

NN31545.1246

januari 1981

Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding  
Wageningen

**BIBLIOTHEEK  
STARINGGEBOUW**

ONDERZOEK NAAR MOGELIJKHEDEN OM DE INFILTRATIE VAN  
REGENWATER IN EEN AFVALSTORT TE VERMINDEREN

2. Opzet van experimenten

ing. G.J. Agelink

**BIBLIOTHEEK DE HAFF**  
Droevendaalsesteeg 3a  
Postbus 241  
6700 AE Wageningen

Dit rapport is het tweede interim-rapport over het project "Oppervlak-  
kige afvoer van regenwater op vuilstortterreinen". Het project wordt  
grotendeels gefinancierd door het ministerie van volksgezondheid en  
milieuhygiëne.

1792607

13 FEB. 1998

CENTRALE LANDBOUWCATALOGUS



0000 0941 1261

## I N H O U D

	Blz.
1. INLEIDING	1
2. LABORATORIUMEXPERIMENTEN	2
3. VELDEXPERIMENTEN	5
3.1. Inrichting van het proefveld	5
3.2. Berekening	8
3.3. Afvoermetingen	10
4. OVERIGE EXPERIMENTEN	14
SAMENVATTING	15
LITERATUUR	16

## 1. INLEIDING

In nota 1175 zijn de belangrijke aspecten van de waterhuishouding van een afvalstort beschreven. Bij het gecontroleerd storten van afvalstoffen dient men te streven naar een volledige beheersing van deze waterhuishouding, opdat door het treffen van passende maatregelen de kans op grondwaterverontreiniging minimaal wordt.

Het hier beschreven onderzoek richt zich op het beheersen van de infiltratie van regenwater in het afvalstort. Deze infiltratie is afhankelijk van de hydrologische eigenschappen van de afdeklaag. In eerste instantie is de infiltratiecapaciteit van de oppervlaktelaag bepalend voor de eventuele afvoer van regenwater over het oppervlak (runoff). Vervolgens is de doorlaatfactor van slecht doorlatende lagen in de afdeklaag bepalend voor de uiteindelijke infiltratie in het afval.

In deze nota worden laboratorium- en veldexperimenten beschreven, die inzicht moeten geven in de factoren die belangrijk zijn bij oppervlakkige afvoer van regenwater over en door de afdeklaag. De belangrijkste vraag daarbij is, of het mogelijk is een zodanige afdeklaag te construeren, dat de infiltratie in het stort en daarmee dus ook de verontreiniging van het grondwater belangrijk afneemt.

## 2. LABORATORIUMEXPERIMENTEN

### Opzet van de experimenten

In het laboratorium wordt de afvoer van regenwater over en door een laag grond bestudeerd met behulp van een bak van ca.  $0,6 \text{ m}^2$ , waarin een 25 cm dikke laag grond is aangebracht op een laag grind van ca. 5 cm waarin twee drains liggen (fig. 1).

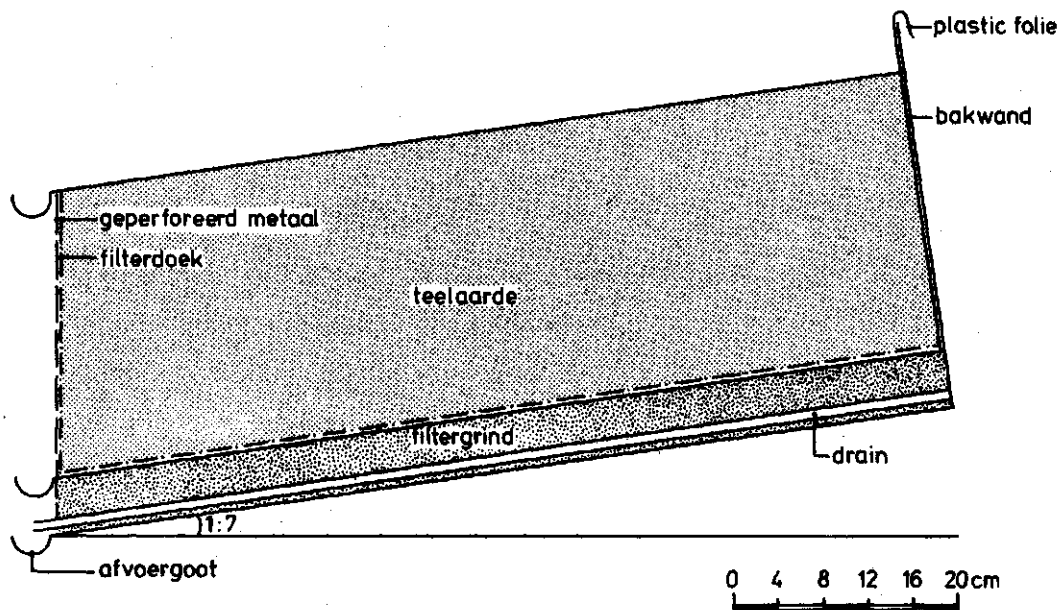


Fig. 1. Doorsnede van de modelbak in het laboratorium

Bij deze experimentele opzet is het mogelijk de helling van het grondoppervlak te variëren. De oppervlakte-afvoer wordt opgevangen in een afvoergoot en kan worden gemeten. De afvoer door de grondlaag en via de onderste grindlaag met de twee drains wordt gescheiden opgevangen en kan eveneens worden gemeten.

De regen wordt kunstmatig toegediend via een regeninstallatie. Deze regeninstallatie (fig. 2) produceert druppels, die door een draaiende beweging steeds op een andere plaats vallen. Ook de hoogte en daarmee de valsnelheid van de druppels is instelbaar. De regeninstallatie wordt aangesloten op de waterkraan en met behulp van een flowmeter wordt de verlangde regenintensiteit ingesteld.

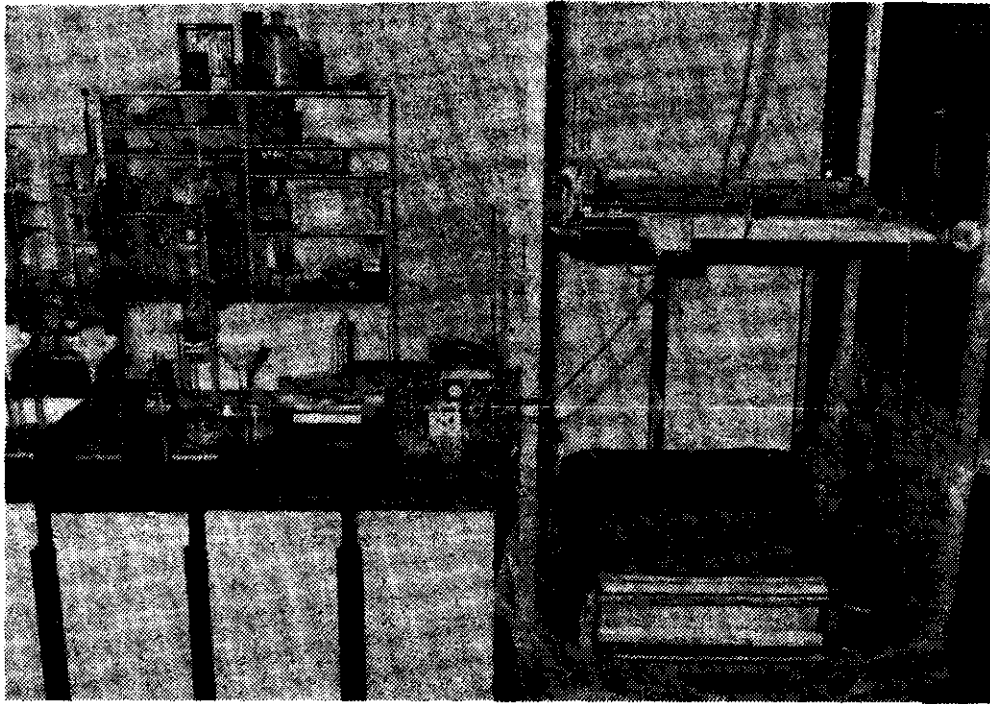


Fig. 2. De regeninstallatie zoals gebruikt in het laboratorium

Het vochtgehalte van de grondlaag wordt gemeten met behulp van tensiometers. Aangezien de experimenten altijd van korte duur zijn, kan de verdamping tijdens het experiment worden verwaarloosd. Daarmee zijn dus alle termen van de waterbalans, met uitzondering van de oppervlakteberging, bekend (in mm).

$$N = R + B_1 + B_2 + A_1 + A_2$$

waarin: N = neerslag

R = runoff

$B_1$  = berging op het oppervlak

$B_2$  = berging in de grond en grindlaag

$A_1$  = afvoer via de grond

$A_2$  = afvoer via de grindlaag

In de meeste gevallen zal de berekening worden voortgezet totdat een evenwichtssituatie is bereikt, dat wil zeggen tot het moment waarop  $B = 0$  geworden. In dat geval moet de som van de gemeten afvoeren ( $R + A_1 + A_2$ ) gelijk zijn aan de neerslagintensiteit (N).

Voor elke grondsoort kunnen de meetgegevens worden vergeleken met berekende resultaten op basis van de beschikbare pF-curve en k- $\psi$  relatie.

De experimenten moeten informatie opleveren over het effect van de helling op de oppervlakte-afvoer en de afvoer door de grondlaag. De helling zal vooral invloed hebben op de berging op het oppervlak. Deze laatste term kan apart worden gemeten door aan het eind van een beregeningsperiode de berekening tijdelijk te stoppen tot de grond juist droog valt. De grondlaag is dan nog verzadigd, zodat de bergingscapaciteit van de grond nihil is. Door nu de berekening weer te starten kan de berging op het oppervlak worden berekend uit de vertraging waarmee de runoff op gang komt.

Voor zover mogelijk zal ook het effect van de begroeiing op de berging op het oppervlak worden nagegaan.

### 3. VELDEXPERIMENTEN

#### 3.1. Inrichting van het proefveld

Op de vuilstortplaats van de Vuilafvoer Maatschappij VAM in Wijster is een proefobject aangelegd, waar het mogelijk is onder praktijkomstandigheden het effect van een afdeklag op de waterhuishouding van een afvalstort te meten (fig. 3).

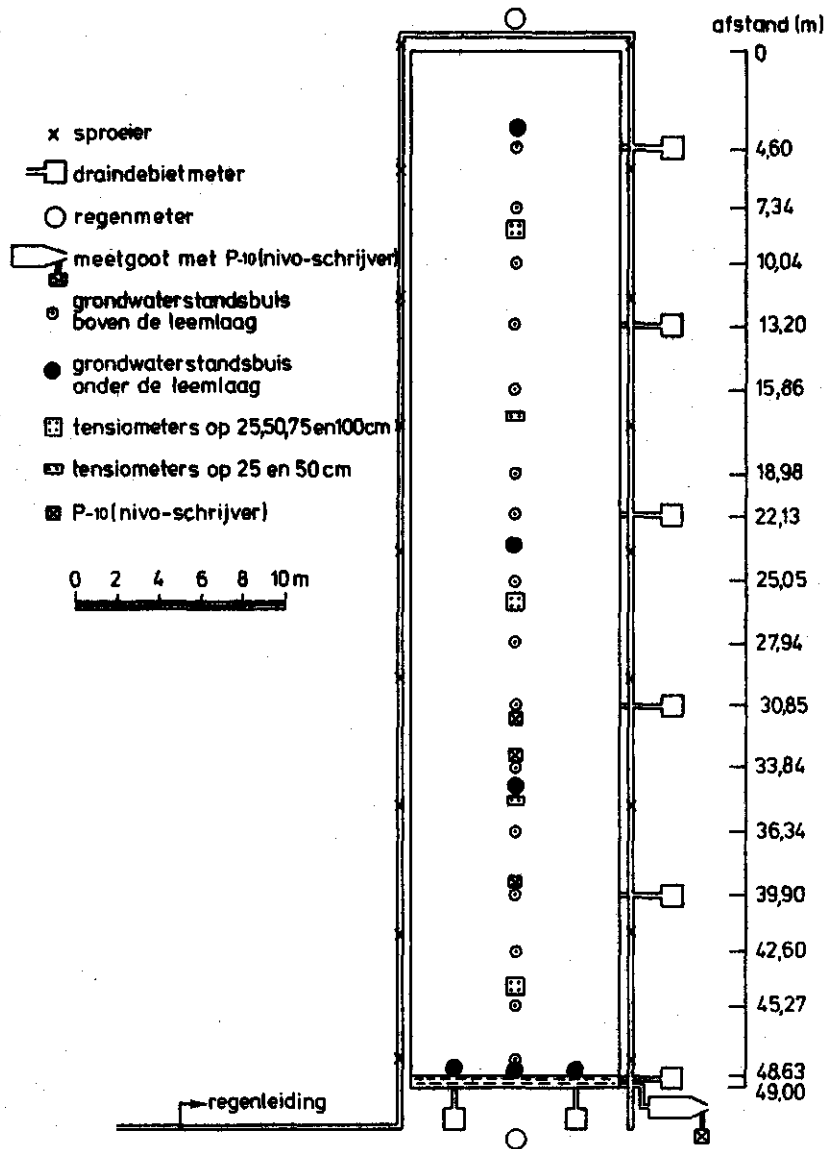


Fig. 3. Inrichting Proefveld Wijster

Dit proefobject is aangelegd op een ZW-helling van ca. 21% (fig. 4). Op deze helling is een 'lysimeterbak' opgebouwd van 10 x 49 m. De wanden van de bak bestaan uit eternitplaten ter hoogte van 1,25 m. De helling is eerst uitgevlakt met zand. Vervolgens is



Fig. 4. De lysimeterbak in Wijster

hierop plastic folie (merk: Draka, dikte  $\frac{1}{2}$  mm) aangebracht en omgeslagen over de rand van de bak. De 'lysimeterbak' is gevuld met een afdeklaag bestaande uit vier grondlagen. Van boven naar beneden is de afdeklaag als volgt opgebouwd (fig. 5).

0- 25 cm	zwarte, humeuze teelaarde
25- 50 cm	humusarm zand
50- 75 cm	keileem
75-100 cm	grof, humusarm spuitzand

In de onderste grof zandlaag zijn in de lengterichting van de helling twee drains op de plastic folie gelegd, voor de afvoer van het via de keileem afgevoerde water. In de humusarme zandlaag zijn eveneens drains aangelegd op de keileemlaag. Deze drains lopen dwars



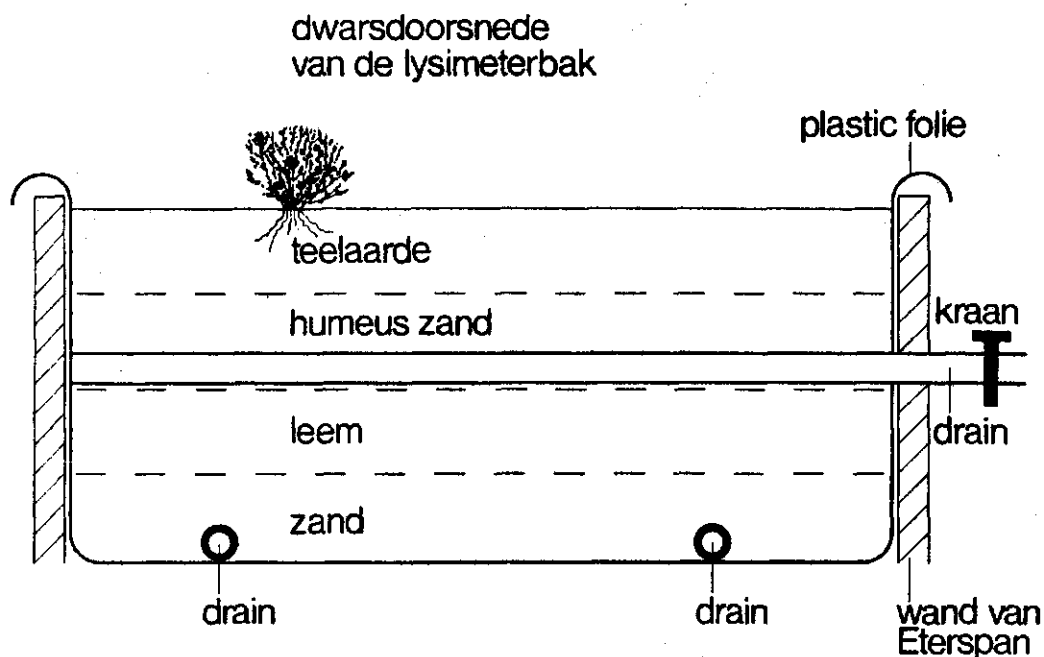


Fig. 5. Dwarsdoorsnede van de 'lysimeterbak'

op de lengterichting van de helling. De onderlinge afstand tussen deze drains bedraagt ca. 9 m. Met behulp van afsluiters kunnen deze drains eventueel buiten werking worden gesteld.

De neerslag wordt gemeten met behulp van twee zelfregistrerende regenmeters, een boven aan de helling en een onder aan de helling. De afvoer van water via de drains boven en onder de leemlaag wordt gemeten met behulp van draindebietmeters.

Voor de opvang van de oppervlakte-afvoer (runoff) is een goot aangebracht langs de benedenzijde van de lysimeterbak. Het opgevangen water wordt afgevoerd naar een afvoergoot, waar de afvoersnelheid wordt gemeten.

Voor de bepaling van de vochtberging in het bodemprofiel worden tensiometers aangebracht, waarmee de vochtspanning in de bodem kan worden gemeten. Eventueel kan de vochtberging ook worden gemeten met behulp van gammastraling. Gezien de helling van de bak en de ligging van de drains mag worden verwacht dat er grote verschillen zijn in vochtberging. Dit betekent dat er veel metingen nodig zijn om de berging in het bodemprofiel vast te stellen.

Langs de buitenrand van de bak is een regenleiding aangelegd, waarop 18 sproeiers zijn aangesloten op onderlinge afstanden van 6 m.

Deze sproeiers zijn zodanig af te stellen dat ze een halve cirkel bestrijken. In de hoeken worden de sproeiers zodanig afgesteld dat ze een kwart van de cirkel bestrijken. Voor de berekening wordt gebruik gemaakt van grondwater dat wordt opgepompt van een diepte van 33-38 m.

Aangezien de verdamping wordt berekend als restterm van de waterbalans moeten de andere termen zo nauwkeurig mogelijk worden gemeten. Dit stelt met name eisen aan de bepaling van de vochtberging in het bodemprofiel, aangezien deze sterk plaatsafhankelijk zal zijn. Via temperatuurmetingen in de bodem zal worden nagegaan of er afvoer van warmte uit het afvalstort plaats vindt en of dit een wezenlijke invloed heeft op de energiebalans aan het bodemoppervlak en daarmee op de verdamping.

### 3.2. B e r e g e n i n g

Ten behoeve van de berekening is een bron geslagen van + 40 m diep. De 90 mm buis is over de onderste 5 meter geperforeerd. Dit gedeelte is omhuld met filtergrind en staat in een grofzandig pakket.

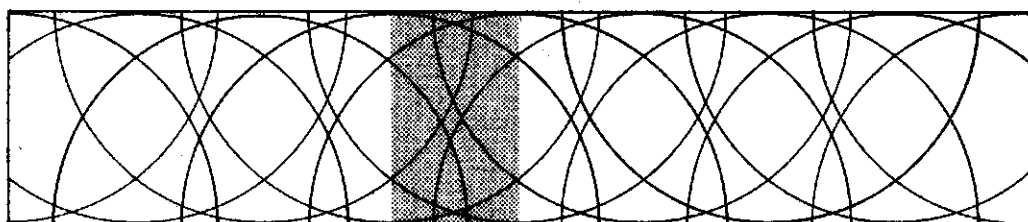
Het hoogteverschil tussen de bron en de lysimeterbak bedraagt ca. 10 m. Het hoogteverschil tussen onder- en bovenkant van de bak is ca. 10,50 m. Aangezien de sproeiers het beste werken bij een druk van 30 m waterkolom dient de opvoerhoogte van de pomp ca. 60 m waterkolom te bedragen. De hier gebruikte pomp heeft een opvoercapaciteit van 90-60 m bij een debiet van 15-27 m<sup>3</sup> per uur. De maximaal te bereiken neerslagintensiteit is dan 25-30 mm per uur. Door afsluiting van een deel van de sproeiers kan ook met een lagere intensiteit worden berekend. Vanwege de helling ontstaat een drukverschil van ca. 10, 50 m waterkolom tussen de sproeiers boven en onder op de helling. Hierdoor is de regenintensiteit onder op de helling ca. 20% hoger dan boven de helling (bij een druk van 25-35 m waterkolom).

Het vinden van een geschikt type sproeier werd bemoeilijkt door de relatief kleine afmetingen van de bak en door de gewenste intensiteiten. Sproeiers met een hoge intensiteit hebben meestal een grotere werpwijdte. Dit betekent dat een groot deel van het water buiten de bak terecht zou komen. Om zoveel mogelijk tegemoet te komen aan

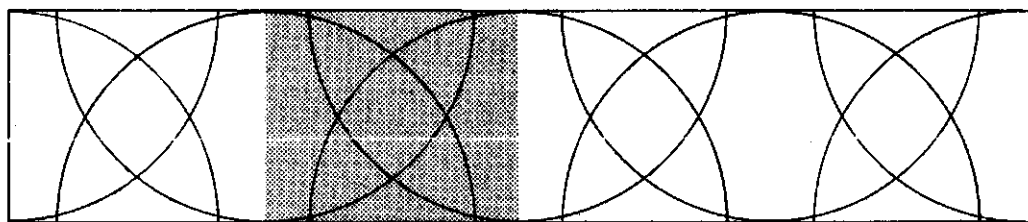
de gestelde eisen werden sectorsproeiers aangeschaft met een werp-  
wijdte van  $\pm 10$  m. Door overlapping kan een hoge intensiteit worden  
verkregen terwijl theoretisch weinig water verloren gaat. Een lage  
intensiteit is eveneens mogelijk door uitschakelijk van sproeiers.  
Uiteindelijk is gekozen voor een Perrotsproeier type ZA 30 W.

In totaal zijn 18 van dergelijke sproeiers opgesteld. De sproeiers  
zitten middels snelkoppelingen op de leiding die strak om de lysime-  
ter heen ligt.

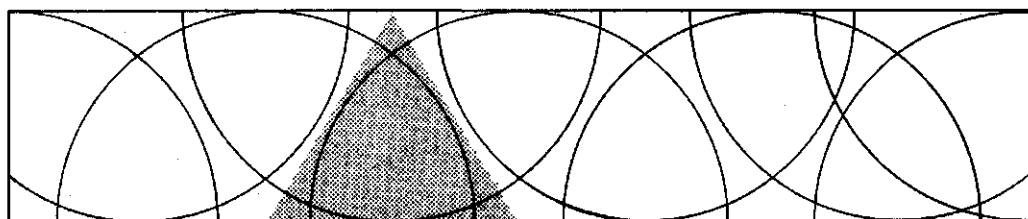
In fig. 6 zijn drie verschillende opstellingsmogelijkheden van de  
sproeiers weergegeven.



18 sproeiers in rechthoekverband met een onderlinge afstand van 6m



10 sproeiers in rechthoekverband met een onderlinge afstand van 12m



9 sproeiers in driehoekverband met een onderlinge afstand van 12m

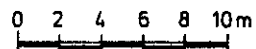


Fig. 6. Drie verschillende opstellingsverbanden van de sproeiers

De gegevens omtrent het gebruikte type sproeier staan in tabel 1.

Tabel 1. Gegevens Perrotsproeier ZA 30 W

Druk op sproeier (atm)	Werpwijdte (m)*	Debiet per sproeier (m <sup>3</sup> /h)	Opstellingsverband	Neerslagintensiteit (mm/h)	Aantal sproeiers	Gemiddeld N-intensiteit voor hele bak mm/h
1	10	0,57	6 x 10	19,0	18	20,9
			12 x 10	9,5	10	11,6
			12 x 10	9,5	9	10,5
2	11,3	0,78	6 x 10	26,0	18	28,7
			12 x 10	13,0	10	15,9
			12 x 10	13,0	9	14,3
3	12,2	0,96	6 x 10	32,0	18	35,3
			12 x 10	16,0	10	19,6
			12 x 10	16,0	9	17,6
3,5	12,4	1,04	6 x 10	34,7	18	38,2
			12 x 10	17,3	10	21,2
			12 x 10	17,3	9	19,1

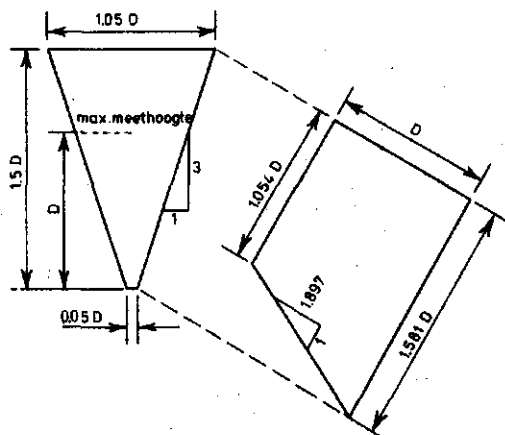
\*aangenomen is dat bij hogere drukken (2 atm en hoger) de werpwijdte met de stelschroef (voor verneveling) kan worden ingesteld op ca. 10 m, zodat geen water buiten de bak terecht komt

De theoretisch bepaalde neerslagintensiteit zal in de praktijk vaak niet juist zijn. Windsterkte en windrichting zullen meestal voor een gewijzigd sproeipatroon en een andere intensiteit zorgen. Daarom zal de N-intensiteit gedurende de beregeningsproeven met eenvoudige regenmeters worden gemeten.

### 3.3. Afvoermetingen

Bij het meten van de afvoer wordt onderscheid gemaakt tussen de afvoer over de afdeklaag (Runoff), de afvoer door de afdeklaag en tenslotte de afvoer van water dat door de leemlaag percoleert (zie fig. 5).

Het meten van de runoff gebeurt met behulp van een zogenaamde HS-flume (Field Manual for Research in Agricultural Hydrology). Fig. 7 geeft de dimensie, capaciteit en constructie van de genoemde meetgoot aan. De HS-flume staat middels een slang in verbinding met een waterniveauschrijver die de uitstroomhoogte in de meetgoot registreert. De uitstroomhoogte is evenredig met het debiet (af te lezen uit de ijkcurve).



Afmetingen HS-flume

diepte D cm	capaciteit l/uur
12,19	8 661,5
18,29	23 437,0
24,38	47 893,0
30,48	83 558,0

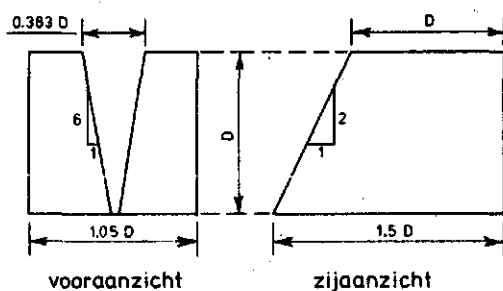


Fig. 7. Dimensies, capaciteit en constructie van een HS-flume

In de figuur staat 4 afmetingen vermeld. Voor het meten van de runoff in Wijster is gekozen voor een meetgoot met een diepte D van 18,29 cm met een capaciteit van ruim 23 m<sup>3</sup>/uur. De keuze van deze dimensie werd bepaald door de wens om ook de leemlaag als toplaag te testen wat de oppervlakte-afvoer betreft. In dat geval zou namelijk een zeer groot deel van de neerslag via het oppervlak afstromen. In het geval van een neerslagintensiteit van 30 mm per uur betekent

dit een mogelijke runoff van  $15 \text{ m}^3$  per uur.

De meting van de afvoer door de afdeklaag gebeurt met draindebitmeters. Het water wordt in drains opgevangen en gemeten in de draindebitmeter die aan het eind van de drain is bevestigd.

Een probleem bij het meten van deze afvoer was de geringe hoeveelheid water. Het bleek noodzakelijk te zijn dat de meter afvoeren in de range 0-10 l/uur kan meten. Dergelijke meters voor veldomstandigheden zijn niet in de handel. De bestaande draindebitmeter is daarom aangepast om deze kleine hoeveelheden toch te kunnen meten. Hiertoe is het bestaande meetschot verwijderd en werd een nieuw meetschot met veel kleinere opening geplaatst. Door de kleine uitstroombopening verandert de Q-H-kromme zodanig dat ook kleine debieten afleesbaar zijn. Fig. 8 geeft de verandering weer.

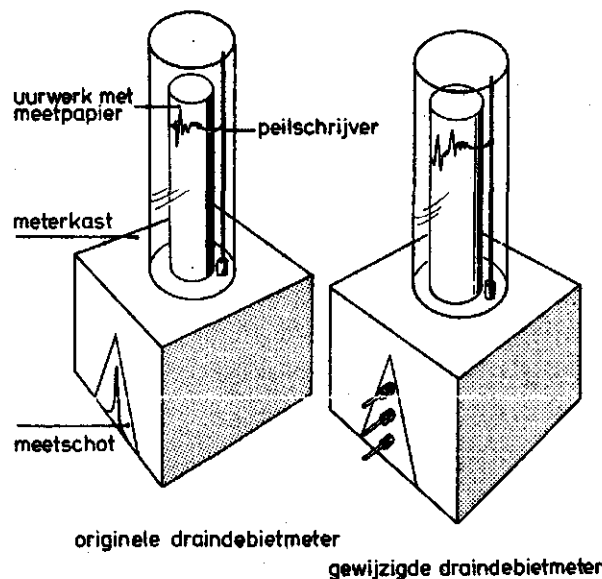


Fig. 8. Schematische weergave draindebitmeter en wijziging ten behoeve van het meten van kleine hoeveelheden water

Het gewijzigde meetschot heeft 3 gaten boven elkaar. In deze gaten zit een kurk waardoor een koperen buisje is getrokken. Het onderste buisje heeft een binnen diameter van 1,5 mm. De diameter

van de beide buisjes daarboven is 3 mm. In het laboratorium zijn de kurken met de buisjes geijkt zodat de Q-H-kromme bekend is.

Een praktisch probleem van deze meetschotten vormt de kleine diameter van de buisjes. In de leemlaag zit ijzer. Dit ijzer spoelt uit en zet zich af aan de binnenkant van de buisjes, waardoor de buisjes verstoppert en de Q-H-kromme verandert. Lange tijd is dit probleem verholpen door de buisjes wekelijks door te prikken.

Het meten van kleine afvoeren is vooral van belang bij continue meting van de afvoer onder natuurlijke omstandigheden. Tijdens beregeningsproeven bleek spoedig dat, bij langdurige neerslag met grote intensiteit, als gevolg van de grote doorlatendheid van de Teelaarde, de afvoer boven de leemlaag aanzienlijk toenam. De nieuw aangebrachte meetschotten voldeden voor deze situatie dan ook niet. Feitelijk moet er een keuze worden gemaakt tussen het nauwkeurig meten van kleine afvoeren, dan wel van grote afvoeren. Mede door de steeds verdergaande verstopping van de buisjes en het niet kunnen meten van grote afvoeren tijdens de beregeningsproeven zijn bij de drainebietmeters voor het meten van de afvoer boven de leemlaag de oude meet-schotten weer aangebracht.

De afvoer onder de leemlaag wordt nog met de aangepaste drainebietmeters gemeten. De verstopping door Fe-oxydatie wordt wekelijks opgeheven door de afvoerbuisjes door te prikken. Daarom wordt elke week de afvoersnelheid met de hand gemeten. De continuemeting is echter onbetrouwbaar geworden vanwege deze verstopping.

Gezien de moeilijkheden met de drainebietmeters is gezocht naar een andere meetmethode. De drainebietmeters zullen worden vervangen door kantelbakjes. Met deze bakjes moet het mogelijk zijn tamelijk grote en kleine debieten te meten (van 0 tot ca. 400 l/uur).

#### 4. OVERIGE EXPERIMENTEN

Het aanbrengen van een afsluitende laag op een afvalstort met behulp van leem kan in de praktijk de nodige problemen geven, omdat leem niet beschikbaar is of alleen over grote afstanden kan worden aangevoerd. Het lijkt daarom nuttig om tevens aandacht te schenken aan andere materialen die evenals leem slecht doorlatend zijn. Daarbij kan men denken aan afvalstoffen. Ook is het mogelijk om door menging van verschillende grondsoorten een soort betonstructuur te maken.

In kolommen of lysimeters kan de bruikbaarheid van dergelijke materialen als afsluitende laag worden onderzocht. Door bepaling van de hydrologische eigenschappen ( $pF$ -curve,  $K$ - $\Psi$ -relatie) van deze materialen, kan het effect van een dergelijke afsluitende laag worden berekend met behulp van rekenmodellen.



## SAMENVATTING

Om de mogelijkheden van infiltratie van regenwater in een afvalstort te verminderen zijn diverse experimenten opgezet.

De experimenten worden ten dele in het laboratorium verricht en voor een deel in het veld.

In het laboratorium wordt de afvoer van regenwater over en door een laag grond bestudeerd met behulp van een bak van ca.  $0,6 \text{ m}^2$  waarin een 25 cm dikke laag grond is aangebracht op een laag grind van ca. 5 cm waarin twee drains liggen.

Om het afvoerproces op praktijkschaal te kunnen bestuderen is op het terrein van de VAM in Wijster een 'lysimeterbak' gebouwd met een oppervlakte van ca.  $490 \text{ m}^2$ . In de lysimeterbak is een afdeklaag met daarin een slecht doorlatende leemlaag aangebracht. Naast beide genoemde experimenten zullen nog diverse materialen onderzocht worden op hun bruikbaarheid als slecht doorlatende laag. Dit zal gebeuren in kolommen of lysimeters. De resultaten van de proeven worden in een volgende nota besproken.

LITERATUUR

FIELD MANUAL FOR RESEARCH IN AGRICULTURAL HYDROLOGIC, 1962. U.S.

Department of Agriculture, Washington, Agriculture Handbook  
224.

PERROT, 1976. Faustzahlen für den Berechnungspraktiker in Landwirtschaft und Gartenbau.