metingen.

De hemelwaterafvoeren van de daken in de woonwijk wateren ca. 10-70 m² per afvoerpunt af. Het peil in het regenwaterriool in de meetgebieden is gestuwd. De statische berging in het buizenstelsel is daardoor volledig gevuld. Omdat de relatie tussen de resterende dynamische berging en de afvoer proefondervindelijk bekend is, kan de inloop worden berekend uit het debiet bij de uitmonding van het riool. De geringe hysterese in het inloop-afvoerproces kan worden verwaarloosd.

De neerslagmetingen worden verricht met grondregenmeters van het type Colenbrander en Verstrate. De vangtrechter heeft een oppervlakte van 0,4 m² en is geplaatst ter hoogte van het maaiveld. De opgevangen neerslag wordt verzameld in een reservoir. De stijgsnelheid van het waterniveau in het reservoir is recht evenredig met de neerslagintensiteit. Het niveau in het reservoir wordt door middel van een vlotter-potentiometer-systeem omgezet in een elektrisch signaal. De afvoer van het regenwaterriool wordt gemeten met een Thomsonschot. Over een V-vormige overlaat met een openingshoek van 90° stort het water vrij over in een put met een afvoerbuis naar de gracht. De hoogte van de overstortende straal boven het laagste punt van de stuwkruin is bepalend voor het debiet en wordt gemeten met een vlotter-potentiometersysteem.

Via signaalkabels wordt het meetsignaal van o.a. de neerslag- en afvoermeters naar een centrale meet- en registratie-eenheid (datalogger) gebracht. Binnen een halve minuut worden door een scanner alle veldinstrumenten afgetast. De aangetroffen meetwaarde wordt vergeleken met de laatst geregistreerde waarde. Is het verschil groter dan een vooraf door de gebruiker ingestelde drempel, dan vindt registratie van de huidige meetwaarde en het tijdstip van de meting plaats (event sense registratie).
De drempelwaarde voor de regenmeters is 0,2 mm neerslag en voor alle meetschotten bedraagt de drempel 5 mm. Om de twee uur worden alle meetwaarden hoe dan ook geregistreerd. De gegevens worden op een ponsband geregistreerd en na controle op magneetband overgezet. Voor dit onderzoek zijn bestanden aangemaakt van de 5-minuten sommen van de neerslag en van de rioolinloop gemeten op de parkeerplaats en in de woonwijk. Door het ontbreken van meetapparatuur of vanwege storingen zijn de gegevens van sommige maanden niet aanwezig of onbruikbaar. In tabel II is een overzicht van deze maanden gegeven.
140 maanden aan neerslagmetingen,
136 maanden afvoermetingen van de woonwijk en 130 maanden afvoermetingen van de parkeerplaats konden voor de maximumanalyse worden benut. In tabel III zijn enige wetenswaardigheden van de bestanden vermeld.

TABEL III - *Enige kenmerken van de neerslag- en inloopreeksen gemeten in Lelystad over de periode van januari 1970 tot en met december 1980.*

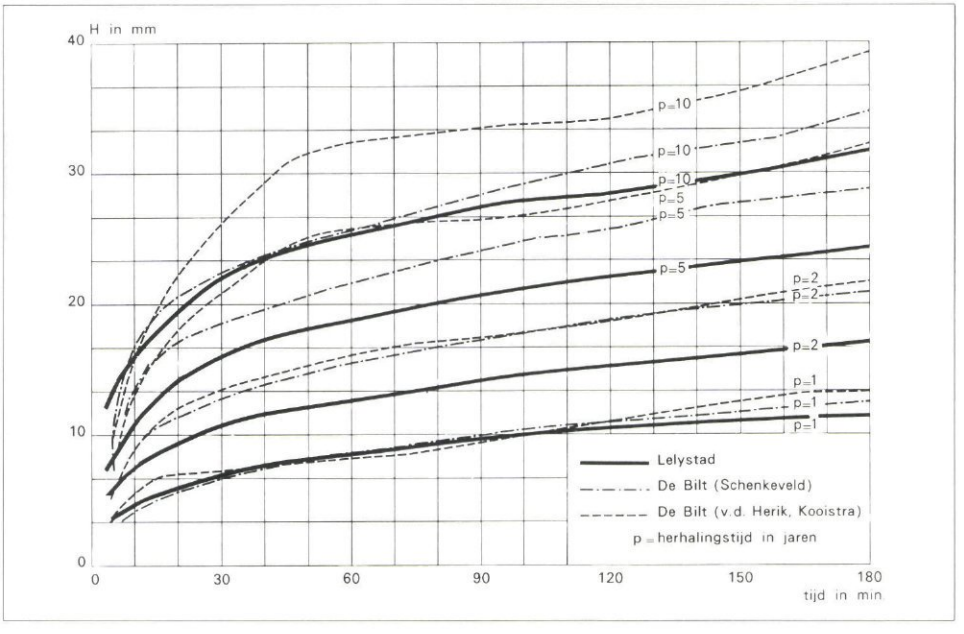
	neerslag	inloop woonwijk	inloop parkeerplaats
gem. jaarsom (mm)	702	386	354
range jaarsom (mm)	446-955	230-491	222-497
gem. kwartaalsom (mm)			
1e kwartaal	158	85	77
2e kwartaal	155	76	68
3e kwartaal	190	108	95
4e kwartaal	202	118	113

Analyse van de maxima

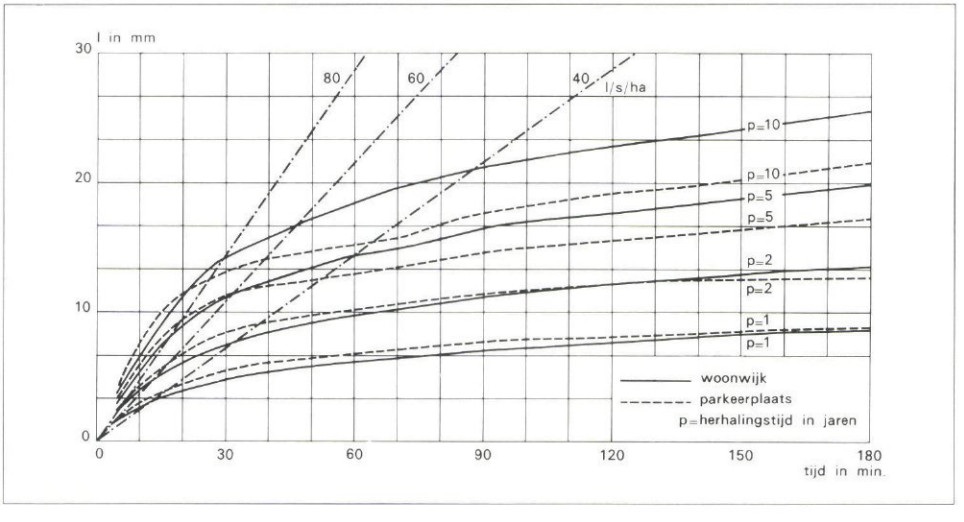
Voor verschillende tijdintervallen zijn de waarden van de duurlijnen berekend.

Voor de volledigheid zij vermeld dat de maandelijkse maxima van neerslag en rioolinloop in een tijdvak van t minuten (met t een veelvoud van 5 minuten) zijn afgeleid uit de bestanden met behulp van een voortschrijdende som. Voor elke maand is een Gumbelverdeling opgesteld voor de Box-Cox getransformeerde, geordende maxima. De plaats- en de schaalparameter van de Gumbelverdeling en de transformatieparameter van de Box-Cox transformatie zijn geschat met behulp van de Methode van de Meest Aannemelijke Schatting [Clarke, 1973; Kendall, Stuart, 1979; Van Montfort, 1979]. Onder de aanname van onafhankelijkheid van de maxima van de verschillende maanden is de kansverdeling voor het jaar berekend uit de maand-Gumbelverdelingen [Dickinson, 1977]. Uit de kansverdeling voor het jaar zijn de drempelwaarden voor neerslag en

Afb. 1 - Regenduurlijnen tot 180 minuten afgeleid uit gegevens van Lelystad en van De Bilt volgens Schenkeveld, Van den Herik en Kooistra (1970).



Afb. 2 - Inloopduurlijnen tot 180 minuten afgeleid uit de gegevens van een woonwijk en een parkeerplaats in Lelystad.



TABEL IV - *Verhouding tussen vergelijkbare punten van de neerslagduurlijnen en van de inloopduurlijnen van de woonwijk en de parkeerplaats.*

	inloop woonwijk			%	inloop parkeerplaats			%
	neerslag				neerslag			
Herhalingstijd(jaren)	1	2	5	10	1	2	5	10
tijdvak (minuten)								
5	47	42	38	30	50	46	43	33
10	59	53	50	41	64	59	57	48
20	67	66	65	58	78	73	68	59
30	70	71	69	64	80	79	69	59
45	73	78	76	73	81	80	69	59
60	73	78	76	73	81	80	70	59
120	74	80	80	84	77	80	70	71
180	75	79	80	81	75	73	70	67
240	76	79	80	78	74	70	69	65

rioolinloop afgeleid bij herhalingstijden van 1, 2, 5 en 10 jaar. De herhalingstijd van 1,1 jaar is gebruikt als een benadering van de punten met een herhalingstijd van 1 jaar. Door de lengte van het tijdvak te variëren zijn meerdere punten van de duurlijnen achterhaald. Vanuit de veronderstelling van continuïteit van de kansverdelingen zijn de punten met een zelfde herhalingstijd verenigd tot duurlijnen.

Neerslag- en inloopduurlijnen

In afb. 1 zijn de regenduurlijnen weergegeven tot 180 minuten zoals deze zijn afgeleid uit de 5-minutencijfers van de neerslag te Lelystad over de periode 1968-1980. Ter vergelijking zijn in dezelfde afb. de door Schenkeveld en door Van den Herik en Kooistra (1970) berekende regenduurlijnen voor De Bilt opgenomen. De duurlijnen voor herhalingstijden van 1 en 10 jaar van Schenkeveld en voor de metingen in Lelystad vertonen een goede overeenkomst, uitgezonderd het tijdvak van 5 minuten. De 10-jaarduurlijn van Van den Herik en Kooistra wijkt af. Waarschijnlijk ligt de verklaring in de door Schenkeveld en de in deze studie toegepaste schattingsmethode; ook lieten Van den Herik en Kooistra enige vorm van transformatie van de maxima of van de duurlijnen achterwege.
De verschillen in de duurlijnen met P=2 en P=5 volgens Schenkeveld en volgens de hier gepleegde maximumanalyse komen waarschijnlijk voort uit de verschillen tussen de transformatie die door Schenkeveld is gebruikt en de hier gebruikte Box-Cox transformatie. De verschillen tussen de lijnen voor het tijdvak van 5 minuten kunnen misschien worden toegeschreven aan het gebruik van een andere regenmeter en van andere registratie-apparatuur. Een duidelijke oorzaak voor deze verschillen ontbreekt echter.
Op grond van de gevonden overeenkomst bij de duurlijnen met P=1 en P=10 mag worden verwacht dat tussen de neerslagmaxima in De Bilt en in Lelystad geen essentiële verschillen optreden, mogelijk uitgezonderd voor tijdvakken van 5 minuten.
De inloopreeksen van de woonwijk en de parkeerplaats zijn op een identieke manier geanalyseerd. De berekende inloopduurlijnen zijn weergegeven in afb. 2. Tevens zijn hierin de lijnen voor afvoeren van 40-80 l/s/ha getekend. Om een vergelijking tussen de regenduurlijnen en de inloopduurlijnen mogelijk te maken is tabel IV opgesteld. De verhouding tussen de inloop en de neerslag bij gelijke tijdvaklengte en gelijke herhalingstijd is hierin weergegeven.
Het is interessant om deze gegevens te leggen langs de ervaringen uit een onderzoek naar de relatie tussen neerslag en rioolinloop [v. d. Ven e.a.; 1981] en uit onderzoek naar de afvoercoëfficiënt [v. d. Berg e.a., 1977]. Uit het onderzoek naar de neerslaginloop-relaties bleek, dat de parkeerplaats sneller reageerde op neerslag dan de woonwijk. De piek van de eenheidsafvoergolf was ook groter. In de cijfers van tabel IV wordt dit weerspiegeld door hogere percentages voor de parkeerplaats voor tijdvakken korter dan 120 minuten. Het effect vermindert bij grotere herhalingstijden. Het onderzoek naar de afvoercoëfficiënt leverde in dit verband twee belangrijke resultaten op:
– De afvoercoëfficiënt voor buien met een afvoer groter dan 1 mm bedraagt voor de parkeerplaats gemiddeld 54% en voor de woonwijk 59%. De 90%-punten van de verdelingen van de afvoercoëfficiënt lagen op resp. 73 en 76%.
– De coëfficiënt neemt toe bij een toenemende gemiddelde neerslagintensiteit van de bui.

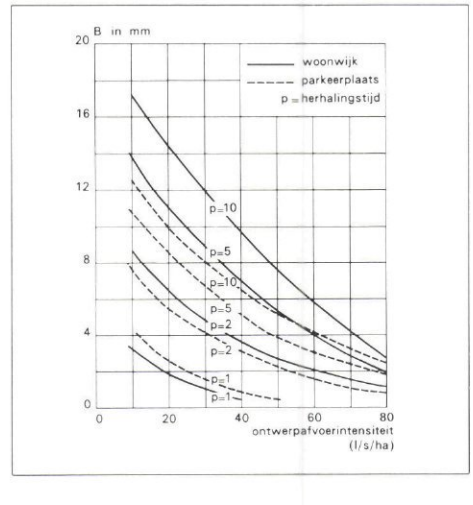
Het eerstgenoemde resultaat ziet men terug in de cijfers van tabel IV; het laatstgenoemde alleen in de cijfers voor de woonwijk.
De afname van de verhouding tussen inloop- en neerslagmaxima bij de parkeerplaats moet waarschijnlijk worden toegeschreven aan de Box-Cox transformatie bij de inloopmaxima; de overschrijdingsdrempels in de inloop vielen daardoor bij grotere herhalingstijden lager uit.

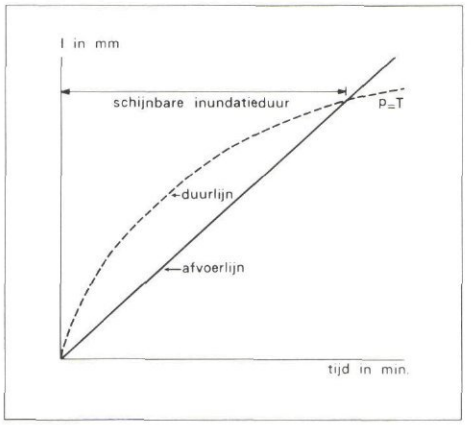
Berging

Bij elke reëel gekozen afvoercapaciteit zal het gebeuren, dat die capaciteit soms te klein is om de gehele inloop te kunnen verwerken en zal water tijdelijk geborgen moeten worden. Of deze berging nog in het rioolstelsel wordt gevonden (buizen, putten, kolken) of op straat blijft even buiten beschouwing. Om een indruk te krijgen van de mate waarin en de frequenties waarmee water geborgen moet worden, zijn de 5-minuten-inloopreeksen omgezet in reeksen van geborgen hoeveelheden.
Dit is gebeurd door maximaal de ontwerp-afvoerintensiteit af te trekken van de inloop plus de op dat tijdstip geborgen hoeveelheid. Aan het begin van elke maand is de berging leeg verondersteld.

De maandelijkse maxima van de reeksen bergingscijfers zijn aan een maximum analyse onderworpen. Voor alle bergingsmaxima uit een zelfde maand is een Gumbelverdeling verondersteld. De maxima zijn dus niet Box-Cox getransformeerd; dit bleek niet nodig. Door de toepassing van de aangepaste momenten schattingsmethoden zijn de twee parameters van de Gumbelverdeling geschat [v. Montfort, 1979]. Rekening is gehouden met de randvoorwaarde dat de te bergen hoeveelheid groter of gelijk is aan nul en met de reële kans dat maandelijkse maxima gelijk zijn aan nul. De maand-Gumbelverdelingen zijn daarna omgewerkt tot verdelingen voor het gehele jaar. In afb. 3 zijn de bergingen aangegeven die eenmaal per 1, 2, 5 en 10 jaar worden overschreden in relatie tot de gebruikte ontwerpafvoerintensiteit. Voor de herhalingstijden van 1(,1) en 2 jaar is de relatie tussen de berging en de ontwerp-afvoerintensiteit voor de woonwijk en de parkeerplaats goed vergelijkbaar; voor de grotere herhalingstijden wijken de lijnen 0-4 mm van elkaar af. Aangezien geen rekening is gehouden met de traagheid van

Afb. 3 - De berging die met bepaalde herhalingstijd wordt overschreden, afhankelijk van de ontwerpafvoerintensiteit.





Afb. 4 - De schijnbare inundatieduur die met een herhalingstijd T en een ontwerpafvoerintensiteit a optreedt.

het water dat in het rioolstelsel stroomt, kan de te bergen hoeveelheid licht zijn onderschat.

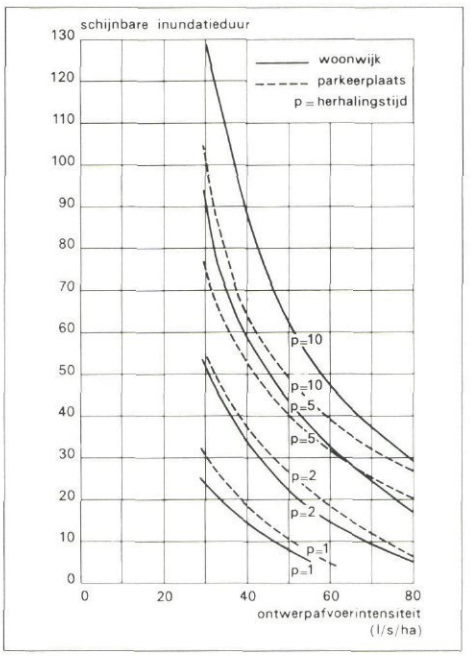
Uit afb. 3 valt niet af te leiden of de benodigde berging in het rioolstelsel wordt gevonden of op straat. Wanneer vóór het moment dat de inloop groter wordt dan de ontwerpafvoer geen inloop of een inloop kleiner dan de ontwerpafvoer optreedt, dan kan de benodigde berging geheel of gedeeltelijk worden gevonden in het rioolstelsel. Men zou te optimistisch zijn, als de op straat te bergen hoeveelheid werd berekend door de totale bergingscapaciteit van het stelsel af te trekken van een met behulp van afb. 3 gevonden te bergen hoeveelheid.
Te pessimistisch is men evenwel, als men aanneemt dat aan het begin van een overschrijding van de ontwerpafvoer de dynamische berging al volledig gevuld is en het stelsel de ontwerpafvoer afvoert. In dat geval is in het hele stelsel hoogstens nog een stukje restberging aanwezig in putten, kolkaansluitingen, kolken en dergelijke en zou de op straat te bergen hoeveelheid gelijk zijn aan de volgens afb. 3 te bergen hoeveelheid minus de restberging.
De werkelijke op straat te bergen hoeveelheid zal ergens tussen de optimistische en de pessimistische schatting in liggen.
Omdat zware buien in de meeste gevallen optreden na een droogweerperiode die langer is dan enige uren – zodat het (regenwater)-stelsel dan leeg is – en onmiddellijk bij hun aanvang een overschrijding van de ontwerpafvoer leveren, zal iets eerder de optimistische schatting dan de pessimistische schatting worden gerealiseerd.

Ontwerpafvoerintensiteit

De ontwerpafvoerintensiteit kan worden gekozen aan de hand van twee criteria, te weten de tijdelijk te bergen hoeveelheid water en de tijdsduur waarmee 'water op straat' optreedt (ofwel de inundatieduur). Beide criteria zijn aan elkaar gekoppeld; hoe meer water op straat geborgen is, des te groter is de inundatieduur. Vooral wanneer grote hoeveelheden water geborgen moeten worden, zal in verband met de optredende schade, het bergingscriterium zwaarder wegen dan het tijdscriterium. De te bergen hoeveelheid water is dan ook in het algemeen maatgevend voor de schadefunctie. Bij de keuze van de ontwerpafvoerintensiteit zal afb. 3 dus een belangrijke rol spelen. Wil men een eerste schatting van de inundatieduur maken, dan kan de schijnbare inundatieduur uit de inloopduurlijnen worden afgeleid (zie afb. 4); in afb. 5 is de schijnbare inundatieduur als functie van de ontwerpafvoer en de herhalingstijd weergegeven.

Uit de afb. 3 en 5 blijkt dat bij een vergroting van de ontwerpafvoerintensiteit de wet van de verminderde meeropbrengst duidelijk geldt. Bij een ontwerpintensiteit van boven de 40 l/s/ha vermindert de schijnbare inundatieduur en de te bergen hoeveelheid langzamer dan daar beneden. Gezien ook de aanwezige bergingscapaciteit in het regenwaterriool van circa 2-5 mm en uitgaande van de ervaringen met de ontwerpafvoerintensiteit van 60 l/s/ha in Flevoland lijkt het gerechtvaardigd om in het vervolg een ontwerpafvoerintensiteit van 40-50 l/s/ha te gebruiken voor de regenwaterriolen op parkeerplaatsen, industrieterreinen en in woonwijken. Rondom winkelcentra en andere druk bezochte plaatsen is een norm van 60 l/s/ha afdoende. Daarmee wordt een differentiatie in de ontwerpafvoerintensiteit ingevoerd, afhankelijk van het grondgebruik in en het belang van het gebied. Met het oog op de verschillen tussen de schadefuncties bij de verschillende bodembestemmingen in het stedelijk gebied is dit een logische zaak.
Worden maatregelen genomen om het neerslagverlies te vergroten middels infiltratie of om het inloopoverschot tijdelijk te bergen, dan kan de ontwerpafvoerintensiteit verder worden gereduceerd [zie ook v. Dam, 1982]. Wanneer hellende dakoppervlakken over grote delen van het terrein voorkomen, kan de ontwerpnorm iets worden verhoogd. De ervaring in Flevoland leert, dat de ontwerpintensiteit voor regenwaterriolering echter nooit hoger gekozen hoeft te worden dan 60 l/s/ha verhard oppervlak, uitgezonderd onder viaducten.

Of de aangegeven ontwerpafvoerintensiteiten ook bruikbaar zijn in geheel Nederland hangt af van de vraag of de hier berekende regenduurlijnen, en daarmee de inloopduurlijnen, gelden voor het gehele Nederlandse grondgebied. Voor het lager gelegen, vlakke deel van Nederland is dit wel aannemelijk; voor de overige gebieden minder. Afdoende cijfermateriaal om dit te staven ontbreekt echter.



Afb. 5 - De schijnbare inundatieduur als functie van de afvoerintensiteit en de herhalingstijd.

Regenwaterriolen worden momenteel in Nederland meestal ontworpen met een ontwerpafvoerintensiteit tussen de 60 en 90 l/s/ha. Een reductie van de ontwerpintensiteit van 60 tot 50 l/s/ha levert een vermindering in de aanlegkosten van het regenwaterriool op van naar schatting ca. 1-3%. Wordt 40 l/s/ha toegepast, dan bedraagt de vermindering naar schatting 2-7%. Uitgaande van een oorspronkelijke ontwerpafvoerintensiteit van 90 l/s/ha bedragen de besparingen respectievelijk ca. 3-10 en 4-14%.

Conclusies

De regenduurlijnen die zijn afgeleid uit de 5-minuten neerslagsommen over 12 jaar waarnemingen in Lelystad wijken niet essentieel af van de duurlijnen die zijn afgeleid voor De Bilt. Uit de afvoermetingen op een parkeerplaats en in een woonwijk kan de rioolinloop worden achterhaald.
De afvoermetingen vonden gelijktijdig met de neerslagmetingen plaats. Uit de 5-minuten inloopsommen zijn inloopduurlijnen afgeleid voor beide meetgebieden. Het verschil tussen de regenduurlijnen en de inloopduurlijnen sluit in het algemeen goed aan bij de beschikbare gegevens over neerslag-inlooprelaties en over afvoercoëfficiënten. De kortdurende neerslagpieken worden sterk gereduceerd en de procentuele verhouding tussen de maxima van de inloopsommen en de neerslagsommen over langere tijdvakken bedraagt ongeveer de afvoercoëfficiënt. Om overschrijdingskansen voor te bergen hoeveelheden te bepalen bij verschillende ontwerpafvoerintensiteiten, zijn uit de inloopreeksen

bergingsreeksen afgeleid. De maxima in de bergingsreeksen zijn daarna aan een maximum-analyse onderworpen. Met behulp van de schijnbare inundatieduur en de tijdelijk te bergen hoeveelheden inloop die met bepaalde frequentie worden overschreden, is de ontwerpafvoerintensiteit voor regenwaterriolen heroverwogen. Afhankelijk van de aard en de functie van het (vlakke) gebied kan in de meeste gevallen met een ontwerpafvoerintensiteit van 40-50 l/s/ha verhard oppervlak worden gerekend. Vergroting van de infiltratie en maatregelen voor tijdelijke berging van de rioolinloop maken een verlaging van deze ontwerpafvoerintensiteit mogelijk. Anderzijds kan in gebieden waar bijzondere eisen worden gesteld aan de drooglegging een ontwerpafvoerintensiteit van 60 l/s/ha verhard oppervlak worden toegepast. Indien mag worden aangenomen dat de kansverdeling van de neerslagintensiteit op andere plaatsen in Nederland vergelijkbaar is met die voor Lelystad, kunnen de aangegeven ontwerpafvoerintensiteiten ook elders in Nederland worden toegepast.

Literatuur

Berg, J. A. van den, J. de Jong, E. Schultz; 1977. *Some qualitative and quantitative aspects of surface water in an urban area with separate storm water and waste water sewer systems.* In: Proc. of the Amsterdam Symposium Effects of Urbanization and Industrialization on the Hydrological Regime and on Water Quality, IAHS publ. no. 123.

Berg, J. A. van den, G. A. Ven; 1977. *Kwantitatieve aspecten van de afvoer van regenwater in stedelijke gebieden.* H_2O (10) nr. 9, p.p. 200-203.

Clarke, R. T.; 1973. *Mathematical models in hydrology.* Irrigation and drainage paper nr. 19, FAO, Rome.

Dam, C. H. van, 1982. *Infiltratie in bestratingen.* H_2O-artikel in voorbereiding; Rijksdienst voor de IJsselmeerpolders, Lelystad.

Dickinson, T.; 1977. *Rainfall intensity-frequency relationship from monthly extremes.* J. of Hydr. 35, p.p. 137-145.

Herik, A. G. van den, M. T. Kooistra; 1970. *5-minuten regens.* Grontmij, De Bilt.

Jacobsen, P., P. Harremoës; 1981. *Significance of semi-pervious surfaces in urban hydrology.* In: Prod. of the second Int. Conf. on Urban Storm Drainage. Dept. of Civil Engineering, University of Illinois, Urbana-Champain.

Kendall, M., A. Stuart; 1979. *The advanced theory of statistics.* Vol. 1-3, Charles Griffin and Cie. Ltd., Londen.

Koot, A. C. J.; 1977. *Inzameling en transport van rioolwater.* Uitgeverij Waltman, Delft.

Liebmann, H.; 1970. *Der Einfluss von Einsteigschächten auf den Abflussvorgang in Abwasserkanälen.* Wasser und Abwasser in Forschung und Praxis, band 2; Schmidt Verlag, München.

Montfort, M. A. J. van; 1979. *Statistics of extremes.* Int. Inst. for Hydraulic and Environmental Engineering, Delft.

Schenkeveld, M. M. *Regengegevens uit de 5-minuten analyse.* Ingenieursbureau Dwars, Heederik en Verhey b.v., Amersfoort.

Talsma, A.; 1969. *Het bepalen van regenduurlijnen voor perioden van 5 tot 90 minuten.* H_2O (2) nr. 13, p.p. 316-319.

Ven, F. H. M. van de, P. van der Kloet, M. van der Wal; 1981. *Enige modellen en berekeningsmethoden voor de relatie tussen neerslag en rioolinloop.* Flevobericht nr. 176; Rijksdienst voor de IJsselmeerpolders, Lelystad.

● ● ●

Twee verschillende onderzoeken naar waardering kernenergie leveren uiteenlopende resultaten op

NSS: Voor- en tegenstanders kernenergie in evenwicht

Zeventien procent van de ondervraagden in een onderzoek dat de publicatie van het tussenrapport in de maatschappelijke energiediscussie begeleidt, stellen zich duidelijk op vóór een kernenergiebeleid. Bij deze voorstanders is echter weinig voorkeur voor directe actie, het uitbreiden van het aantal centrales.
Een afwachtende houding, bestaande centrales laten draaien, pas nieuwe bouwen als de veiligheidsproblemen zijn opgelost, komt bij 28 procent van *alle* ondervraagden voor. Onzekerheid en besluiteloosheid kenmerken de opstelling van vele andere ondervraagden.
De uitgesproken tegenstanders van kernenergie – achttien procent – willen wel directe actie, namelijk de centrales dicht.
Het onderzoek dat de stuurgroep van de energiediscussie door de Nederlandse Stichting voor Statistiek heeft laten uitvoeren naar de houding van de Nederlandse bevolking ten aanzien van de energievoorziening moet inzicht verschaffen in de mogelijke wijzigingen die in de meningen gaan optreden tijdens de echte discussiefase, die met de presentatie van het tussenrapport van start is gegaan. Daarom zal het thans uitgevoerde onderzoek in 1983 gedeeltelijk worden herhaald.
De stuurgroep heeft ook laten onderzoeken welke waarde men hecht aan zijn eigen politieke stem en aan inspraak in het algemeen. Veertig procent van de ondervraagden meent dat die stem weinig of geen weerklank vindt bij politieke organen, waarbij de lagere sociale klassen en stemmers op linkse partijen verhoudingsgewijs een negatiever oordeel hebben.
Bijna zestig procent van de ondervraagden meent dat de mening van de burger bij de overheid weinig gewicht in de schaal legt. Inspraak is aantrekkelijk voor personen die reeds het gevoel hebben dat hun politieke mening ook zonder inspraak – via de bestaande kanalen – naar voren komt, concluderen de onderzoekers.
Het energievraagstuk, hoewel door tachtig procent omschreven als groot tot zeer groot, wordt wel als minder ernstig gezien dan het werkloosheidsprobleem. De helft meent dat het energieprobleem op te lossen is, terwijl slechts een kwart meent dat het kernwapen- of het werkloosheidsvraagstuk de wereld uit geholpen kan worden.
De problemen die men op de middellange termijn verwacht liggen vooral op het gebied van de energieprijzen. Het minst is men ervan overtuigd dat er ook werkelijke schaarste aan grondstoffen op zal gaan treden. Aardgas is in de opvatting van de ondervraagden als energiebrandstof het eerste uitgeput en uranium het laatst. (ANP)

NOS-steekproef: grote meerderheid tegen kernenergie

Volgens een door een NOS-onderzoeker onder ongeveer 600 Nederlanders van 15 jaar en ouder gehouden steekproef is 73 procent van de Nederlandse bevolking tegen het toepassen op grote schaal van kernenergie voor de opwekking van elektriciteit; slechts 18 procent is voor.
Uit eerder door de NOS gehouden enquêtes blijkt, dat het aantal tegenstanders in de laatste vijf jaar sterk is toegenomen. In 1977 was 38 procent tegen en 27 procent voor, in 1979 was al 52 procent tegen en was het aantal voorstanders gedaald naar 24 procent. Tegenover deze cijfers, opgemaakt ten behoeve van het discussieprogramma over de brede maatschappelijke discussie dat woensdag 26 januari door de NOS-televisie werd uitgezonden, staan die van de Stuurgroep Brede Maatschappelijke Discussie zelf. Die maakte bekend, dat volgens een onderzoek door de Nederlandse Stichting voor Statistiek ons land bijna evenveel (uitgesproken) voorstanders (17 procent) als tegenstanders (18 procent) telt van toepassing van kernenergie.
Uit de NOS-steekproef blijkt voorts het aantal mensen, dat vindt dat we zonder kernenergie kunnen, bijna te zijn verdubbeld, namelijk van 32 procent in 1977 tot 62 procent eind 1982. Tegen het bouwen van een kerncentrale in de direecte woonomgeving is 81 procent (64 procent in 1977), 93 procent vindt dat er gevaren verbonden zijn aan kernenergie. In 1977 was dat 80 procent.
Bij gevaren denkt dan 56 procent aan straling, 29 procent aan ontploffingen, 28 procent aan het opslaan van radio-actief afval en 24 procent aan waterverontreiniging.
Volgens grote delen van het Nederlandse volk zullen rond het jaar 2000 windenergie, steenkool, maar toch ook kernenergie belangrijker voor de totale energievoorziening worden dan thans het geval is. (ANP)

NNI richt commissie voor gaschromatografie op

De Normcommissie Waterkwaliteit heeft een subcommissie Gaschromatografie opgericht, met als taak het normaliseren van gaschromatografische bepalingen van organische verontreinigingen in het milieu. De subcommissie staat onder voorzitterschap