

RIOOLOVERSTORTEN EN DE KWALITEIT VAN HET OPPERVLAKTEWATER (DEEL 2)

Prof. J. BERLAMONT - Ir. M. SMITS,
Laboratorium voor Hydraulica K.U. Leuven.

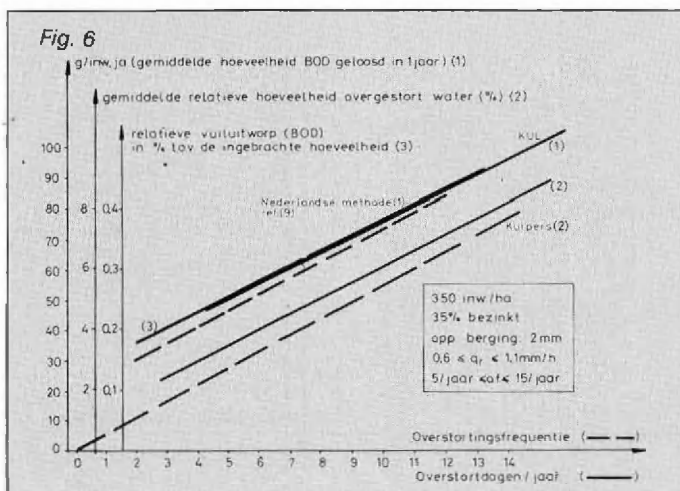
VERVOLG

(Deel 1, water nr. 16 blz. 68)

1. INLEIDING
2. PARAMETERS
3. SIMULATIE
4. ONTWERPCRITERIA
5. HET BAKMODEL
6. DE OVERSTORTINGSFREKWENTIE
7. RELATIEVE HOEVEELHEID OVERSTORTWATER

8. GEMIDDELDE VUILUITWORP (kg BOD/ha, jaar)

Voor niet te grote waarden van de overcapaciteit $q_r < 1.1 \text{ mm/h}$ ($\approx 2 \text{ D.W.A.}$ voor 350 inw./ha of 7 D.W.A. voor 100 inw./ha), bestaat er een bijna lineair verband tussen de overstortingsfrequentie en de gemiddelde jaarlijkse overgestorte BOD hoeveelheid (in kg BOD/ha, jaar of g/inw., jaar). Dit bevestigt resultaten van Wiggers en Bakker (Ref. 9) (Fig. 6).



De grootte van de oppervlakteberging die bepalend is voor de frequentie waarmee het slib opgewoeld wordt, beïnvloedt de hoeveelheid overgestort vuil in belangrijke mate: voor niet te grote waarden van de overcapaciteit q_r verlopen de curves voor een oppervlakteberging 0 en 2 mm grosso modo evenwijdig.

In het geval dat er geen neerslag kan geborgen worden op het terrein zijn de absolute waarden veel lager, omdat de pieklozingen 1.5 à 2 keer kleiner zijn t.g.v. het veel frequenter opwoelen van het bezonken slib. Indien men, aanneemt dat geen bezinking optreedt tijdens de droogweperperiodes vindt men voor kleine overcapaciteiten een veel steilere curve. Vergeleken met een rioolstelsel waarin wel bezinking optreedt, worden de overgestorte BOD-hoeveelheden sterk gereduceerd: er is immers geen first flush effect.

Als het first flush effect geen, of een verwaarloosbare invloed heeft op de totale overgestorte BOD-hoeveelheid leidt een toename van de bevolkingsdichtheid tot een ongeveer evenredige toename van de overgestorte BOD-hoeveelheid.

Op de grootte van de stootlozingen echter, heeft een verandering van bevolkingsdichtheid een verwaarloosbare invloed (bevolkingsdichtheid vergroten met factor 4 leidt tot een daling van de stootlozingen met 5 %).

9. DE RELATIEVE VUILUITWORP,

gedefinieerd als de gemiddelde HOEVEELHEID OVERGESTORTE BOD T.O.V. DE INGEBRACHTE HOEVEELHEID (of t.o.v. de hoeveelheid afgevoerd naar het waterzuiveringsstation), is een maat voor de verontreiniging van het ontvangend water (Ref. 11, 31). De curves die het verloop van de relatieve vuiluitwerp aangeven i.f.v. de berging en de overcapaciteit verlopen steiler dan de curves van de overstortingsfrequentie voor relatief grote waarden van de overcapaciteit ($q_r > 1.4 \text{ mm/h}$) (Fig. 4). Voor lagere waarden van de overcapaciteit verlopen ze ongeveer parallel, en is er een lineair verband tussen relatieve vuiluitwerp en overstortingsfrequentie (Fig. 6).

Dit komt omdat de vervuiling niet zozeer bepaald wordt door de beschikbare BERGING, maar vooral door de aan de bui voorafgaande droge periode (straatvuil, aanslibbing in het riool, « first flush » effect). De AFVOERCAPACITEIT heeft daarentegen een belangrijke invloed op het al dan niet « snel » afvoeren van vervuilende stoffen naar het waterzuiveringsstation: bij kleine afvoercapaciteit wordt weinig met afvalstoffen vermengd water en dus weinig « vervuiling » afgevoerd, de rest (met een nog hoge vuilconcentratie) wordt overgestort.

Dit wordt bevestigd door metingen in Nederland (Ref. 35): de overcapaciteit is de belangrijkste parameter; de duur van de droge periodes tussen twee opeenvolgende overstortingen moet beschouwd worden als een bijkomende parameter.

De berekende resultaten blijken bovendien te kloppen met de resultaten van Mc Kee voor Boston (Ref. 24). Hij vond 25 overstortingen per jaar als het afvoervermogen van het doorvoerriool $10 \times$ de gemiddelde D.W.A. bedraagt of nagenoeg $3 \times$ de maximale D.W.A. De jaarlijkse hoeveelheid afvalwater die dan via de stormoverlaten in het oppervlaktewater terecht komt bleek 0.6 % te zijn.

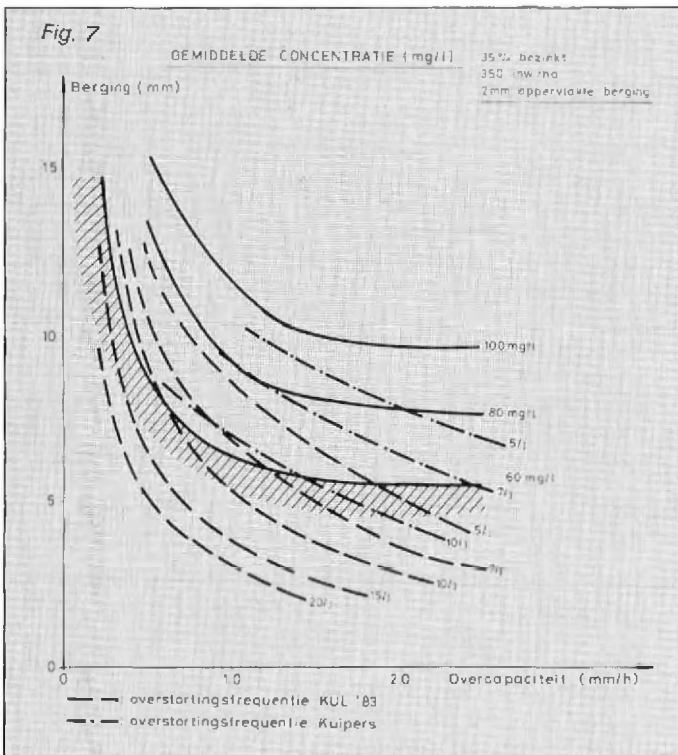
Een afvoervermogen van $3 \times$ de maximale D.W.A., betekent een overcapaciteit van 2 D.W.A., wat ongeveer neerkomt op 1.5 mm/h voor 350 inw./ha . $q_r = 1.5 \text{ mm/h}$ en een overstortingsfrequentie van 36/jaar betekent een berging van 1 à 1.5 mm . Uit Fig. 4 volgt inderdaad met $q_r = 1.5 \text{ mm/h}$ en $b = 1 \text{ à } 1.5 \text{ mm}$ een relatieve hoeveelheid overgestort vuil van ongeveer 0.6 %! Indien het grootste gedeelte van de overgestorte hoeveelheid vuil afkomstig is van stootlozingen, is de (t.o.v. de ingebrachte hoeveelheid) gemiddelde relatieve overgestorte BOD hoeveelheid omgekeerd evenredig met de bevolkingsdichtheid: de hoeveelheid overgestort vuil is dan immers onafhankelijk van de bevolkingsdichtheid, de ingebrachte hoeveelheid is daarentegen evenredig met de bevolkingsdichtheid. Voor niet te grote overcapaciteit valt de curve « 7 overstortingen per jaar » nagenoeg samen met 0.4 % relatieve vuiluitwerp in het geval van (350 inw./ha) of 1.4 % voor 100 inw./ha . Naarmate er minder bezinking optreedt in de

droge periodes wordt de totale overgestorte BOD hoeveelheid echter meer en meer bepaald door overstortingen met een geringere vuilconcentratie en neemt de invloed van de bevolkingsdichtheid op de gemiddelde relatieve BOD hoeveelheid af.

Net zoals bij de berekening van de overstortingsfrequentie, is de onzekerheid op de resultaten vrij groot. De gemiddelde standaardafwijking is van de grootte orde van 10 à 30 % van de gemiddelde waarden zelf. De relatieve afwijking is des te groter naarmate de overcapaciteit kleiner, en dus de berging groter is.

10. GEMIDDELDE BOD

Voor overcapaciteiten (> 1.5 à 2 mm/h) blijkt de (jaar-) concentratie van het overstortend water nagenoeg onafhankelijk van de overcapaciteit (bij gelijkblijvende berging) (Fig. 7). Voor kleine waarden van q_r (< 1.0 mm/h) bestaat een bijna lineair verband tussen de gemiddelde BOD concentratie van het overstortende water, de overstortingsfrequentie, de overstort-hoeveelheden en de relatieve vuiluitworp.



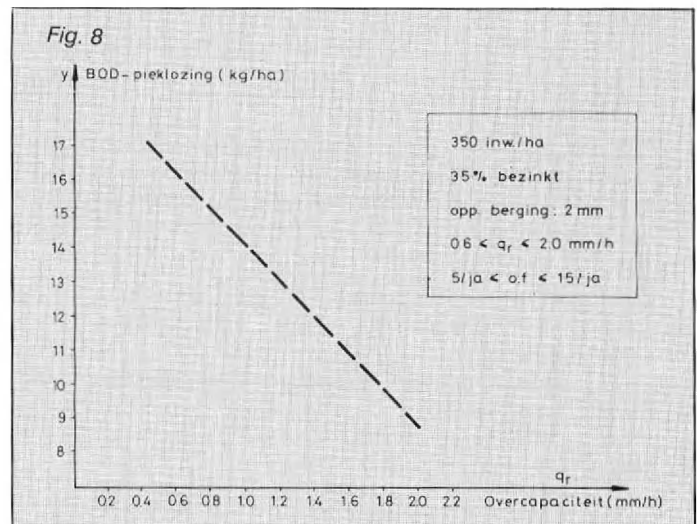
Een verandering van de berging, voor een gegeven overcapaciteit beïnvloedt de PIEKLOZING praktisch niet, dit is de grootste hoeveelheid BOD die gemiddeld met een terugkeerperiode van één jaar, tijdens één « dag met overstorting » in het oppervlaktewater terecht komt.

De pieklozing (kg/ha) blijkt onafhankelijk te zijn van de overstortingsfrequentie en wordt alleen bepaald door de overcapaciteit.

De piekconcentratie neemt bijna lineair af met toenemende overcapaciteit (Fig. 8) (350 inw./ha en 35 % bezinkt).

De invloed van de oppervlakteberging op de pieklozingen is zeer groot, deze zijn voor kleine overcapaciteiten (< 0.8 mm/h) een factor 1.5 à 2 lager bij oppervlakteberging 0, vergeleken met 2 mm oppervlakteberging dank zij een frekwenter opwoelen van het bezonken slib. Voor

grotere overcapaciteiten is er minder verschil in grootte van de pieklozingen.



In rioelstelsels waarin BEZINKING optreedt kunnen de pieklozingen ($T = 1$ jaar) alleen beperkt worden door een toename van de overcapaciteit. Indien GEEN BEZINKING optreedt is de invloed van de overcapaciteit geringer en leidt een bergingstoename eveneens tot goede resultaten.

Bij een vergroten van de berging door een grotere riooldiameter moet men erop letten geen bijkomende slibafzettingen gedurende dagen zonder runoff te veroorzaken omdat dit resulteert in VEEL grotere pieklozingen.

De zeer zeldzame pieklozingen ($T > 2$ jaar) beperken kan enkel gerealiseerd worden door een toename van de overcapaciteit, een bergingstoename heeft een verwaarloosbare invloed.

De piekconcentraties liggen iets hoger (± 5 à 10 %) voor de kleinere bevolkingsdichtheid. Voor zeer kleine overcapaciteiten ($< .4$ mm/h) is het verschil groter (tot ± 20 %).

11. BEREKENING EN REALISATIE VAN DE BERGING

De bovenstaande theorie geldt alleen voor eenvoudige rioelstelsels, voorzien van één stroomop- of stroomafwaarts gelegen overstort of van meerdere overstorten met hetzelfde kruinpeil. De berekening van de statische berging (Ref. 10, 24) houdt geen moeilijkheden in. De dynamische berging (Ref. 10, 24), die voor relatief grote bekens zeker niet verwaarloosbaar is, kan alleen nauwkeurig berekend worden via een verhanglijnberekening.

De formule van Huiswaard en Kuiper (Ref. 10) is slechts benaderend geldig. Voor ingewikkelde rioelsystemen met meerdere overstorten met verschillende kruinpeilen kunnen de overstortfrequenties of -hoeveelheden enkel via een simulatieberekening bepaald worden (zie § 3).

Traditioneel wordt door de Vlaamse ontwerper de berging in het rioelstelsel voorzien, door de diameter van de (stroomafwaarts gelegen) leidingen groter te kiezen dan hydraulisch gezien nodig is, of door kleppen en/of knijpleidingen aan te wenden, waardoor de berging in het net ook in de opwaartse gedeelten optimaal benut wordt.

Een moderne tendens bestaat erin zoveel mogelijk « on-site » berging te voorzien, d.i. het regenwater (gedurende een relatief korte tijd) ophouden vooraleer het het

rioolsysteem binnendringt : het regenwaterafvoersysteem van gebouwen voorzien van een « vertragingreservoir » of een gewilde plasvorming op parkeerterreinen, parken, voetgangerszones, daken, ... (Ref. 19, 20, 21, 22, 31) of het hervoeden van het grondwater door parkeerterreinen, voetpaden, enz. te voorzien van een doorlatende bedekking (grind, hydro-beton, ...).

In München bv. wordt het regenwater afkomstig van 30 % van de daken rechtstreeks in de grond gebracht (Ref. 30). Zulke oplossing is zeer economisch omdat ze de globale afvloeiingscoëfficiënt (φ) van het bekken (verharde oppervlakte) sterk doet afnemen.

Indien toch extra berging IN het net nodig is, gaat de voorkeur tegenwoordig naar afzonderlijke berg- (bezink-)reservoirs in plaats van naar te grote riooldiameters. Te ruime rioolbuizen (kleine snelheden, geringe sleepspanning) veroorzaken immers sedimentatie tijdens de droogweeperperiodes en dus een belangrijk « first flush effect » bij de eerstvolgende overstorting (§ 8, 9).

Voor eenzelfde berging en overstortingsfrequentie zal de vervuiling van het oppervlaktewater geringer zijn als aparte berg (bezink-)reservoirs gebruikt worden dan wanneer de berging in de rioolbuizen gerealiseerd wordt. In Groot-Brittannië is bv. gebleken dat in het geval van een afzonderlijk bergbezinkingsreservoir (met een verblijftijd van minstens 30 min) de BOD-belasting van het ontvangend water met 1/3 à 1/2 vermindert (Ref. 32). Bovendien vult zulk reservoir zich op het kritische moment t.t.z. net vóór de overstorting, buizen vullen zich te vroeg (Ref. 5). Vooral als de te realiseren extra berging belangrijk is, zijn afzonderlijke bergreservoirs meestal goedkoper. Nadelen zijn : de nodige beschikbare ruimte en het regelmatig schoonmaken van het reservoir. Dit laatste kan automatisch gebeuren door de reservoirs op te vatten als silo's die mechanisch gereinigd worden zoals in de waterzuiveringsstations.

Een bijkomend voordeel is dat de bergingsreservoirs gefaseerd kunnen gebouwd worden, naarmate dat het rioolstelsel uitgebreid wordt of de bebouwing toeneemt.

Tenslotte kan nog opgemerkt worden dat, om een bepaalde LEDIGINGSTIJD te bekomen, een veel grotere afvoercapaciteit voorzien moet worden dan vermoed aan de hand van de vereenvoudigde formule $T = B/Q$, (Deze formule houdt geen rekening met het eventueel aanhouden van de neerslag tijdens het leeglopen). Het blijkt dat de berging nagenoeg **geen** invloed heeft op de leeglooptijd (immers : grotere berging = grotere vullingsgraad = grotere snelheid !) : een beperking van de ledigingstijd is enkel realiseerbaar door de overcapaciteit te vergroten.

12. BIJKOMENDE MAATREGELEN TER BEPERKING VAN DE VERONTREINIGING VAN HET OPPERVLAKTEWATER T.G.V. OVERSTORTINGEN UIT GEMENGDE RIOOLSTELSELS

Afgezien van de hoger besproken parameters : berging en overcapaciteit, zijn er andere maatregelen die in belangrijke mate de vervuiling van het ontvangend oppervlaktewater door de overstortingen uit gemengde rioolstelsels kunnen verminderen (« best management practices : BMP's » (Ref. 33).

Een groot gedeelte van de vervuiling van het water is te vinden in het slib, de bezinkbare stoffen : het kan veel goedkoper zijn het vuil op voorhand weg te nemen door het regelmatig reinigen van de straten dan het achteraf in een zuiveringsstation te moeten verwijderen (Ref. 31) :

- *regelmatig schoonmaken van de straten* : vegen plus verzamelen van het vuil (wegzuigen) (Ref. 33) of spoelen of schoonspuiten van de straten (Parijs, ...) : men slaagt erin tot 93 % van alle vaste deeltjes weg te nemen (Ref. 31, Ref. 34) ;
- *regelmatig schoonmaken van de straatkolken* : straatkolken die lozen op een gemengd rioolstelsel zijn voorzien van een reukafscheider, het zijn zgn. « verzamelkolken » waarin het vaste vuil dat tijdens hevige neerslag van de straten afstroomt opgevangen wordt. Regelmatig schoonmaken van deze « putjes » vermijdt dat het slib in het rioolsysteem terechtkomt en dus via de overstorten in het oppervlaktewater. Eigenlijk moeten deze straatkolken na iedere hevige bui (of periode van hevige neerslag) schoongemaakt worden ;
- *regelmatig schoonspuiten (spoelen) of mechanisch schoonmaken van de rioolbuizen* : het tijdens droogweeperperiodes afgezette slib wordt weggespoeld en komt in het zuiveringsstation terecht i.p.v. tijdens de volgende regenperiode via de overstorten in het oppervlaktewater te belanden ;
- *beperking van het gebruik van chemicaliën* : het overdadig gebruik van fertilisers en pesticiden tegen gaan ;
- *toepassing van « natuurlijke drainage »* : urbanisatie veroorzaakt een toename van de ondoorlatende oppervlakte, een toename van de afvloeiingscoëfficiënt, toename van de debieten. Door zoveel mogelijk doorlatende oppervlakten te behouden of aan te leggen, werkt men de voeding van het grondwater in de hand, reduceert men de piekafvoeren en vermindert men het transport van polluenten naar het riool en dus het oppervlaktewater. Ook wordt zodoende de waterhuishouding en het regime van de wassen van de rivier niet ongunstig beïnvloed. Dit maakt misschien dure en weinig efficiënte « kalibreringswerken » overbodig ;
- ook door een oordeelkundige *beplanting* kan de oppervlakteafvloeiing gereduceerd of vertraagd worden ;
- door schotten of roosters (verstopping !) aan te brengen vóór de overstorten kan men tot 80 % van het *drijvend vuil* beletten in het oppervlaktewater terecht te komen. Vaak is de « visuele kwaliteit » van het oppervlaktewater voor de bevolking het belangrijkste criterium (en niet de eigenlijke kwaliteit van het water). Deze hinder kan dus eenvoudig en met weinig kosten weggenomen worden door een goed ontwerp van de overstort of de overstortkamer ;
- de *overstortkonstructie* moet behoorlijk ontworpen en gebouwd zijn om inderdaad het debiet af te voeren dat men wenst, op het ogenblik dat men het wenst. (Eventueel moet in de loop van de levensduur van de constructie het kruinpeil aangepast worden aan een wijziging van de D.W.A. (bevolkingsdichtheid). Een goed berekend net kan een slechte performantie hebben wegens een slecht ontwerp van de overstort(en).

13. BESLUIT

1. De overstortingsfrequentie, berekend met het bakmodel en uitgedrukt in « gemiddeld aantal dagen met overstorting per jaar », is voor een gegeven berging en overcapaciteit meestal kleiner dan de overstortingsfrequentie afgeleid uit de stippengrafiek van Kuipers.

2. Gelet op de grote spreiding van de neerslagwaarden is de spreiding op de resultaten erg groot. De « nominale waarde » van de overstortingsfrequentie is op zichzelf weinig belangrijk. Uit het algemeen verloop van de overstortingsfrequentiecurven, blijkt echter dat de invloed van een toename van de berging op de reductie van de overstortingsfrequentie geringer is dan men zou denken op grond van de Kuipers-grafiek.

3. Gelet op de grote onzekerheidsmarge op de berekende overstortingsfrequenties en het steile verloop van de kurven, zijn belangrijke meeruitgaven, die als bedoeling hebben de nominale overstortingsfrequentie tot een norm-waarde te herleiden door toename van de berging, moeilijk te verantwoorden. Dit geldt a fortiori als de overstortingsfrequentie bepaald wordt uit de stippengrafiek.

4. Ander mogelijke criteria voor de bepaling van de vervuiling van het oppervlaktewater door de overstorten, vertonen grosso modo hetzelfde verloop in functie van berging en overcapaciteit dan de overstortingsfrequentie. Voor niet te grote waarden van de overcapaciteit ($q < 1.1 \text{ mm/h}$) bestaat zelfs een nagenoeg lineair verband tussen de overstortingsfrequentie en de relatieve vuiluitworp, de relatieve hoeveelheden overgestort water en de gemiddelde hoeveelheid geloosde BOD in g/inw., jaar.

5. De overstortingsfrequentie kan bijgevolg als een goed ontwerp criterium gehanteerd worden, vooropgesteld dat ze op een behoorlijke manier bepaald wordt (met een bakmodel of via een simulatie), dat de overcapaciteit niet te groot is en dat het criterium alleen gebruikt wordt om verschillende ontwerpen met elkaar te vergelijken, en niet om het effect van de overstorten op het oppervlaktewater te voorspellen.

6. De bezinking van het slib gedurende de droogweeperperiodes, en de frequentie waarmee het opgewoeld wordt zijn de bepalende factoren, zowel voor wat betreft de grootte van de stootlozingen (first flush effect) als de gemiddelde overgestorte BOD-hoeveelheden. Om het first flush effect te beperken, is het van het grootste belang dat de overcapaciteit niet te klein is en dat de riooldiameters niet onnodig groot gekozen worden (kleine snelheden).

7. Indien extra berging nodig geacht wordt, moet men zorgvuldig onderzoeken of « on-site » berging niet mogelijk is, en of de berging niet beter gerealiseerd wordt in een afzonderlijk berg (bezink-)reservoir, liever dan in de rioolbuizen zelf.

REFERENTIES

1. R.E. BARTLETT, « Developments in sewerage », Applied Science Publishers 1979.
2. J. BERLAMONT EN G. VAN LANGENHOVE, « De overstortingsfrequentie in gemengde rioolstelsels », *H₂O*, 19, sept. 1980, pp. 434 t/m 440.
3. J. BERLAMONT, M. SMITS EN N. VANDERSTAPPEN, « Richlijnen voor de berekening van rioolstelsels », K.U. LEUVEN, Laboratorium voor Hydraulica : Studie uitgevoerd in opdracht van het Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Bestuursafdeling Sanitaire Bouwkunde.
4. J.B. ELLIS, « Blights and Benefits of Urban Stormwater Quality Control » Proc. 1st Int. Seminar on Urban Drainage Systems, Southampton 1982.
5. L. FIERENS, « Keuze van de methode : berging of gravitair, overstorten, frequentie, pompcapaciteit », K.V.IV-HI De Nayer, Cursustekst « Deskundige op het gebied van rioolwatersystemen », sept. 1980.
6. P. HARREMOES, « Urbain storm drainage and water pollution », 2nd Int. Conf. on Urban Storm Drainage, Urbana, Ill., 1981.

7. U. MAIONE EN A. PAOLETTI, « Quality and Quantity characteristics of outflows from combined sewers », Proc. 1st Int. Seminar of Urban Drainage Systems, Southampton, 1982.
8. J.B.P. WIGGERS EN K. BAKKER, « Pollution of surface water causes by sewerage systems », I.F.I.P. working conference on the modelling of land, air and water resources systems, Gent, augustus 1977.
9. J.B.P. WIGGERS, K. BAKKER EN J. LEUNIK, « Beoordeling van rioolstelsels, vuilozingen en kostenaspecten », *H₂O* (10), 1977, nr. 19 en 20.
10. A.C.J. KOOT, « Inzameling en transport van afvalwater », Waltman, Delft, 1977.
11. EPA - 600/2 - 77 - 064 Nationwilde evaluation of combined sewer overflows and urban stormwater discharge, Vol. I, sept. 1977.
12. EPA - 600/2 - 77 - 064, Vol. II.
13. EPA - 600/8 - 80 - 048 Methodology for evaluating the impact and abatement of combined sewer overflow, Case-study Onondaga Lake, nov. 1980.
14. L. FIERENS, « Keuze van de methode : berging of gravitair, overstorten frequentie, pompcapaciteit », Mechelen, 1980.
15. K. IMHOFF, « Taschenbuch der Stdtenwasserung ».
16. P.J. HUISWAARD, « Relaties tussen overstorten en effluentlozingen », *H₂O* (9), 1976, nr. 8.
17. M. Smits, « Handleiding van het programma RIO voor de controle-berekening van rioolstelsels », Laboratorium voor Hydraulica, K.U. Leuven, versie 1-12-83.
18. K. BAKKER, « Het STORA-projekt 38B : een onderzoek naar de vuilemissie van rioolstelsels », Studiedag « Riooloverstorten, genootschap Cultuurtechniek », K.V.IV Leuven, 24-11-1982.
19. G. WOOLDRIDGE, « Storage tanks in storm drainage systems », report no IT227, HRS Wallingford, March, 1982.
20. W. SHILLING, « Cisterns against storms », First Int. Sem. on « Urban Drainage Systems », Southampton, 1982.
21. P. WISNER, « Parks against storms », 2nd Int. Conf. on Urban Storm Drainage, Univ. of Illinois, 15 - 19-6-1981, Vol. II, p. 322.
22. J. DURA, « On site detention : a stormwater management or mismanagement technique », 2nd Int. Conf. on Urban Storm Drainage, Univ. of Illinois, 15 - 19-6-1981, Vol. II, p. 341.
23. E. VAN MARKCE, persoonlijke mededeling 1980.
24. J. BERLAMONT, « Riolerings », Acco, Leuven, 1980.
25. K.M.I., « Hydrologische jaarboeken van België ».
26. J. KUIPERS, persoonlijke mededeling 31-1-1983.
27. C.J. PRATT EN J.J. HARRISON, « Storm runoff on a Calibrated Catchment », Proc. first Seminar on Urban Drainage system, Southampton, sept. 1982.
28. « RIOLERING EN WATERVERONTREINIGING », Rapport van de commissie riolering en waterverontreiniging van de afdeling voor gezondheidstechniek van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs, *H₂O* (5), 1972, nr. 12.
29. J. MARIEN, « A point rainfall generator », Seminarie NFWO contactgroep, V.U.B., 26-1-1983.
30. K. BECKEL, persoonlijke mededeling, Southampton, sept. 1982.
31. R. FIELD, « EPA research in urban stormwater pollution control », Proc. ASCE, Vol. 106, nr HY 5, May 1980.
32. GAMESON EN DAVIDSON, « Stormwater investigations at Northampton », Jnl of the Institute of Sewage purification, (1963), p. 105-130.
33. Proc. 2nd Int. Conf. on Urban Storm Drainage, Univ. of Illinois, USA, July 1982.
34. EPA - 600/2 - 77 - 083, Stormwater management model : level I - Comparative Evaluations of storagetreatment and other management practices - April 1977.
35. K. BAKKER EN H.S.J. VAN WIERINGEN « The influence of rainfall characteristics on the pollution emission », Rainfall as the basis for design and urban run-off analysis, Specialised Seminar, Copenhagen, 24 - 26-8-1983.