

NN31545.0705

NOTA 705

17 oktober 1972

Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding
Wageningen

BIBLIOTHEEK DE HAAFF

Droevendaalsesteeg 3a
Postbus 241
6700 AE Wageningen

INVLOED VAN DE DOORLATENDHEID VAN DE DRAINSLEUF
OP DE WERKING VAN EEN DRAINAGESYSTEEM

F. Homma, ing.

BIBLIOTHEEK
STARINGOORDELVY

Nota's van het Instituut zijn in principe interne communicatiemid-
delen, dus geen officiële publikaties.
Hun inhoud varieert sterk en kan zowel betrekking hebben op een
eenvoudige weergave van cijferreeksen, als op een concluderende
discussie van onderzoeksresultaten. In de meeste gevallen zullen
de conclusies echter van voorlopige aard zijn omdat het onderzoek
nog niet is afgesloten.
Bepaalde nota's komen niet voor verspreiding buiten het Instituut
in aanmerking

1700876

CENTRALE LANDBOUWCATALOGUS



0000 0672 7826

I N H O U D

	blz.
I INLEIDING	1
II TOESTROMING NAAR DE DRAIN EN DE INVLOED HIERVAN OP DE ONTWATERINGSDIEPTE	2
III ONDERZOEK MET MODELBAKKEN	7
IV RESULTATEN VAN DE MODELPROEVEN	14
V CONSEQUENTIES VOOR UITVOERINGSOMSTANDIGHEDEN	17
VI SAMENVATTING	19
VII LITERATUUR	20

I. INLEIDING

Vooral in de laatste jaren is door de mechanisatie in de landbouw een ten allen tijde goed bewerkbare grond noodzakelijk geworden. Deze kan alleen gewaarborgd worden bij een goede ontwatering, b.v. door drainage. De behoefte hieraan is, mede door de hoge kosten van slootonderhoud en de behoefte aan grotere perceelseenheden, dan ook sterk toegenomen.

Het met de hand leggen van gebakken buizen is geleidelijkaan vervangen door het machinaal leggen. Om het rendement van de machines te verhogen worden plastic buizen toegepast. Thans worden veelal in de fabriek vooromwikkeld buizen gebruikt, waarmee een volledige mechanisatie van de drainage kan worden bereikt.

Er zijn bij diverse instituten en instellingen uitgebreide onderzoeken gedaan naar de geschiktheid van de verschillende soorten buizen en de toe te passen omhullingsmaterialen. In Nederland is dit onderzoek o.a. verricht door BOUMANS (1963), CAVELAARS (1962), FEDDES (1966), DE JAGER (1960), WESSELING en HOMMA (1967) en ZUIDEMA (1971); in België door VAN DER BEKEN (1962, 1968). Dit onderzoek resulteerde in bepaalde inzichten omtrent de toepasbaarheid van de beschikbare materialen. Toch komt het in de praktijk steeds vaker voor dat een drainage niet aan de gestelde eisen voldoet (CAVELAARS, 1962, 1965; FEDDES, 1966; VAN SOMEREN en NAARDING, 1963). In een aantal gevallen bleek de drainage zelfs zo slecht te zijn, dat de betrokken percelen opnieuw moesten worden gedraineerd (DE VRIES, 1971). Veldonderzoek toonde aan dat de grondwaterstand boven de drains vaak zeer hoog was. Dit duidt op een grote intreeweerstand van het systeem. Omdat omhullingsmateriaal van goede kwaliteit een lage en soms zelfs een negatieve intreeweerstand geeft (FEDDES en MEYER, 1972) blijft

als enige mogelijkheid over dat de doorlatendheid van de opgevulde drainsleuf vele malen kleiner is dan die van de oorspronkelijke grond. Het exact bepalen van de intreeweerstand in het veld levert echter vaak moeilijkheden op. De potentiaalverschillen dichtbij de drain zijn, vooral bij slecht werkende drains, groot zodat een kleine afwijking van de geplaatste stijgbuisjes in de omgeving van de drain een grote fout in de berekening kan geven.

Door de grote heterogeniteit van de grond in de opgevulde drainsleuf geeft ook het nemen van ringmonsters voor de doorlatendheidsbepaling in het laboratorium geen oplossing. Uit proeven is namelijk gebleken dat voor het bepalen van een gemiddelde k -waarde van de sleuf een zeer groot aantal ringen nodig is (ZUIDEMA, 1971).

Om nu na te gaan in hoeverre de doorlatendheid van de drainsleuf van invloed is op de werking van een drainagesysteem is allereerst op theoretische gronden nagegaan welke invloed de doorlatendheid van de grond rondom de buis heeft op de toestroming van het water. Vervolgens wordt een aantal proeven met modelbakken beschreven, waarin het leggen van drains onder verschillende omstandigheden, zoals die zich in de praktijk kunnen voordoen, zo goed mogelijk zijn nagebootst. Uit de verkregen resultaten kan worden geconcludeerd welke omstandigheden tijdens de uitvoering kunnen leiden tot het falen van een drainagesysteem.

II. TOESTROMING NAAR DE DRAIN EN DE INVLOED HIERVAN OP DE ONTWATERINGS-DIEPTE

Voor de berekening van de opbolling van de grondwaterspiegel midden tussen de drains wordt meestal uitgegaan van een ideale drain. In een dergelijke drain stroomt het water zonder drukverlies binnen. Deze situatie is in de praktijk te realiseren door een drainbuis te omhullen met een goed doorlatend filter en voor de berekening een draindiameter aan te houden, die iets kleiner is dan de uitwendige diameter van het omhullingsmateriaal. De opbolling kan dan worden berekend met de formule van ERNST (1964) voor een geval zoals weergegeven in fig. 1.

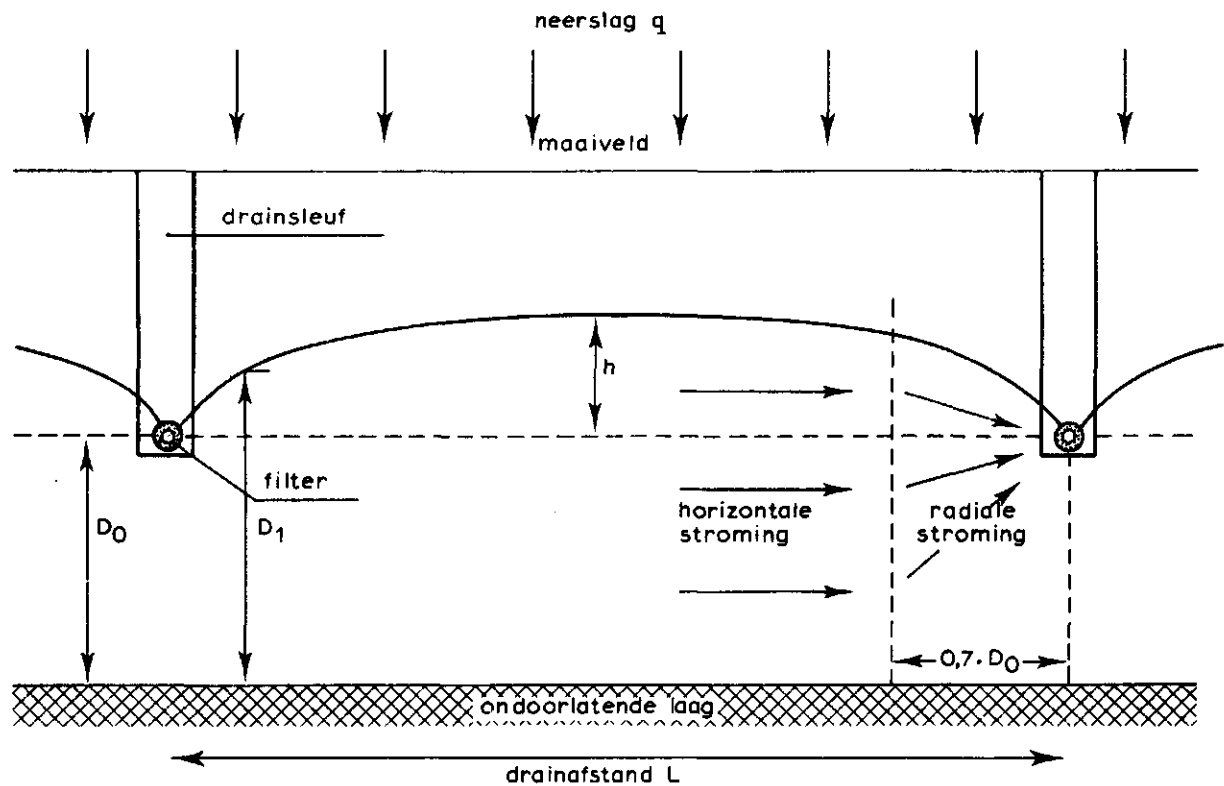


Fig. 1. Stromingspatroon van het grondwater in een gedraineerde bodem

$$h_{\text{tot}} = h_{\text{hor}} + h_{\text{rad}} = \frac{qL^2}{8 k_1 D_1} + \frac{q L}{\pi k_1} \ln \frac{D_0}{u} \quad (1)$$

waarin	q = neerslag	m/d
	u = natte omtrek van de drain	m
	k ₁ = doorlaatfactor van de grond	m/d
	L = drainafstand	m
	D ₀ = hoogte van de drain boven de ondoorlatende laag	m
	D ₁ = gemiddelde dikte van de watervoerende laag	m

De totale druk h, die nodig is om het water naar de drain te la-

ten stromen bestaat uit twee componenten, namelijk één voor de horizontale stroming en één voor de radiale toestroming.

De feitelijke toestand rondom de drains heeft alleen invloed op de radiale component van de stroming. Vooropgesteld dat het gebruikte omhullingsmateriaal aan de gestelde eisen voldoet, kan dan een slechte doorlatendheid van de drainsleuf in rekening worden gebracht door het invoeren van een slechtere doorlatendheid in een zone rondom de drain. Hierbij kan gebruik worden gemaakt van een door GUSTAFSON (1946) ontwikkelde theorie, die later door WIDMOSER (1968) is uitgewerkt. Aangenomen wordt hierbij dat de slechter doorlatende laag een dikte heeft van 10 cm, een waarde die is afgeleid uit de in de praktijk toegepaste sleufbreedte (fig. 2). Hier is dus afgezien van het meer ingewikkelde geval dat de bodem van de drainsleuf zijn

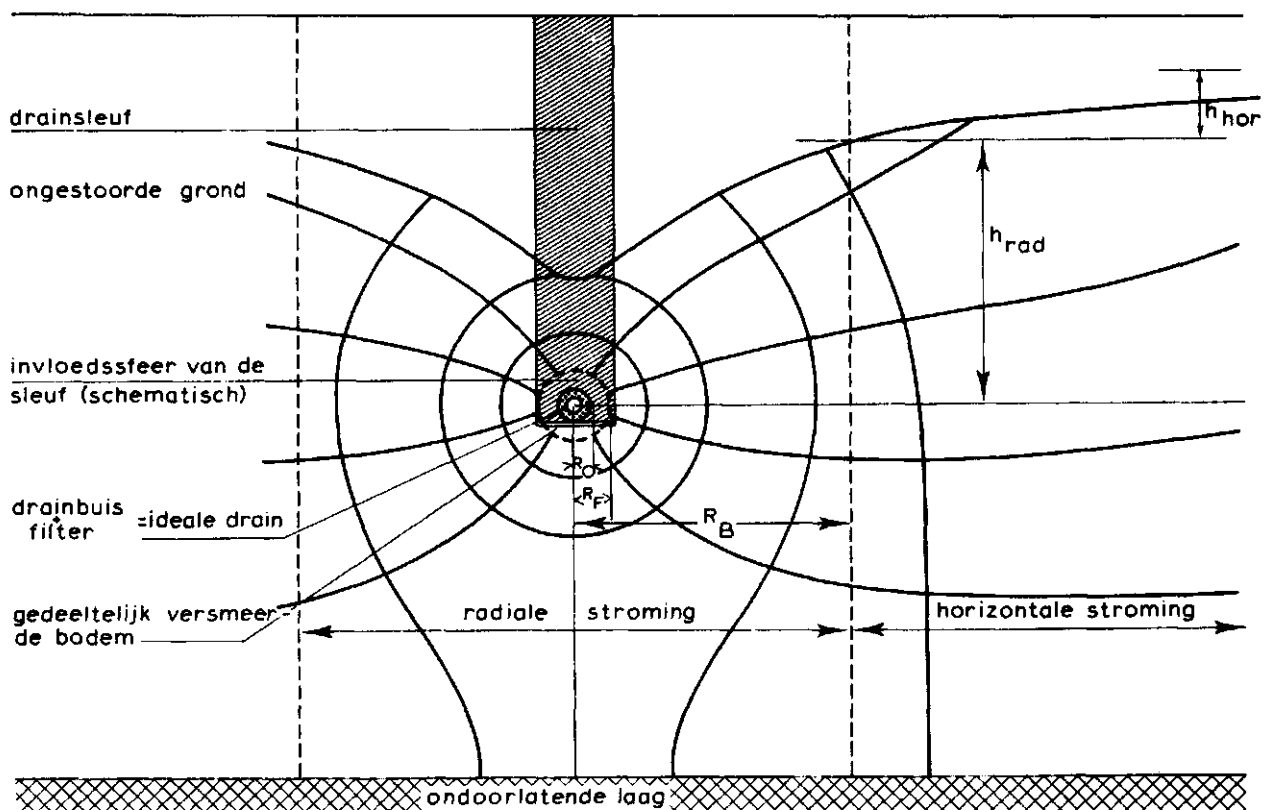


Fig. 2. Drainsleuf en naaste omgeving

oorspronkelijke goede doorlatendheid behoudt. In dat geval is er namelijk geen sprake meer van een zuiver radiale stroming naar de drain en zou een ingewikkelder stromingsschema moeten worden opgesteld.

De extra stijging van de grondwaterspiegel tengevolge van een slecht doorlatende drainsleuf kan nu aan de hand van een gemiddeld praktijkgeval worden berekend. Stel een perceel met een ondoorlatende laag op 2 meter onder maaiveld en drains op 10 meter afstand en 1 meter diepte. De grond heeft een doorlatendheid van 0,5 m/dag. Voor de in verg. (1) genoemde grootheden gelden dan de volgende gegevens:

$$\begin{aligned} q &= 0,007 \text{ m/d (maatgevende afvoer)} \\ L &= 10 \text{ m} \\ D_o &= 1 \text{ m} \\ d &= 0,07 \text{ m (diameter ideale drain)} \\ k_f &= 0,5 \text{ m/dag} \\ D_1 &= D_o + \frac{1}{2}h \\ u &= \pi d \end{aligned}$$

Invullen van de betreffende waarden in verg. (1) geeft dan

$$h = h_{\text{hor}} + h_{\text{rad}} = 0,14 + 0,07 \quad (2)$$

Bij een niet verstoorde doorlatendheid (0,5 m/dag) in de drainsleuf bedraagt de totale opbolling dus 21 cm en de ontwateringsdiepte is 79 cm.

Is de doorlatendheid in de sleuf wel verstoord dan kan voor het gebied, waarin de radiale toestroming plaats vindt ($0,7 \cdot D_o$), een gemiddelde doorlaatfactor (k_m) worden berekend met een door WIDMOSER (1968) gegeven formule die luidt:

$$k_m = \frac{\ln \frac{d_B}{d_o}}{\frac{\ln \frac{d_B}{d_F}}{k_R} + \frac{\ln \frac{d_F}{d_o}}{k_F}} \quad (3)$$

waarin (fig. 2) d_B = diameter van het gebied met radiale stroming
 (140 cm)
 d_o = diameter van ideale drain (7 cm)
 d_F = diameter van de storende zone (breedte van de
 drainsleuf) (20 cm)
 k_R = doorlaatfactor ongestoorde grond (0,5 m/dag)
 k_F = doorlaatfactor storende zone (αk_R)
 Hierin is gesteld $\alpha = \frac{k_F}{k_R}$

Deze factor geeft dus de achteruitgang van de doorlatendheid in de sleuf weer.

Voor het gekozen voorbeeld geeft verg. (3):

$$k_m = \frac{k_R}{0,65 + \frac{0,35}{\alpha}}$$

Voor het gebied met radiale stroming moet in verg. (1) nu de waarde van k_m worden ingevuld in plaats van de oorspronkelijke k . De laatste term van het rechter lid neemt dus toe met een factor $(0,65 + 0,35/\alpha)$. In de praktijk zullen α -waarden van 0,1 tot zelfs 0,01 voor slempgevoelige gronden niet ondenkbaar zijn. De gemiddelde doorlatendheid is dan een factor 4,25 resp. 35,65 (verg. 4) kleiner dan die van de ongestoorde grond. De waarde voor h_{rad} wordt dan resp. $4,25 \times 0,07$ en $35,65 \times 0,07$, waardoor de totale opbolling zou komen op:

$$\begin{aligned}
 &0,14 + 0,29 \text{ m} = 43 \text{ cm} \\
 \text{of} &0,14 + 2,43 \text{ m} = 257 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

Voor het eerste geval betekent dit dat de ontwateringsdiepte afneemt tot $100 - 43 = 57$ cm, wat in veel gevallen al te hoog is. De stijghoogte in het tweede geval is zelfs groter dan de draindiepte. Er zal dan plasvorming of oppervlakte-afstroming naar sloten of greppels optreden.

Zoals uit verg. (3) blijkt zal voor gevallen waar de ondoorlatende laag minder diep ligt de situatie nog slechter worden. De waarde van d_B neemt dan af, zodat de invloed van α in verg. (4) groter

wordt voor $D_0 = 50$ cm b.v. vinden we met $d_R = 0,7 \times 50 = 35$ cm

$$k_m = \frac{k_R}{0,544 + \frac{0,456}{\alpha}}$$

Uit het bovenstaande blijkt duidelijk het grote belang van een goed doorlatende drainsleuf.

Het vullen van de sleuf met een zeer goed doorlatend en vaak kostbaar materiaal is echter vaak weinig zinvol. Hierdoor wordt weliswaar de natte omtrek van de drain vergroot, doch de weerstand voor de radiale stroming door de grond blijft onveranderd en wordt dan groot ten opzichte van de weerstand in de sleuf. Een verdere afname van de weerstand in de sleuf is in dit geval van zeer geringe invloed op de totale stromingsweerstand. Het vullen van de drainsleuf met goed doorlatend materiaal heeft alleen zin als hierdoor water direct van het oppervlak in de drainsleuf kan dringen, wat bijvoorbeeld het geval is als een slecht doorlatende laag dicht onder of bij het maaiveld aanwezig is.

III. ONDERZOEK MET MODELBAKKEN

Uit het voorgaande blijkt duidelijk dat een slechte doorlatendheid van de drainsleuf grote invloed heeft op de werking van de drainage. De vraag is nu of de in de vorige paragraaf gestelde doorlatendheidsvermindering inderdaad zo groot kan zijn, dat het falen van het drainagesysteem hieraan kan worden geweten. Voor dit doel is een aantal laboratoriumproeven uitgevoerd met grond van twee verschillende percelen in Noord-Holland, waar de drainage niet goed functioneerde. Door het Consulentenschap voor de Akkerbouw in Schagen is voor deze gronden de volgende omschrijving gegeven:

A. Heerhugowaard

0-30 cm fijnzandige lichte zavel \pm 15% afslibbaar
kalkhoudend ($1 \text{ à } 2\% \text{ CaCO}_3$) \pm 2% org. stof

30-50 cm humusarme lichte zavel, zeer fijnzandig en kalkrijk

> 50 cm slibhoudend kalkrijk fijn zand

B. Zijpe

0-35 cm bouwvoor, fijnzandige zeer lichte zavel, humushoudend

35-50 cm matig grof humusloos wit zand, goed doorlatend

50-65 cm fijnzandig kalkrijk slibhoudend zand

> 65 cm fijnzandige kalkrijke zavel, oplopend

Van deze gronden zijn alleen de beide bovenste lagen in het onderzoek betrokken. Om de afmetingen van de proeven beperkt te houden en toch verschillende omstandigheden te kunnen nabootsen is gebruik gemaakt van kleine roestvrij stalen bakken. Deze bakken (fig. 3) hebben een bodemoppervlak van 31,4 cm (2 x drainomtrek) bij 25 cm en een hoogte van 50 cm. Daar het bij de metingen gaat om het vaststellen van de verandering in de doorlaatfactor en deze alleen in verticale richting gemeten wordt, zijn schaalfactoren hier niet van invloed. Onder de geperforeerde bodem is een trechter aangebracht, welke waterdicht tegen de bak is bevestigd om elk gewenst afvoerpeil in de bak te kunnen instellen. De uitmonding van deze trechter is via een zandvang aangesloten op een instelbare overloop.

De voeding geschiedt via een overloop-vat met een zekere weerstand in de vorm van een capillair. Via een hevel wordt het teveel toegevoerde water afgevoerd, zodat altijd een dun laagje water op de grondkolom staat.

Een vijftal manometers geeft de druk weer op vier verschillende hoogten in de bak en het peil van de afvoer.

Over de stroming door het filtermateriaal en de toestroming naar de perforaties zijn door de in de inleiding genoemde onderzoekers reeds eerder publikaties verschenen. Omdat daarbij is gebleken dat de stroming in het filtermateriaal nogal eens aanleiding gaf tot het slecht werken van de drainage is hier gewerkt met een zowel uit de proeven als uit de praktijk als goed bekend staand filter. De toestroming naar de drain is hier vervangen door de toestroming naar een vlakke plaat op de bodem van de bak. Deze plaat heeft eenzelfde perforatiepatroon als een 4-cm gladde plastic drain. Op deze plaat werd eerst een laag turfstrooisel van zeer goede kwaliteit aangebracht, zodat voor alle meetafstellingen een nagenoeg ideale drain

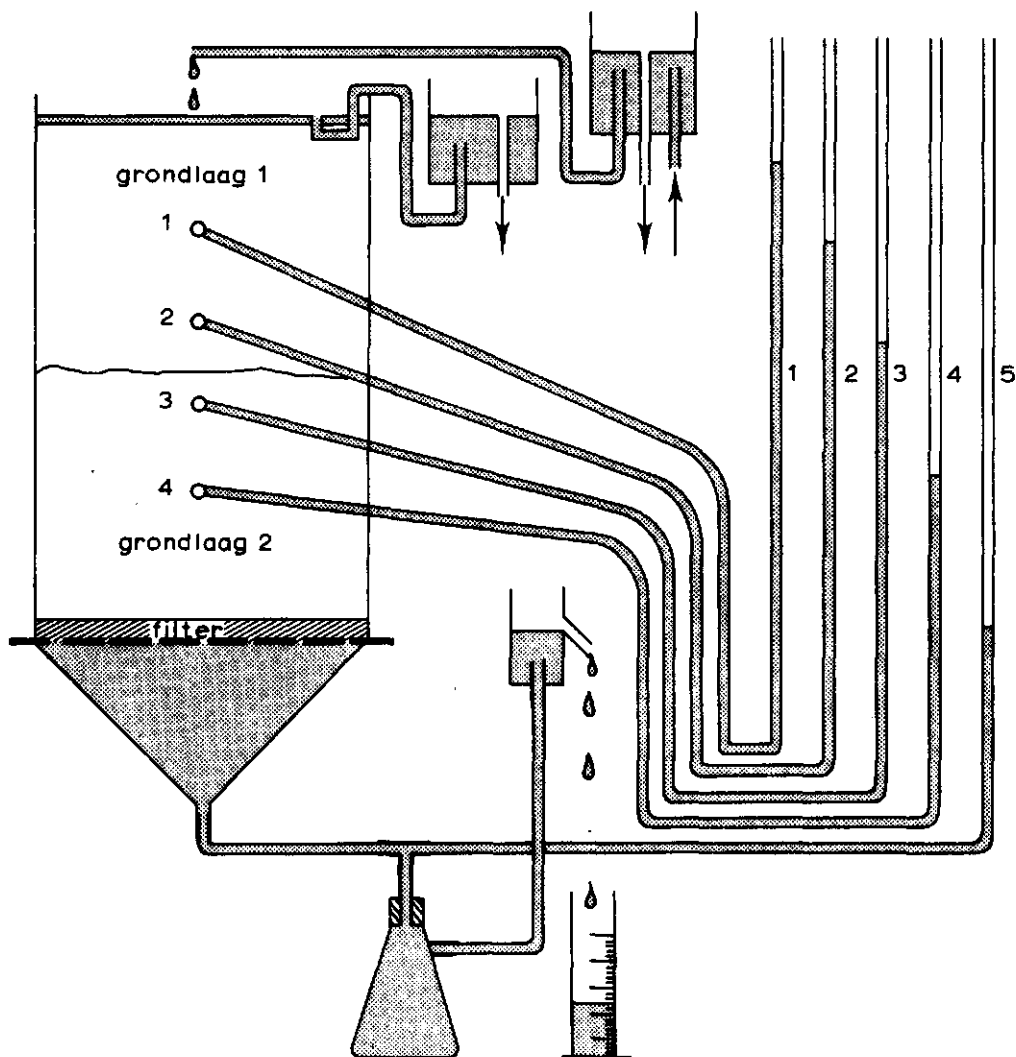


Fig. 3. Schematische weergave van de meetopstelling

mag worden verondersteld.

De afvoeren werden met behulp van een maatcilinder en stopwatch gemeten. Uit afvoer en potentiaalgradiënt kan voor elke laag tussen twee piëzometers de waarde van de doorlaatfactor worden berekend.

Bij de proeven zijn de veldomstandigheden tijdens het draineren zo goed mogelijk nagebootst. Het draineren onder ideale weers- en veldomstandigheden is gesimuleerd door een droge bak te vullen met droge grond. Natte weersomstandigheden en een voldoende lage grondwaterstand zijn nagebootst door in een droge bak volledig verzadigde

grond te brengen, zodat een instabiele structuur tijdens het vallen aanwezig was (VAN DER BEKEN, 1968). Een te hoge grondwaterstand tijdens de drainage betekent dat water in de sleuf staat voordat deze gedicht wordt. Bij de proeven is dit zowel voor droge als natte omstandigheden gesimuleerd door de grond onder water in de bakken aan te brengen. Het wel of niet aanbrengen van een laag bovengrond (bouwvoor) op de drain is in de bakken nagebootst door eerst een laag bovengrond in de bak te brengen. Hierbij is er voor gezorgd dat het scheidingsvlak tussen de twee lagen zo goed mogelijk horizontaal lag op ongeveer de halve hoogte van de bak, zodat de manometers 2 en 3 in een verschillende laag kwamen te staan. Bij het dichten van drainsleuven treedt in de praktijk vaak menging van de verschillende grondlagen op. Deze menging is nagebootst door van de twee lagen beurtelings een schep grond in een emmer te doen en met dit mengsel de bak te vullen.

Een overzicht van de uitgevoerde metingen is gegeven in tabel 1.

Tabel 1. Overzicht van de uitgevoerde metingen

Omstandigheden		Bak	Grond	Bak	Grond	Bak	Grond	Bak	Grond
		droog	droog	nat	droog	nat	nat	droog	nat
Vulling bak									
boven	onder								
A 0-30	A 30-50	I(28/2)		II(28/2)		IV(29/2)		III(29/2)	
A 30-50	A 0-30	IV(24/5) I(17/3)		III(5/6)		V(27/3)			
A gemengd		V(1/3)						I(2/6)	
B 0-35	B 35-50	III(12/4)		I(15/5)		I(20/4)		II(19/5)	
B 35-50	B 0-35	II(29/3)		V(10/5)		IV(12/4)			
B gemengd		V(18/4)						III(12/5)	

Het is niet de opzet van het onderzoek om zeer nauwkeurige waarden van de doorlatendheid te voorspellen, maar alleen om de mogelijk-

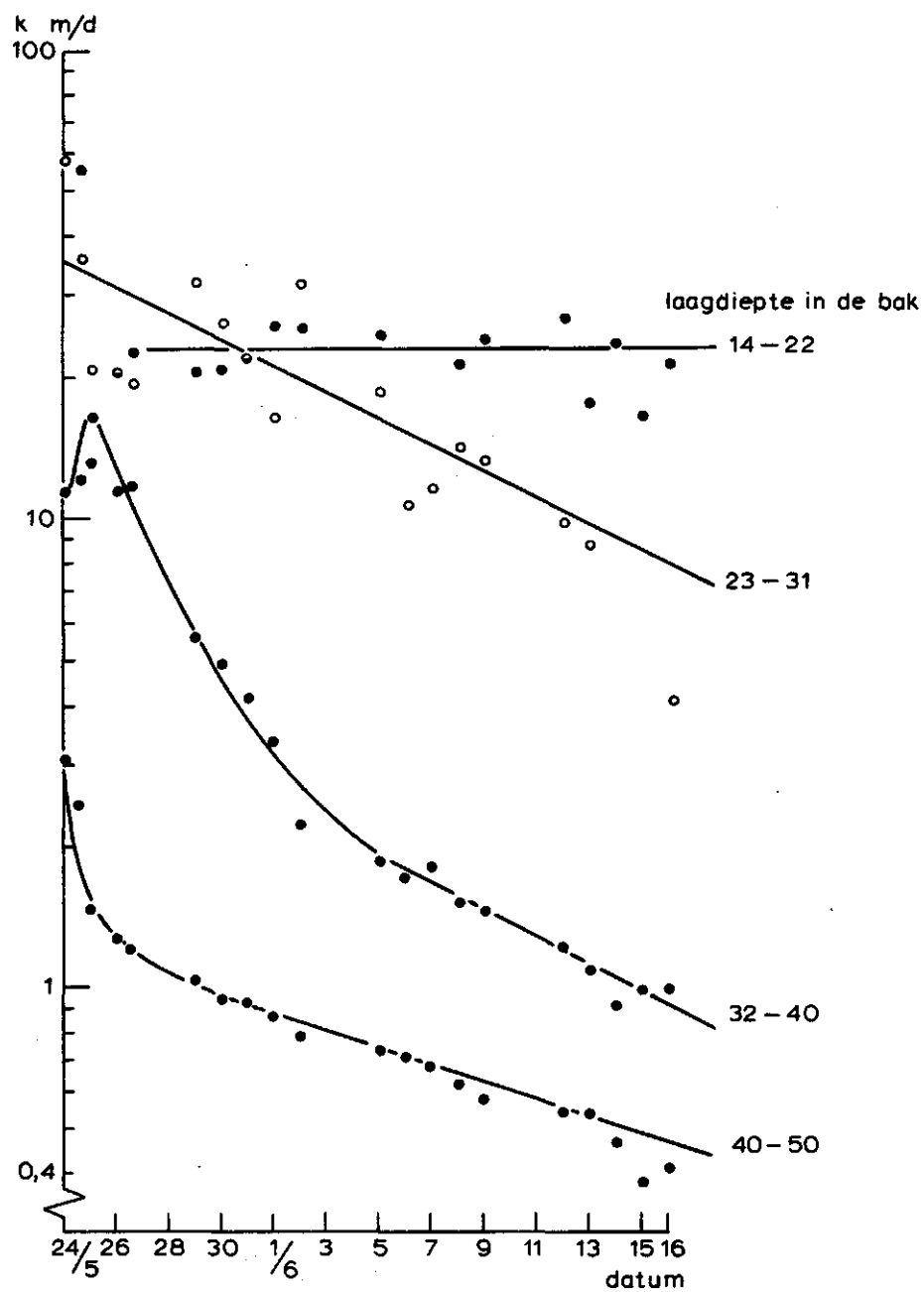


Fig. 4. Doorlaatfactor als functie van de tijd voor droge grond in een droge bak (plek A 0-30 cm onder)

ke verandering in doorlaatfactor vast te stellen voor de verschillende omstandigheden. In dit soort proeven doet zich namelijk het verschijnsel voor dat de doorlaatfactor met de tijd afneemt, doordat de grond gaat zakken. Vooral bij de onderste laag in de bak treedt een sterke afname op door de druk van de bovenliggende grondlaag. Deze afname in doorlatendheid werd ook hier geconstateerd tot aan het einde van elke meting (fig. 4).

Voor een vergelijking van de verkregen resultaten is het daarom noodzakelijk zoveel mogelijk de meetgegevens van een zelfde tijdstip met elkaar te vergelijken. Na de eerste week treedt in het algemeen een regelmatigere en veel kleinere verandering in de doorlatendheid op dan in de eerste week. Voorzover mogelijk zijn dan ook de gemiddelde k-waarden van de metingen in de tweede week gebruikt.

Bij de berekening van de doorlatendheid van de diverse lagen is zo veel mogelijk gebruik gemaakt van de aflezing van alle manometers. Daar echter in de bakken kluiten grond voorkomen en daarnaast ook ruimten en scheuren, was het soms niet mogelijk de juiste drukverdeling in de bak vast te stellen. Voor die gevallen moest volstaan worden met een gemiddelde doorlatendheid voor de hele grondkolom te bepalen uit het drukverschil tussen het open water aan de bovenzijde en aan de onderzijde van de grondkolom.

Bij één proef is door het aanbrengen van 10 extra stijgbuisjes getracht een beter beeld te verkrijgen van de potentiaalverdeling op de verschillende diepten (fig. 5). Om de grond niet al te zeer te verstoren werden perspex buisjes van 6 x 3 mm, welke aan de onderzijde met een filterdoekje waren afgesloten, van boven af in de grond gedrukt tot de gewenste diepte. Omdat de stijghoogte in deze buisjes niet zonder meer was af te lezen, werd de hoogte van het water in deze 10 buisjes gemeten met een potentiaalsonde met elektrische indicatie (HOMMA, 1967). Fig. 5 geeft in indruk van de variatie, die optreedt in de gemeten potentialen. Bij de stijgbuisjes in de bovenste grondlaag treedt waarschijnlijk lekkage op langs de buiswand. Uit de aflezing van de waterhoogten in de stijgbuisjes in de onderste grondlaag blijkt echter wel dat de stroming lang niet overal verticaal is en dat de stromingsintensiteit van plaats tot plaats zeer sterk kan variëren. Daar zich in de praktijk een soortgelijke situa-

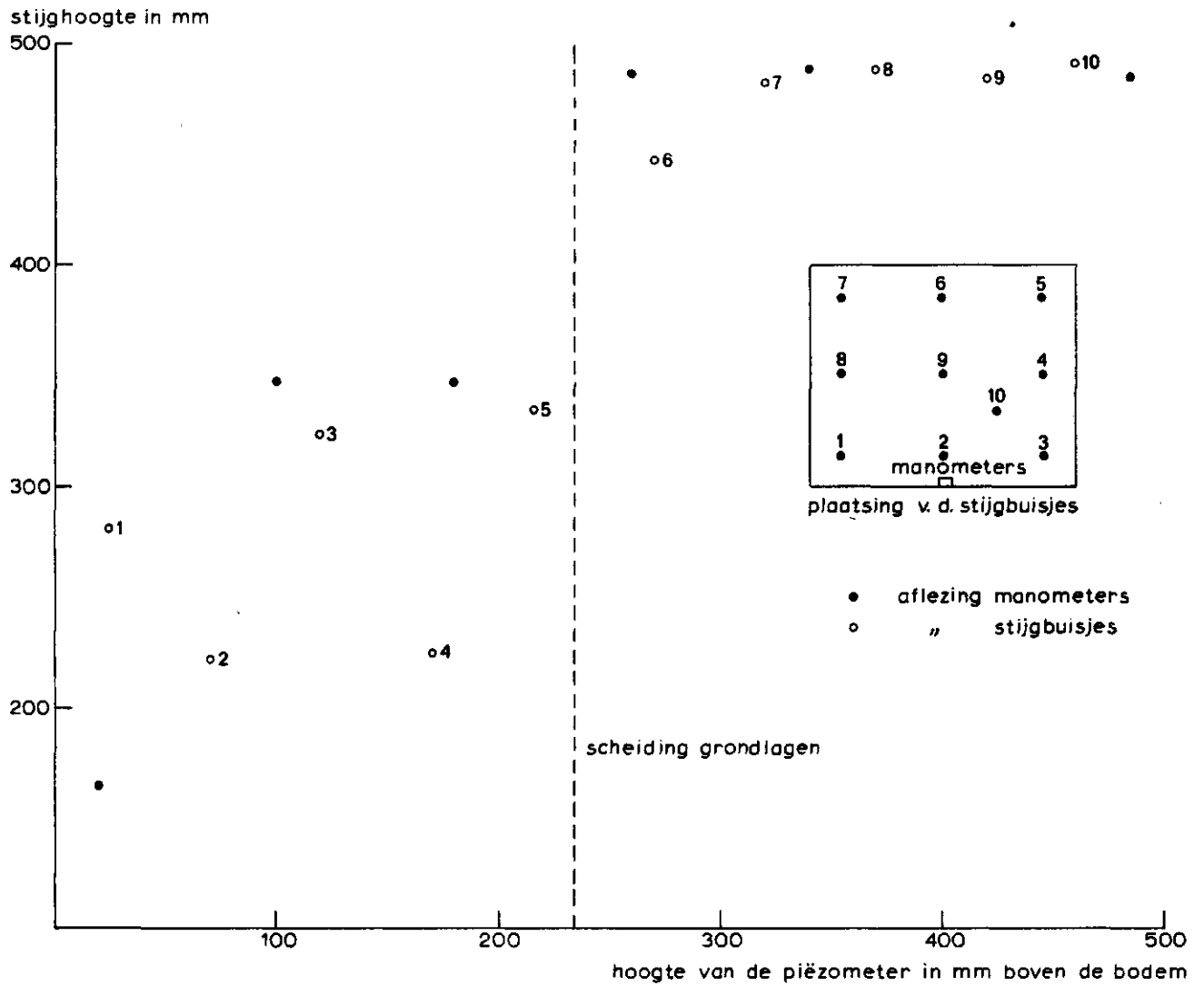


Fig. 5. Gemeten potentiaal

tie zal voordoen is het duidelijk dat het zeer moeilijk is uit stijghoogtemetingen conclusies omtrent de doorlatendheid van de drainsleuf en/of het filter te trekken.

De doorlaatfactoren voor de verschillende lagen zijn uit de afgelezen manometerstanden en de afgevoerde hoeveelheid water berekend. De doorlaatfactor van de bovenste laag grond - tot de hoogte van de

eerste manometer - was doorgaans niet vast te stellen, daar de waarnemingen een te grote spreiding vertoonden. Ook voor de tweede laag - tussen manometer 1 en 2 - is de spreiding nog vrij groot. Toch is voor de bovenste helft van de grondkolom - tot ongeveer halweg de 2e en 3e manometeraansluiting - de doorlaatfactor afzonderlijk bepaald, evenals voor de daaronderliggende laag tot het filter. Voor gemengde grond is alleen een gemiddelde waarde voor de gehele grondkolom gegeven.

Aan de hand van de op deze manier verkregen resultaten zullen de verschillende omstandigheden bij de proeven nader worden beschouwd.

IV. RESULTATEN VAN DE MODELPROEVEN

Voor de verschillende grondlagen, zoals deze volgens het schema van tabel 1 in de bakken zijn aangebracht, is de doorlaatfactor bepaald. Fig. 6 geeft de resultaten weer voor de onderste laag grond in de bak, dus de laag op het filter omdat in de praktijk ook alleen de laag grond direct om het filter of om de drain zonder filter grote invloed heeft op de toestroming naar de drain.

Zowel bij de gronden van plek A als die van plek B is de invloed van de vochtigheid van de grond en het al of niet aanwezig zijn van water in de bakken tijdens het vullen van grote invloed. Zoals te verwachten was gaf droge grond aangebracht in de droge bak de beste resultaten (0,1 - ca. 5 m/d) (fig. 6, kolom 1). In de praktijk is dit te vergelijken met draineren onder ideale weersomstandigheden, waarbij de grond uit de sleuf gelegenheid krijgt te drogen voordat deze terug gestort wordt in de sleuf. Bij een dergelijke uitvoering kan de stromingsweerstand in de sleuf verwaarloosd worden. Wel is gebleken, dat de doorlaatfactor in het begin zeer sterk afneemt, maar uiteindelijk tot een waarde nadert die hoger ligt dan de oorspronkelijke doorlaatfactor van de ongestoorde grond.

Een sterke verslechtering in de doorlaatfactor treedt op als er water in de bak staat tijdens het vullen (fig. 6, 2e kolom). De grond gaat bij het storten in de bak veel dichter in elkaar zitten,

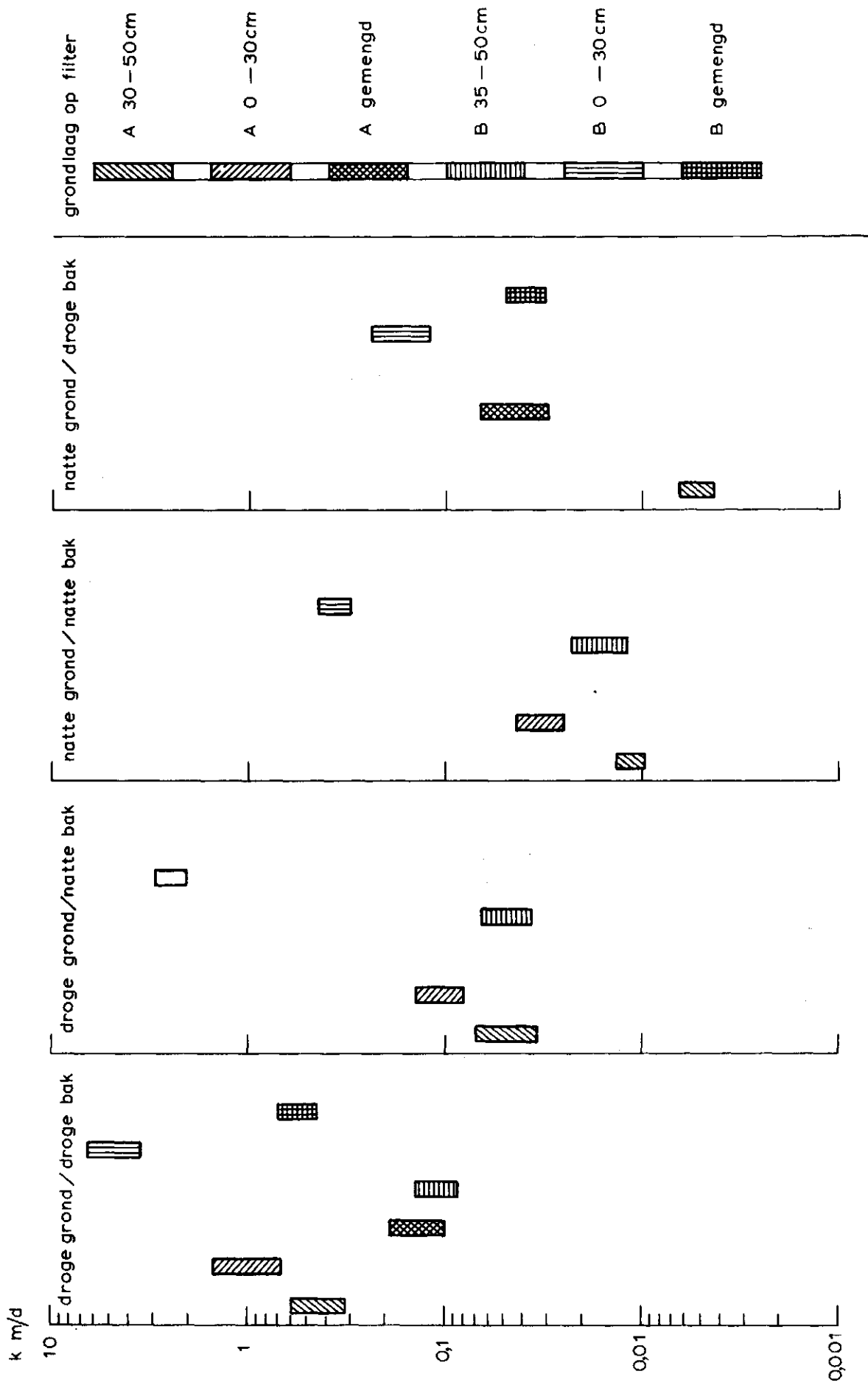


Fig. 6. Doorlaatfactoren van de grondlaag direct boven het filter

doordat kluiten gedeeltelijk uiteenvallen en zwevende deeltjes gemakkelijk een aantal grotere gaten en poriën opvullen. Voor de grond van plek A daalt onder deze omstandigheden de doorlatendheid met een factor 10. Bij de grond van plek B is de invloed geringer. De doorlatendheid neemt hier voor beide lagen af tot de helft van de waarde onder droge omstandigheden.

De hier beschreven omstandigheden kunnen zich in de praktijk voordoen als bij een te hoge grondwaterstand wordt gedraineerd.

Een nog grotere achteruitgang in doorlatendheid treedt op als de grond tijdens het vullen nat is (fig. 6, laatste kolom). Deze verslechtering moet in hoofdzaak geweten worden aan het feit dat deze verzadigde grond bij het vallen de vloeigrens overschrijdt, waardoor een zeer dichte pakking en verslemping optreedt.

Iets betere resultaten worden verkregen door deze natte grond in het water te laten vallen (fig. 6, 3e kolom). Doordat hierbij de slibdeeltjes tijdelijk uitgespoeld worden en zich waarschijnlijk geconcentreerd op verschillende plaatsen afzetten blijven meer grotere poriën beschikbaar voor watertransport. Deze situatie doet zich in de praktijk voor als bij regenachtig weer en te hoge grondwaterstand de drainbuizen worden gelegd en de sleuf meteen geheel of gedeeltelijk wordt gedicht.

Bovenstaande resultaten gelden voor beide soorten gronden, zowel met de bovenste grondlaag op de drain als met de grond in de oorspronkelijke ligging, alsook voor het geval dat de beide lagen door elkaar gemengd zijn.

Uit de metingen blijkt dat het verschil in doorlatendheid tussen ideale en slechte omstandigheden tijdens het draineren een factor honderd kan zijn.

De hier gemeten waarden zijn echter niet zonder meer op de praktijk over te dragen. Aangezien een drainsleuf over het algemeen dieper is dan de hoogte van de gebruikte bakken zal een grotere druk op natte grond optreden, bovendien zal de grond met een grotere snelheid op de drain vallen. Door deze oorzaken kan de doorlatendheid nog veel slechter zijn dan de hier gevonden waarden. Ook zal door de langere tijdsduur een verdere afname van de doorlaatfactor verwacht

worden. Anderzijds kan in droge perioden door vochtonttrekking een zeker herstel in de structuur van de gestoorde grond optreden, waardoor ook de doorlatendheid weer toeneemt (WILLET, 1962). Ook kan bij een drainage zonder omhullingsmateriaal door uitspoeling van gronddeeltjes een zekere verbetering optreden (BOUMANS, 1963).

Uit de metingen van de gronden van plek A blijkt dat bij de verschillende ligging van de grondlagen het verschil in de doorlatendheid van de grondlaag direct boven het filter niet groot is. De doorlatendheid van de laag van 0-30 cm is gemiddeld wel iets beter dan die van de laag van 30-50 cm, zodat het aanbrengen van een laag bovengrond op de drain hier een geringe verbetering geeft.

Bij de gronden van plek B ligt de zaak juist andersom. Hier is de laag van 35-50 cm veel beter doorlatend dan de bovengrond. In deze gevallen geeft een laag bovengrond op de drain dan ook een aanmerkelijke verslechtering te zien. De matig grove zandgrond van de tweede laag blijft goed doorlatend ook als door verwerking van de grond de natuurlijke structuur verandert. De humushoudende bovengrond zakt onder natte omstandigheden sterk in elkaar, waardoor vooral onder druk van een laag grond daarboven een dichte pakking ontstaat. Bij dergelijke gronden moet dus beslist geen bovengrond op de drainbuis worden gestort. Ook een vermenging van de beide lagen werkt hier nadelig.

Omdat het aantal metingen te gering was kan uit de proeven verder weinig over de menging worden geconcludeerd. In de praktijk is echter wel gevonden dat in een bepaald gebied het naar boven brengen van fijnzandige slibhoudende gronden bij menging met de bovengrond een slechte doorlatendheid veroorzaakt (BOEKEL en BREGMAN, 1959). Hetzelfde werd door FEDDES (1966) gevonden voor gronden in west-Brabant.

V. CONSEQUENTIES VOOR UITVOERINGSOMSTANDIGHEDEN

Door verschillende onderzoekers is er reeds op gewezen dat voor een goede werking van een drainagesysteem de drainsleuf zeer goed doorlatend moet zijn en dat het daarom wenselijk is alleen on-

der droge omstandigheden te draineren. Door CAVELAARS is in modelproeven aangetoond dat de doorlatendheid van de drainsleuf met een factor 10 afnam bij vulling onder natte omstandigheden in plaats van droge.

Bij de hier gevolgde methode van onderzoek is getracht meer de praktijk te benaderen door de bakken te vullen onder omstandigheden, die zich ook in de praktijk voordoen, dat wil zeggen geen uitgewassen of geselecteerde gronden zoals veelal bij modelproeven worden gebruikt. De gevonden waarden voor de doorlatendheid zelf zijn niet direct overdraagbaar op veldomstandigheden, omdat de proefbakken een te klein deel van een sleuf representeren. De proeven hebben echter wel zeer duidelijk het belang van de omstandigheden, waaronder gedraineerd wordt, aangetoond. Het verschil tussen de ideale omstandigheden en de minst gunstige verklaren door een verschil in doorlaatfactor van 100 het volkomen kunnen falen van een drainage. In par. III is met een rekenvoorbeeld aangetoond dat dan zelfs bij een geringere dan de maatgevende afvoer al water op het land kan blijven staan.

De beste resultaten worden, zoals te verwachten is, verkregen bij draineren onder droge weersomstandigheden bij een diepe grondwaterstand. Dit zal veelal het geval zijn in de zomermaanden als gewassen op het veld staan en reeds een vrij groot verdampingsoverschot is opgetreden. Bij drainage in deze tijd zullen de produktieverliezen, welke optreden bij de gewassen ten gevolge van het draineren, in vele gevallen gecompenseerd worden door een betere werking van de drainage.

De grootste afname van de doorlaatfactor (tot 0,01 van de oorspronkelijke waarde) treedt op als met water verzadigde grond op de drain wordt gestort. Het dichten van de sleuf onder natte weersomstandigheden dient in elk geval vermeden te worden. Als gedraineerd moet worden bij hoge grondwaterstanden moet de uit de sleuf komende grond voldoende tijd krijgen om uit te drogen. De doorlatendheid in de sleuf zal hierdoor gemiddeld 5 keer beter worden (fig. 6, Kolom 2 en 3). Het direct achter de draineermachine terugstorten van de grond of een deel hiervan is onder deze omstandigheden een

foutieve handelswijze.

Ook het vullen van de sleuf als deze water bevat, dus bij een te hoge grondwaterstand, geeft slechtere doorlaatcijfers. De doorlatendheid neemt, afhankelijk van de grond, met een factor 2 tot 10 af ten opzichte van de ideale omstandigheden.

Het zonder meer eerst de bovengrond op de drain brengen, geeft niet altijd een verbetering. Om na te gaan in hoeverre drainage onder slechte omstandigheden nog mogelijk is en of opbrengen van bovengrond nodig is, is het wenselijk behalve een onderzoek naar de ongestoorde doorlatendheid ook enkele eenvoudige proeven te doen met gestoorde of gemengde monsters.

Mocht blijken dat de grond zeer slempgevoelig is, zodat een slechte doorlatendheid van de drainsleuf verwacht moet worden, dan dient drainage alleen onder zeer gunstige omstandigheden te worden uitgevoerd.

VI. SAMENVATTING

Bij het toenemende belang van onder alle omstandigheden goed bewerkbare grond wordt de werking en de kwaliteit van het drainage-systeem steeds belangrijker. Onderzoek naar de doorlatendheid van de grond ter bepaling van de gewenste drain-afstand en -diepte is al vrij lang toegepast. De kwaliteit van omhullingsmaterialen en buizen is met de komst van plastic buizen en allerlei nieuwe soorten omhullingsmateriaal sterk in de belangstelling gekomen. Van de invloed van de doorlatendheid van de grond in de drainsleuf is tot nog toe weinig bekend.

De theorie van GUSTAFSON (1946) en WIDMOSER (1968) geeft de mogelijkheid om een afwijkende doorlaatfactor van een laag direct om de drain in rekening te brengen. Aan de hand van een rekenvoorbeeld voor een bepaalde situatie is aangetoond tot welke grondwaterstandsstijging een slechte doorlatendheid van de drainsleuf kan leiden.

Modelproeven met twee gronden toonde aan dat de veronderstelde afname in doorlaatfactoren in de praktijk inderdaad voor kan komen. Uit de proeven is gebleken dat bij draineren onder droge weersomstan-

digheden en een diepe grondwaterstand de grootste doorlaatfactor van de drainsleuf mag worden verwacht. De weerstand in de sleuf kan onder deze omstandigheden zelfs kleiner zijn dan die van de omliggende ongestoorde grond. Is de grondwaterstand zo hoog dat tijdens het draineren water in de sleuf staat, dan neemt bij het vullen de doorlatendheid met een factor 2 tot 10 af, afhankelijk van de soort grond. Bij draineren onder natte weersomstandigheden kan de doorlatendheid met een factor 10 tot 100 afnemen. Ook is uit de proeven gebleken dat niet zonder meer eerst een laag bovengrond op de drain gestort moet worden.

VII. LITERATUUR

- BEKEN, A. VAN DER. 1962. De aanwending van plastic bij drainage.
Mimeograph Rijkslandbouwhogeschool Gent
1968. Filtermaterialen in de drainagetechniek. Pub. nr. 30/
WB-3 Rijksstation voor Boerderijbouwkunde Merelbeke, Gent
- BOEKEL, P. en L. BREGMAN. 1959. Moeilijkheden met de waterhuishouding
in de polder Zijpe. Landbouwvoorlichting 1959
- BOUMANS, J.H. 1963. Over instroming en aanstroming bij drainbuizen
met en zonder afdekking. Cult. Techn. Tijdschr. 2: 218-229
- CAVELAARS, J.C. 1962. Stroming van water naar drains. Tijdschr. Kon.
Ned. Heidemij 73: 391-398
1965. Hydrological aspects of the application of plastic
drain pipes and filter materials. Kon. Ned. Heidemij, Arnhem
- ERNST, L.F. 1962. Grondwaterstromingen in de verzadigde zone en hun
berekening bij aanwezigheid van horizontale evenwijdige open
leidingen. Versl. Landbouwk. Onderz. 67.15
- FEDDES, R.A. 1966. Recente ontwikkelingen in plastieken drainage.
ICW, Wageningen
- GUSTAFSON. 1946. Die Strömungsverhältnisse in gedränten Böden. Acta
Agr. Suecana II: 1
- HOMMA, F. 1968. Een grondwaterpotentiaalsonde met electronische indi-
catie. Cult. Techn. Tijdschr.

- JAGER, A.W. de. 1960. Diameter en perforatie van plastic drainbuizen.
De Ingenieur 72B: 167-172
- KAPTEIN, L.A. en L.M. VAN DER ZWAN. 1963. Roestafzetting bij in het
veen gelegde drainbuizen. Landbouwvoorlichting 20
- MEIJER, H.J. en R.A. FEDDES. 1972. Afdek- en omhullingsmaterialen
bij plastic drainbuizen. Nota ICW 690
- SLUIS, VAN DER. 1953. Enkele praktische problemen, optredende bij
het ontwerpen van een drainagesysteem. Tijdschr. Kon. Ned.
Heidemij 65: 126-137
- SOMEREN, C.L. VAN en W.H. NAARDING. 1963. Enkele in 1963 verkregen
resultaten op twee drainageproefvelden in de provincie
Drente. Meded. Cult. Dienst 59
- VRIES, Th. DE. 1971. Mondelinge mededeling
- WESSELING, J. en F. HOMMA. 1967. Entrance resistance of plastic
drain tubes. Neth. J. Agric. Sci. 15: 170-182
- WIDMOSER. 1968. Der Einfluss von Zonen geänderter Durchlässigkeit im
Bereich von Drain- und Brunnenfilterrohren. Schweizerische
Bauzeitung 86 (9)
- WILLET, J.R. 1962. Ongerijpte zandgronden en hun ontwatering. Tijd-
schr. Kon. Ned. Heidemij 73: 403-408
- ZUIDEMA, . 1971. Mondelinge mededeling