

Landbouwhogeschool-Wageningen
CENTRUM VOOR LANDBOUWKUNDIG ONDERZOEK IN SURINAME

DE ONVERZADIGDE DOORLATENDHEID VAN ZWARE KLEI-
GRONDEN IN DE KUSTVLAKTE VAN SURINAME

(Onderzoekproject no. 75/14)

I.P. Zandijk

Verslag van een onderzoek verricht in samenwerking met
het Landbouw Proefstation Afd. Bodemfysica
Ir. N. Muileboom

september 1975

I N H O U D

	blz.
1. Samenvatting	5
2. Voorwoord	5
3. Probleemstelling	5
4. Methodiek	6
4.1. Veldproef	6
4.1.1. Inleiding	6
4.1.2. Theoretische achtergrond	6
4.1.3. Proefopzet en -uitvoering	7
4.1.4. Verkregen gegevens en berekeningen	8
4.1.5. Discussie	13
4.1.6. Conclusie	13
4.1.7. Literatuur	14
4.2. Laboratoriummethode	17
4.2.1. Inleiding	17
4.2.2. Theoretische achtergrond	17
4.2.3. Proefopzet en -uitvoering	19
4.2.4. Verkregen gegevens en berekeningen	19
4.2.5. Discussie	20
4.2.5.1. Traject 3-10 cm onderdruk	20
4.2.5.2. Traject 10-40 cm onderdruk	20
4.2.5.3. Traject 40-70 cm onderdruk	20
4.2.5.4. Traject 70-100 cm onderdruk	20
4.2.6. Conclusie	20
4.2.7. Literatuur	24
4.3. Enige bodemfysische bepalingen van het CELOS- terrein	25

1. SAMENVATTING

Uit een veldproef en uit een laboratoriummethode die uitgevoerd werden om de onverzadigde doorlatendheid te bepalen van zware kleigronden in Suriname zijn uitkomsten verkregen welke redelijk overeenkomen (zie onderstaande tabel).

<u>Veldproef</u>		<u>Laboratoriummethode</u>	
θ (cm ³ /cm ³)	K (cm/etmaal)	θ (cm ³ /cm ³)	K (cm/etmaal)
.466	$4,8 \times 10^{-4}$.545	$3,6 \times 10^{-3}$
.490	$3,2 \times 10^{-4}$.555	$1,3 \times 10^{-2}$
.540	$2,5 \times 10^{-3}$.570	$1,5 \times 10^{-2}$
.541	$1,5 \times 10^{-3}$		
.546	$2,4 \times 10^{-3}$		
.556	$2,0 \times 10^{-3}$		

Onder het heersende klimaat van Suriname kan een veldproef slechts met succes uitgevoerd worden indien er voor gezorgd wordt dat de weersinvloeden beperkt kunnen worden.

Dit is gedaan door een minipolder aan te leggen met een afdak.

De laboratoriummethode wordt sterk bemoeilijkt indien men i.p.v. een poreuze plaat een Büchner-trechter gebruikt.

2. VOORWOORD

Op voorstel van Ir. N. Muileboom van het Landbouwkundig Proefstation (L.P.) heeft de student I.P. Zandijk de onverzadigde doorlatendheid op het CELOS-terrein bepaald middels een veldproef en een laboratoriummethode.

Hiermee vervulde I.P. Zandijk een onderdeel van zijn praktijktijd in Suriname.

Het onderzoek stond onder verantwoording van de vakgroep Weg- en Waterbouw en Irrigatie.

3. PROBLEEMSTELLING

Bij de teelt van de bacoven, die veelal op zware kleigronden plaatsvindt, heeft men o.a. te maken met een aantasting van de Yellow Med ("gele stoel").

De moederplant vergeelt en rot van bovenaf weg. Ook de dochterplanten worden aangetast. De aantasting verbreidt zich echter de laatste jaren en kan een opbrengstderiving geven van 15%. Vooral op percelen met brede bedden (12 m) komt deze aantasting voor. Het vermoeden bestaat nu dat dit gedeeltelijk een bodemfysisch probleem is en dat dit te verbeteren zou zijn door een verbeterde ontwatering van het land.

Een mogelijkheid hiervoor is het verlagen van de grondwaterpiegel. Er zal dan echter in droge perioden periodiek een watertekort op kunnen treden. Dit watertekort kan gedeeltelijk via kapillair transport opgeheven worden. Onderzocht wordt wat te verwachten valt van

van kapillaire transport bij deze zware kleigronden. Om de kapillaire opstijging te berekenen is de bepaling van de onverzadigde doorlatendheid $K(\theta)$ noodzakelijk. Hiertoe zijn twee methoden met elkaar vergeleken nl. de veldmethode (zie 4.1) met een laboratoriummethode (zie 4.2).

4. METHODIEK

4.1. VELDPROEF

4.1.1. Inleiding

Als terrein om de veldproef uit te voeren is gekozen voor het CELOS-terrein met als redenen:

- De gronden bezitten een diepe vrij homogene bodemopbouw. Homogeniteit van de grond, gelet mede op de te verwachten lage $k(\theta)$ waarden bij zware kleigronden is van belang om enigszins reële $k(\theta)$ -waarden te krijgen waarbij de onnauwkeurigheid van de uitkomsten niet evengroot of groter zijn dan de verkregen uitkomsten zelf.
- Er kan bij homogeniteit volstaan worden met één pF- θ curve.
- Vervoer is niet noodzakelijk.

De vochtspanning van de grond wordt gemeten via tensiometers. Via de pF- θ curve kan het bijbehorende vochtgehalte bepaald worden. Via berekening kan zo $k(\theta)$ verkregen worden.

4.1.2. Theoretische achtergrond

$$\begin{array}{l} \text{Darcy} \quad q = -k \frac{\delta H}{\delta z} \quad \left| \quad \frac{\delta \theta}{\delta t} = \frac{\delta}{\delta z} \left(K(\theta) \frac{\delta H}{\delta z} \right) \quad \text{ofwel} \right. \\ \text{Kont. vgl.:} \quad \frac{\delta \theta}{\delta t} = - \frac{\delta q}{\delta z} \quad \left. \right\} \quad \int \frac{\delta \theta}{\delta t} \cdot dz = \left(K(\theta) \frac{\delta H}{\delta z} \right) z \end{array}$$

- q = flux (negatief naar beneden) m/sec.
- K = hydraulische doorlatendheid m/sec.
- H = $z + h_m$ m
- z = hoogte boven referentievlak m
- h_m = matrische potentiaal m

Gebruikte quasi stationaire benadering:

$$\text{flux} = \int_{z=0}^z \frac{z\theta(t_1) - \theta(t_2)}{t_2 - t_1} \cdot (z_2 - z_{z-1}) = K(\theta) \left(\frac{h_m(z_1) - h_m(z_2)}{z_2 - z_1} + 1 \right)$$

Opm. 1. Om watergehalten te verkrijgen in het veld via tensiometeraflezingen en een bekende pF-curve introduceert men een fout.

Standaardafwijking: $\approx 0,035 \text{ cm}^3/\text{cm}^3$ bij verzadiging.
 $0,072 \text{ cm}^3/\text{cm}^3$ bij pF = 2.

Opm. 2. Uit de gebruikte benadering blijkt dat dieper in het profiel de flux toeneemt, doordat het vochtverlies uit de hoger gelegen lagen zich bij deze grondwaterflux voegt. Dit vochtverlies is laag voor laag te bepalen.

4.1.3. Proefopzet en -uitvoering

Zoals reeds gesteld is gezocht naar een grond die aan de volgende eisen moet voldoen:

- kleine K-waarde ($\pm 0,5$ m/etmaal), i.v.m. interesse L.P.,
- homogeen van opbouw.

De langst beschikbare tensiometer heeft een effectieve lengte van 60 cm. Door ingraving kan dit verhoogd worden tot 80 cm.

Op DP-2 bij buis 85 bevindt zich een profiel dat aan de gestelde eisen voldoet.

Profielbeschrijving:

bovenlaag 0-85 cm: zware kleigrond, homogeen

> 85 cm: fijn zand afgewisseld door af en toe een kleilaagje.

Voor de doorlatendheid van de klei wordt 0,5 m/etmaal aangenomen.

K-waarden voor zand: 0,71 m/etm. (Hooghoudt)

0,55 m/etm. (Ernst)

(Bron: CELOS rapporten no. 53.)

Gekozen is voor de volgende tensiometerdiepten:

<u>diepte (cm)</u>	<u>aantal tensiometers</u>
10	2
15	2
20	2
30	2
40	2
50	1
60	1
70	1

Inrichting proefveld:

De tensiometers beslaan een oppervlakte van 80 bij 60 cm. Er is echter een afdakje gemaakt van 7 bij 7 meter om regenval uit te sluiten, terwijl het ook de felle zon tegenhoudt. Daar het "zero-flux plane" aan de oppervlakte dient te liggen is de verdamping uitgesloten doordat de grond bedekt is met plastic met een afmeting van 10 bij 10 meter, terwijl rondom het gehele proefveld 20 bij 20 meter een sloot gegraven is van 70 cm diepte (Fig. 1).

Tevens zijn grondwaterstandsbuizen geplaatst nl. diepe die een bereik hadden van 1,50 m en ondiepe die reikten tot 0,90 m m.v.

De benadering van de flux geldt bij niet te grote tijdsverschillen, maar geldt voor een quasi-stationaire situatie. Hier is gekozen voor een tijdsinterval van 10 dagen vanwege het zeer trage proces.

De tensiometers zijn vooraf geijkt in de pF-bak op nauwkeurigheid en instelsnelheid.

De proef is gestart na een periode met veel regen, terwijl er ook 4 dagen beregening plaatsgevonden had.

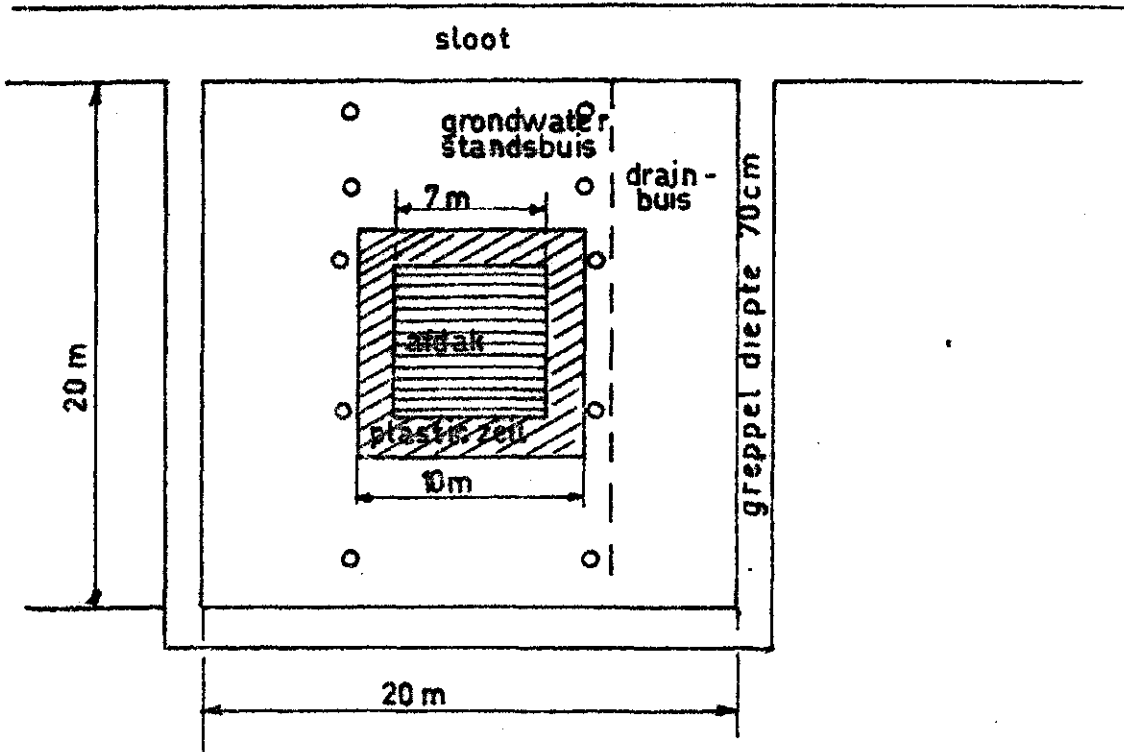


Fig. 1. Overzicht proefveld.

4.1.4. Verkregen gegevens en berekeningen

Tabel 1A bevat de tensiometerwaarnemingen (gecorrigeerd t.o.v. de nulaflezing) en Tabel 1B bevat de grondwaterstanden in de beschouwde periode.

Via de pF- θ curves (4.3 Fig. 7 t/m 12) kan zo de voor de berekening van k noodzakelijke volumevochtgehalten verkregen worden (Tabel 2). In Fig. 2 staan de waarden van de totale potentiaal Ψ_t uitgezet als functie van de diepte z .

Het blijkt dat er ondanks de gevallen neerslag en de plaatsgevonden berekening tussen 15 en 40 cm diepte toch een opwaartse stroming plaatsvindt.

Hierdoor kan de berekening slechts plaatsvinden tussen de diepten 10-15 cm en 40 cm en dieper.

In Fig. 3 is het vochtgehalte uitgezet als functie van de diepte z . Fig. 4 geeft een grafische weergave van zowel de veldmethode als de laboratoriummethode.

Tabel 1A. Tensiometeraflezingen (gecorrigeerd) in cbars op blok 9 van het CELOS-terrein (oktober 1975)

diepte (cm)	no.	d a t a							
		7	10	13	17	20	24	27	31
10	1	16	20	28	42	47	59	66	74
10	2	9	14	26	37	48	70	79	80
15	3	22	30	43	70	80	80	81	76
15	4	-	-	2	4	8	12	16	24
20	5	-	4	6	9	14	22	34	50
20	5A	4	4	6	8	10	16	18	30
30	6	2	3	4	4	6	8	8	10
30	7	-	-	-	-	2	4	6	13
40	8	-	-	-	-	2	3	4	6
40	9	-	-	-	-	-	-	-	2
50	10	-	2	4	4	4	6	6	8
50	10A	-	4	4	6	6	7	7	8
60	11A	12	12	8	14	12	12	9	4
70	12A	18	13	8	8	8	8	10	8

Tabel 1B. Grondwaterstanden veldproef

no.	<u>Diepe buizen</u>					<u>Ondiepe buizen</u>				
	data					data				
	9/9	10/10	17/10	24/10	31/10	9/9	10/10	17/10	24/10	31/10
1	111	118	124	130	-	-	-	-	-	-
2	125	132	-	-	-	88	70	82	92	-
3	115	123	-	-	-	65	79	93	-	-
4	117	126	-	-	-	54	53	85	90	-
5	114	122	133	-	-	44	66	90	-	-

Fig. 2. ψ_t als $f(z)$ bij verschillende data.

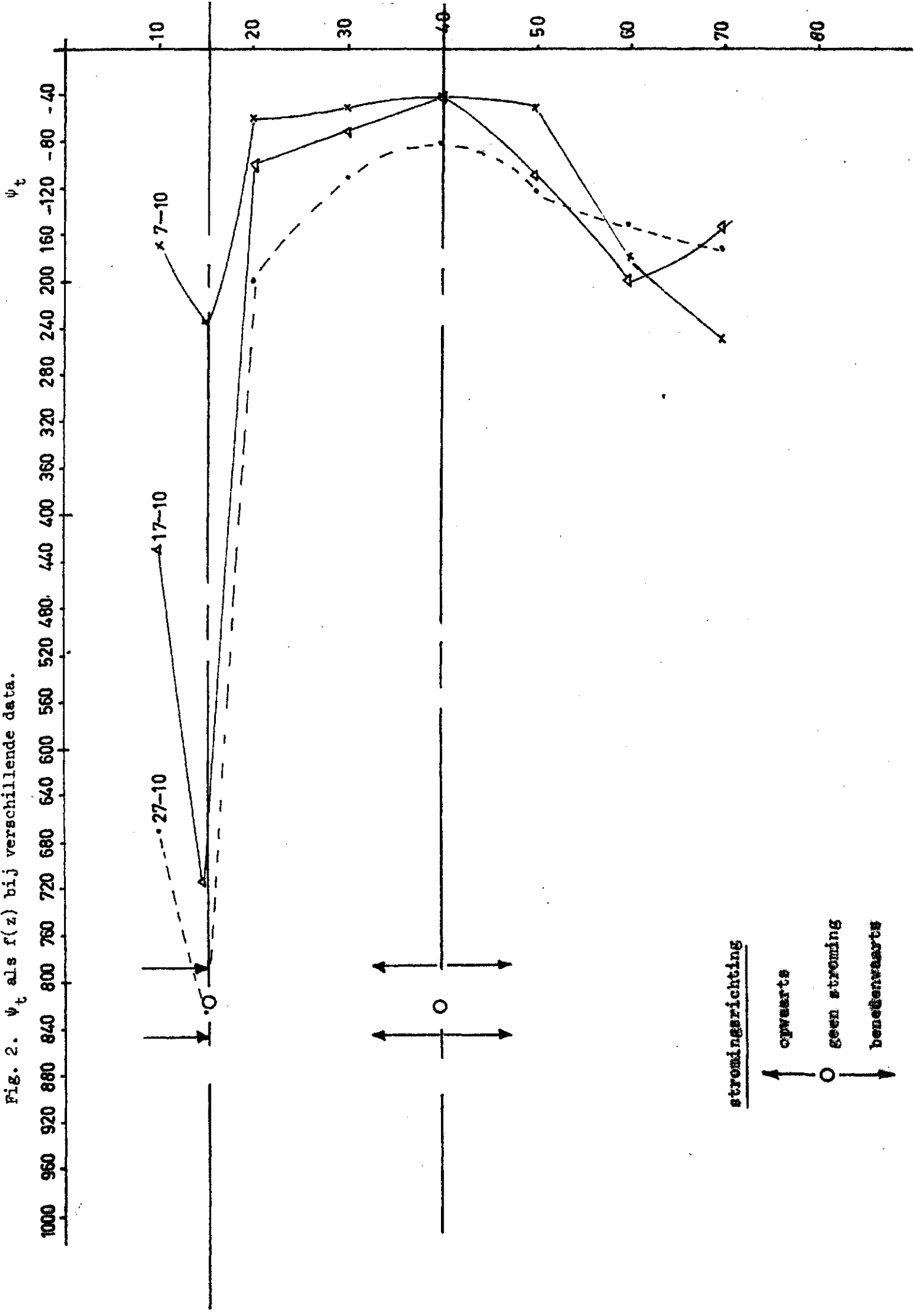


Fig. 3. θ als $f(z)$ bij de verschillende data.

θ cm³/cm³

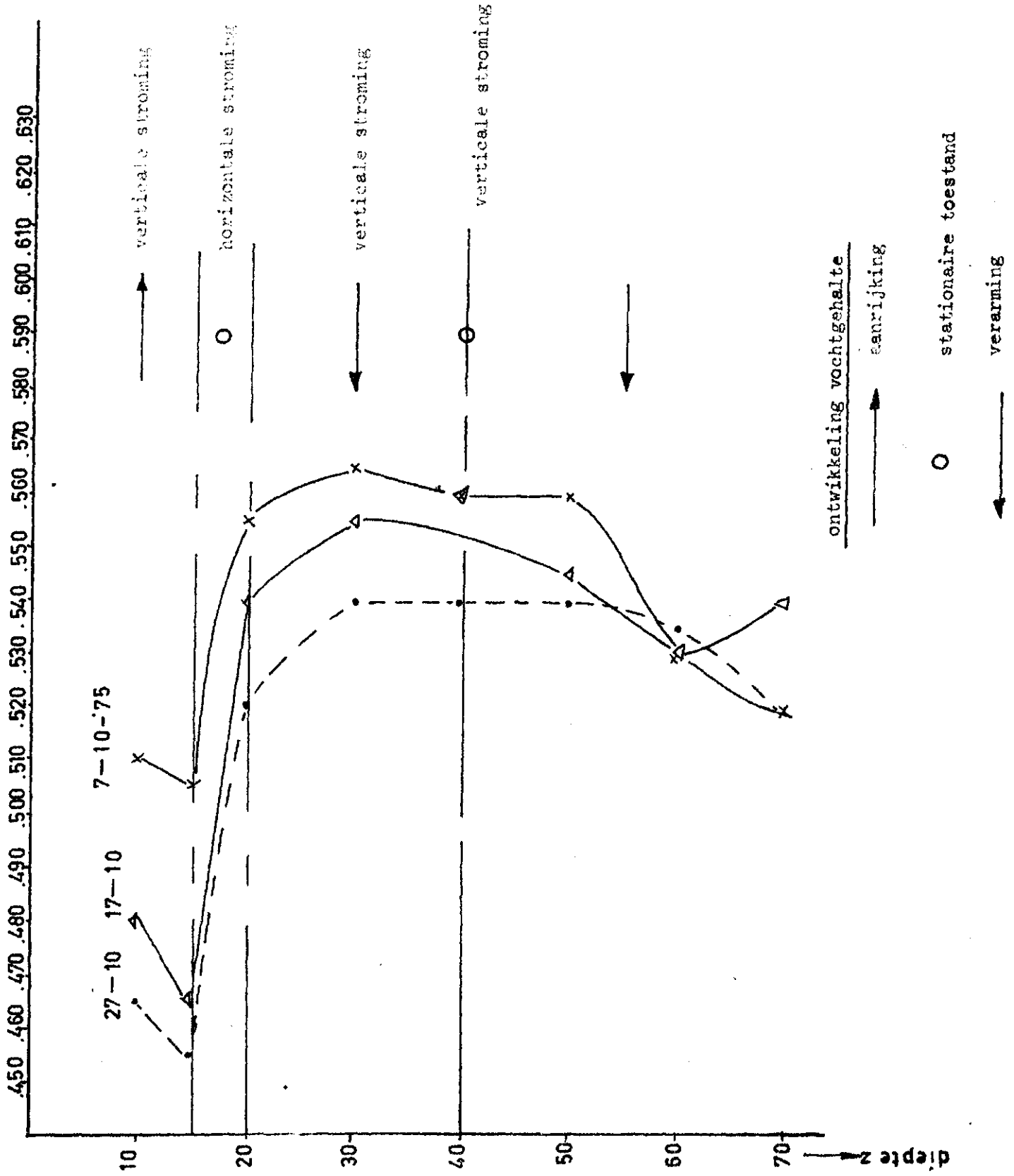
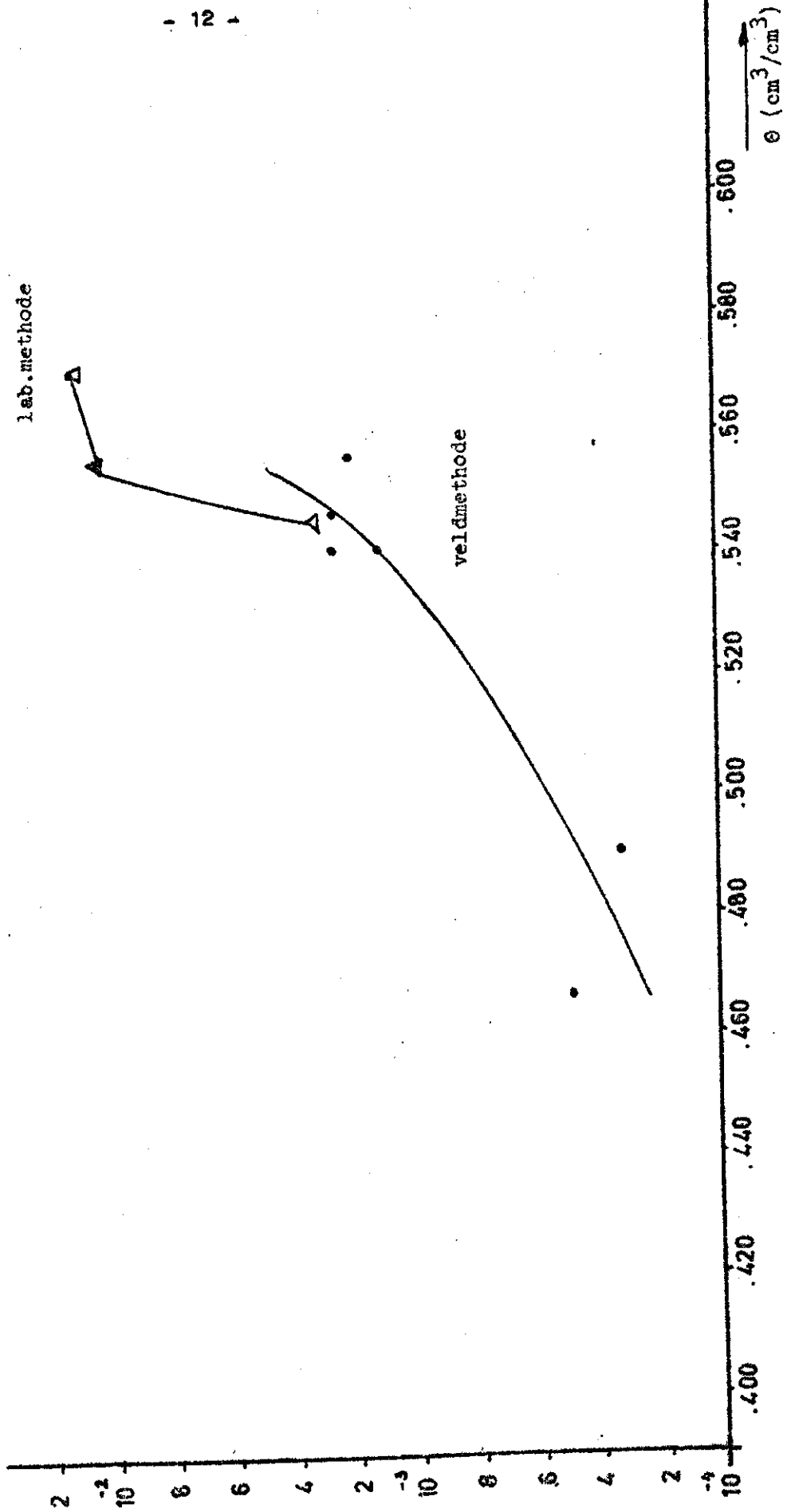


Fig. 4. k als $f(\theta)$ bij laboratoriummethode en veldproef.



Tabel 2. Bepaling ψ_t met θ (z)

diepte z (cm)	ψ_m	ψ_t	θ	ψ_m	ψ_t	θ	ψ_m	ψ_t	θ
	mbar	cbar	cm ³ /cm ³	mbar	cbar	cm ³ /cm ³	mbar	cbar	cm ³ /cm ³
10	160	170	.510	420	430	.480	660	670	.465
15	220	235	.505	700	715	.465	810	825	.455
20	40	60	.555	80	100	.540	180	200	.520
30	20	50	.565	40	70	.555	80	110	.540
40	0	40	.560	0	40	.560	40	80	.540
50	0	50	.560	60	110	.545	70	120	.540
60	120	180	.530	140	200	.530	90	150	.535
70	180	250	.520	80	150	.540	100	170	.540

4.1.5. Discussie

Welke methode men kiest kan afhankelijk zijn van de situatie ter plaatse. Indien men te maken heeft met een klimaat met een droge periode is een veldmethode niet zo moeilijk op te zetten en vraagt, eenmaal ingezet, weinig tijd.

Het traject waarover men k (θ) verkrijgen kan is ook groter dan met de laboratoriummethode verkregen kan worden. Als er veel neerslag valt met slechts een korte drogere periode is het moeilijker om de veldproef uit te voeren mede i.v.m. de grondwaterstandsfluctuaties die ervoor zorgen dat men steeds overnieuw kan beginnen.

Het specifiek voor de veldproef inrichten van een minipolder kost veel tijd en geld. In zo'n omstandigheid kan het raadzaam zijn de laboratoriummethode te gebruiken, hoewel deze bewerkelijk is en erg nauwkeurig uitgevoerd dient te worden.

Uit Fig. 2 volgt dat er op + 15 cm diepte zich een laag bevindt waardoor water zich horizontaal verplaatst.

Vermoedelijk is dit het begin geweest van de originele toplaag van vòòr de drainagewerkzaamheden.

Bij het sleuvengraven is de grond die hieruit kwam verspreid. Er is toen veel structuurverlies opgetreden door de gebruikte bulldozer.

4.1.6. Conclusie

Om de onverzadigde doorlatendheid te bepalen voor kleigronden in Suriname is de veldmethode geschikt gebleven indien men hiervoor een apart poldertje aanlegt waardoor de klimatologische invloeden beperkt kunnen worden.

4.1.7. Literatuur

- Stroming in de onverzadigde zone.
Afd. Cultuurtechniek, Landbouwhogeschool, Wageningen.
- Water requirements of crops, lecture notes.
J.W. Kijne, afd. Weg- en Waterbouw en Irrigatie, Landbouwhogeschool, Wageningen, 1975.
- Water, Heat and Crop growth, R.A. Feddes, Veenman, Wageningen, 1971.
- Algemene bodemkunde, deel II Bodemnatuurkunde Syllabus Kandidaatscollege.
G.H. Bolt, A.R.P. Janse, F.F.R. Koenigs, P. Koorevaar. Landbouwhogeschool, Wageningen, 1972.

Tabel 3a. Berekening van $k(\theta)$ ($\Delta t = 10$ dagen, 7/10 tot 17/10/75)

diepte z cm -m.v.	Δz cm	$\theta(t_1)$ cm^3/cm^3	$\theta(t_2)$ cm^3/cm^3	$\Delta\theta$ cm^3/cm^3	$\overline{\Delta\theta}$ cm^3/cm^3	$\frac{\overline{\Delta\theta} \cdot \Delta z}{\Delta t}$ cm/etm.	Flux cm/etm.	$h_m(t_1)$ cm	$h_m(t_2)$ cm	$\overline{h_m}$ cm	$\overline{\Delta h_m}$ cm	$\frac{\overline{\Delta h_m}}{\Delta z}$ cm/cm	k cm/etm.
0	10	.510	.480	.030	.035	.018	Geschat .036	-160	-420	-290	170	35	$3,2 \times 10^{-4}$
15	5	.505	.465	.040	.035	.018	.054	-220	-700	-460	170	35	$3,2 \times 10^{-4}$
40	10	.560	.560	.000	.008	.008	.008	0	0	0	30	4	$2,0 \times 10^{-3}$
50	10	.560	.545	.015	.008	.008	.008	0	-60	-30	30	4	$2,0 \times 10^{-3}$
60	10	.530	.530	.000	.008	.008	.016	-120	-140	-130	100	11	$1,5 \times 10^{-3}$

Conclusie:

θ	k
.490	$3,2 \times 10^{-4}$
.556	$2,0 \times 10^{-3}$
.541	$1,5 \times 10^{-3}$

Tabel 3b. Berekening van $k(\theta)$ ($\Delta t = 10$ dagen, 17/10 tot 27/10/75)

diepte z cm -m.v.	Δz cm	$\theta(t_1)$ cm^3/cm^3	$\theta(t_2)$ cm^3/cm^3	$\Delta\theta$ cm^3/cm^3	$\overline{\Delta\theta}$ cm^3/cm^3	$\frac{\overline{\Delta\theta} \cdot \Delta z}{\Delta t}$ cm/etm.	Flux cm/etm.	$h_m(t_1)$ cm	$h_m(t_2)$ cm	$\overline{h_m}$ cm	$\overline{\Delta h_m}$ cm	$\frac{\overline{\Delta h_m}}{\Delta z}$	k cm/etm.
0	10												
10	5	.480	.465	.015	.013	.007	geschat .014	-420	-660	-540	215	44	$4,8 \times 10^{-4}$
15		.465	.455	.010				-700	-810	-755			
40		.560	.540	.020				0	-40	-20			
50	10	.545	.540	.005	.013	.013	.013	-60	-70	-65	45	5,5	$2,4 \times 10^{-3}$
55	5	.538	.537	.001	.003	.002	.015	-100	-80	-90	25	6	$2,5 \times 10^{-3}$

Conclusie:

θ	k
.466	$4,8 \times 10^{-4}$
.546	$2,4 \times 10^{-3}$
.540	$2,5 \times 10^{-3}$

4.2. LABORATORIUMMETHODE

4.2.1. Inleiding

Om de veldmethode toe te kunnen passen heeft de humide tropen een aantal nadelen z.a.:

- hoge neerslag met slechts een korte drogere periode,
 - hoge neerslagintensiteit, buien van 30 mm/uur komen regelmatig voor (10 maal per jaar), zodat er sterke grondwaterstandsfluctuaties optreden die snel tot 30 cm beneden m.v. kunnen reiken.
- Er is dan ook gezocht naar een laboratoriummethode, zodat de invloed van het weer wordt uitgeschakeld.

Door een bekende aan te brengen zuigspanningsvermeerdering aan ongestoorde ringmonsters kon via berekeningen een waarde gevonden worden voor de onverzadigde doorlatendheid, $k(\theta)$.

4.2.2. Theoretische achtergrond

Bij evenwicht bij een zekere zuigspanning van h cm water zal er weinig verschil zijn tussen het vochtgehalte van de boven- en onderzijde van het bodemonster bij een geringe hoogte van het monster.

Zonder een grote fout te veroorzaken kan men het vochtgehalte dan ook konstant stellen door het gehele monster, evenals de zuigspanning.

$$h = H + \frac{1}{2} l \quad (\text{Fig. 1})$$

Als de zuigspanning toeneemt van h tot $h + \Delta h$ krijgt men na zekere tijd een lager vochtgehalte. Bij een kleine Δh hoort dan een klein verschil in vochtgehalte verandering en blijft de kapillaire doorlatendheid nagenoeg konstant.

$$\frac{d\theta}{dh} = c$$

$$\frac{\delta\theta}{\delta t} = \frac{k}{c} \frac{\delta^2\theta}{\delta z^2}$$

waarin:

$$\theta = \text{volumetrisch vochtgehalte } \text{cm}^3/\text{cm}^3 \quad (1)$$

$$t = \text{tijd } \text{min}$$

$$k = \text{kapillaire doorlatendheid } \text{cm}/\text{min}$$

$$z = \text{lengte } \text{cm} \quad (2)$$

$$c = \text{helling vocht karakteristiek } \text{cm}^{-1}$$

Oplossing leidt tot:

$$q_t = \frac{2}{1} kh A \sum_{n=0}^{\infty} - \frac{k}{c} (2n+1)^2 \pi^2 \frac{t}{4l^2} \quad (3)$$

Een benaderende oplossing is ook

$$Q_t = 1,14 A (\theta_n - \theta_0) \sqrt{\frac{k}{c} t} \quad (4)$$

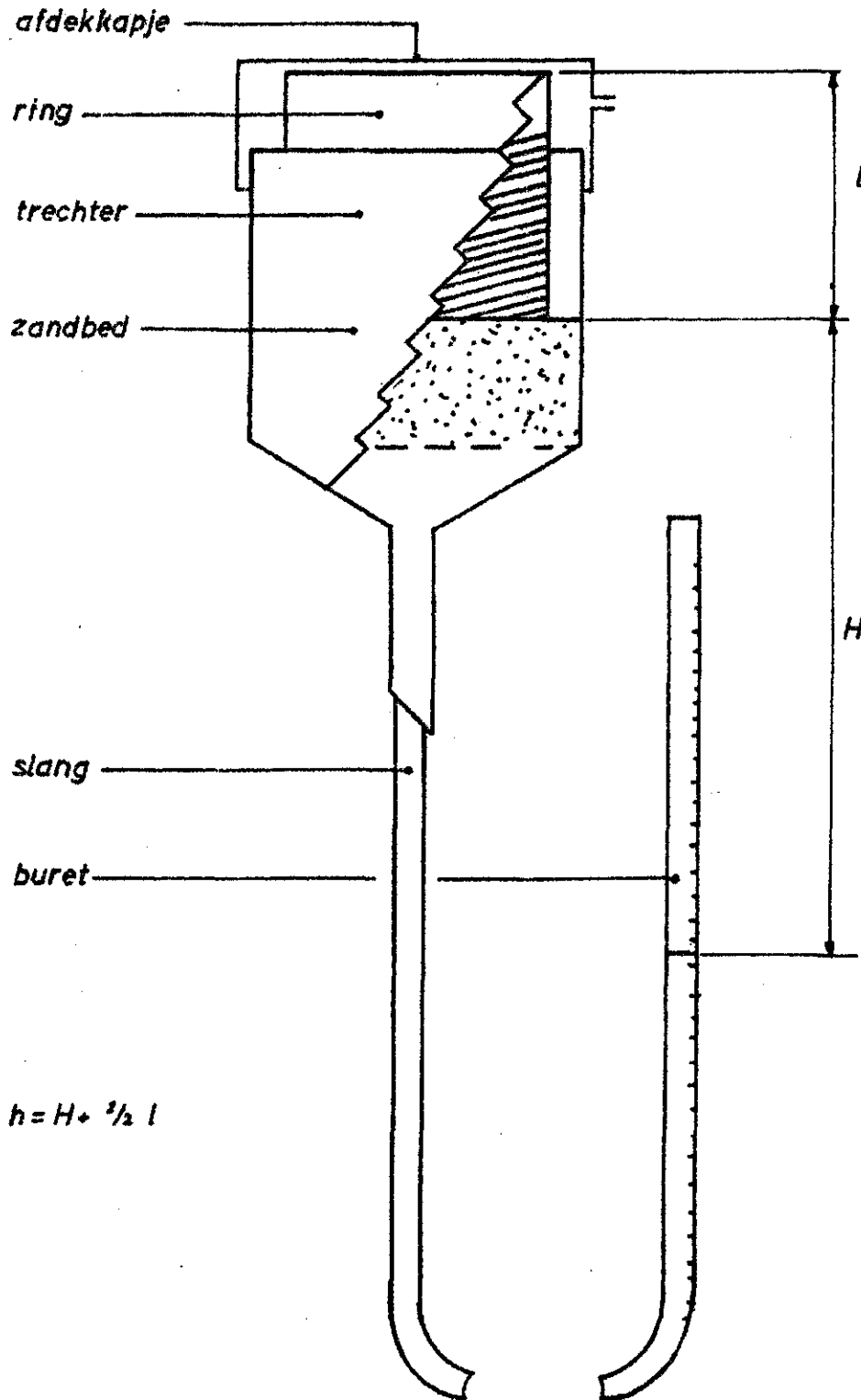


Fig. 1
Opstelling doorlatendheidsmeting

waarin:

A	= oppervlakte monster	cm ²
q _t	= uitstroomsnelheid bij iedere tijd	cm ³ /tijd
Q _t	= totale hoeveelheid wateruittreding bij t = t	cm ³
θ _n	= vochtgehalte bij t = 0	cm ³ /cm ³
θ _c	= vochtgehalte bij t > 0	cm ³ /cm ³

Door de hoeveelheden uitgestroomd water Q_t uit te zetten tegen \sqrt{t} geeft dit een rechte lijn voor kleine waarden van t. Ook kan men Q uitzetten tegen de tijd en de helling bepalen en vindt men q_t.

Strikt genomen moet men een correctie toepassen om de extra weerstand in rekening te brengen die men krijgt doordat gebruik gemaakt wordt van een zandfilter.

Doordat de weerstand in de klei al erg groot is kan dit verwaarloosd worden.

4.2.3. Proefopzet en -uitvoering

De methode geschiedt volgens het model van J. Butijn & J. Wesseling (1959).

Na het steken van de "ongestoorde" bodemonsters zijn deze in enige dagen op verzadigingsniveau gebracht. Butijn & Wesseling gebruiken dan een poreuze plaat waar de monsters opgezet worden. Doordat deze plaat in Suriname niet aanwezig was, is daarom gebruik gemaakt van een laagje Blokzijklzand in een Büchner-trechter, verbonden met een buret (Fig. 1). Kouwenhoven heeft hiermee ook al eens geëxperimenteerd (CELOS rapport no. 57, 1971). Wel moet eerst bekeken worden hoe de wateruittreding verloopt uit het zand zelf (zo weinig mogelijk zand gebruiken, echter 2 à 3 cm is nodig om air entry waarde te garanderen).

Door de monsters op het zand te plaatsen, en de buret over een bepaalde afstand te verschuiven, zodat de zuigspanning toeneemt, kan via miniscusplaatwijziging de uitgetreden waterhoeveelheid van het zand + monster bepaald worden. Hieruit kan via berekeningen k(θ) bepaald worden.

4.2.4. Verkregen gegevens en berekeningen

Tabel 4. Berekening van k(θ) via (4) berekend van monsters gestoken op 40 cm diepte

traject cm	A cm ²	θ(n)-θ(o) cm ³ /cm ³	Q/√t cm ³ /√t	C 1/cm	k(θ) cm/etm.	θ cm ³ /cm ³	k̄(θ) cm/etm.
3 → 10	20	0,01	onbruikbaar	0,001	onbruikbaar		-
10 → 40	20	0,001	0,08	0,001	2,39×10 ⁻²	.570	1,54×10 ⁻²
			0,05	0,001	6,91×10 ⁻³	.570	
40 → 70	20	0,01	0,09	0,001	2,30×10 ⁻²	.555	1,27×10 ⁻²
			0,03	0,001	2,45×10 ⁻³	.555	
70 → 100	20	0,02	0,10	0,001	6,91×10 ⁻³	.545	3,59×10 ⁻³
			0,02	0,001	2,74×10 ⁻⁴	.545	

Opm. θ verzadigd = 0,55 cm³/cm³.

Bij de eindfase 70 → 100 cm bleek het vochtgehalte bij de opstellingen 0,51 cm³/cm³ te zijn. Dit werd bepaald via de droogstoof.

4.2.5. Discussie

4.2.5.1. Traject 3 → 10 cm onderdruk

Uitgegaan is bij een θ verzadigd van $0,55 \text{ cm}^3/\text{cm}^3$, waarbij de monsters 2 weken lang bevochtigd werden. Hierna is de zuigspanning op 3 cm onderdruk gebracht. Het voordeel hiervan is dat men al het oppervlaktewater kwijtraakt terwijl het vochtgehalte nagenoeg constant blijft. Het blijkt dat er geen berekeningen mogelijk zijn in dit traject. Als oorzaak kan genoemd worden dat het zand en monster zich in een onstabiele evenwichtssituatie bevinden

4.2.5.2. Traject 10 → 40 cm onderdruk

Fig. 2 en 3 geven een beeld van de meting en de verwerking. Er bleek dat ook hier zich na een langere tijd het verschijnsel voordeed dat water naar het monster stroomde. Twee van de vijf opstellingen bleken bruikbare gegevens op te leveren. Het was niet mogelijk om via eindvochtgehalten terugrekenend een reële waarde voor $\theta_n - \theta_0$ te vinden.

4.2.5.3. Traject 40 → 70 cm onderdruk

Uit Fig. 4 blijkt dat ook hier na enige tijd er een stilstand komt in de wateruittreding en een terugstroming optreedt. Twee van de vijf opstellingen bleken ook hier weer bruikbare gegevens op te leveren. Uit Tabel 1 blijkt tevens dat $k(\theta)$ kleiner wordt.

4.2.5.4. Traject 70 → 100 cm onderdruk

Fig. 5 en 6 geven een weergave van een opstelling. Hoewel de grafiek goed lijkt, blijkt hieruit echter dat t_g weer groter wordt. Echter, ook $\theta_n - \theta_0$ wordt groter met als gevolg een $k(\theta)$ die kleiner wordt.

4.2.6. Conclusie

Vergelijkt men de gevonden waarden met die van k -verzadigd dan blijkt dat voor k -verzadigd via de omgekeerde boorgatenmethode $0,2 \text{ mm/ minuut}$ gevonden wordt, zodat de via de proef gevonden waarden inderdaad veel kleiner zijn.

Vergelijkt men de gevonden waarden met die van Butijn & Wesseling dan blijken ze lager uit te komen. Dat moet ook wel want zij gebruikten sandy loam, deze heeft een grotere doorlatendheid.

De gebruikte laboratoriummethode is dus bruikbaar gebleken. Wel moeten de uitkomsten met de nodige reserve bekeken worden. Het gehele proces is niet zo nauwkeurig gebleken als wel wenselijk zou zijn. Het water dat uit het zand treedt doet dit niet zo regelmatig en goed meetbaar als men zou willen.

Fig. 2 Q_t als $f(t)$ bij onderdruk 10-40 cm

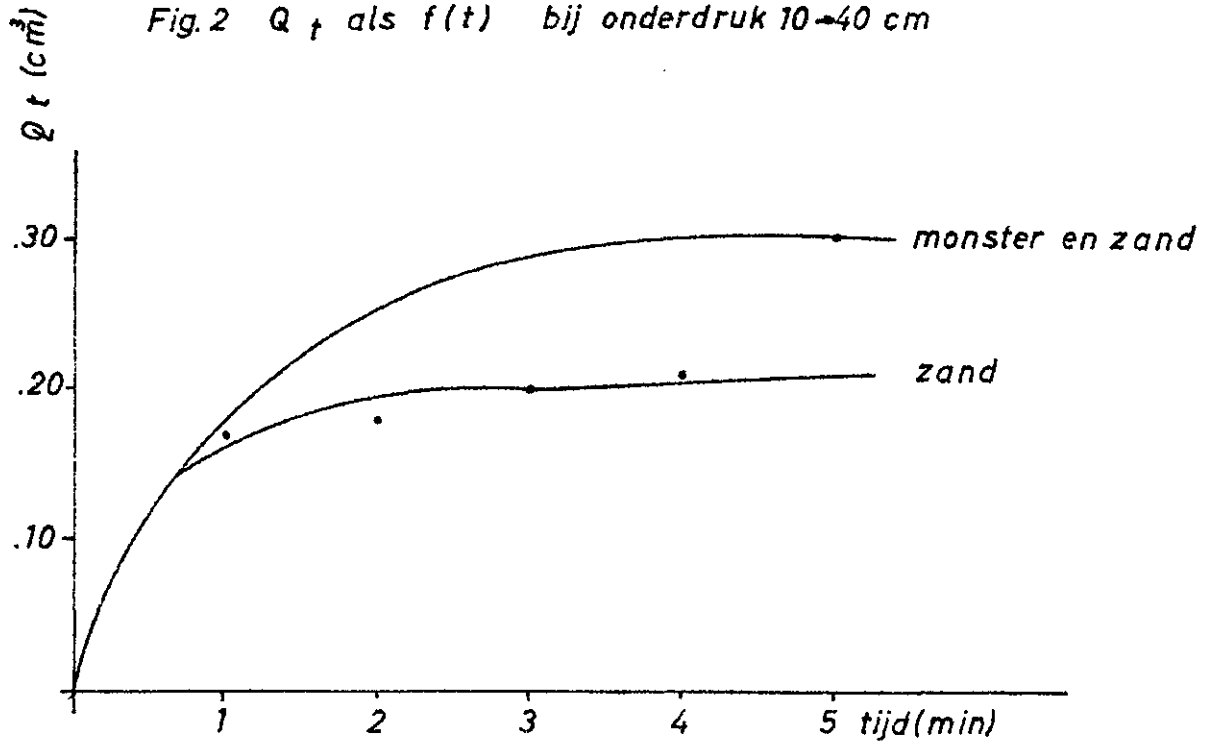
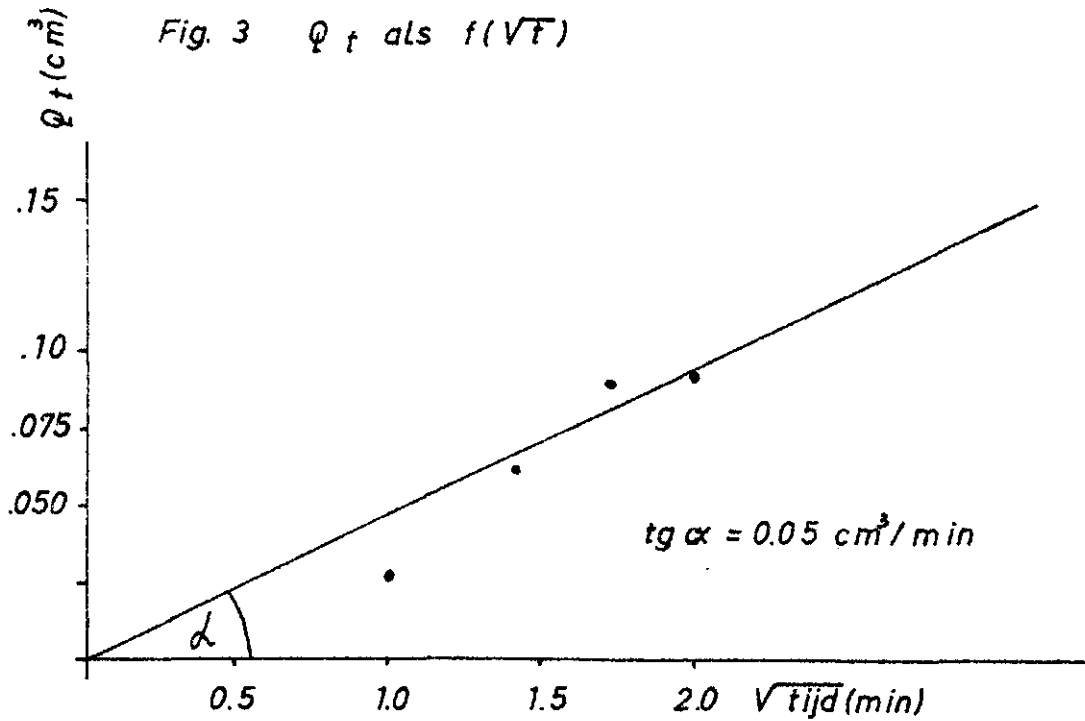


Fig. 3 Q_t als $f(\sqrt{T})$



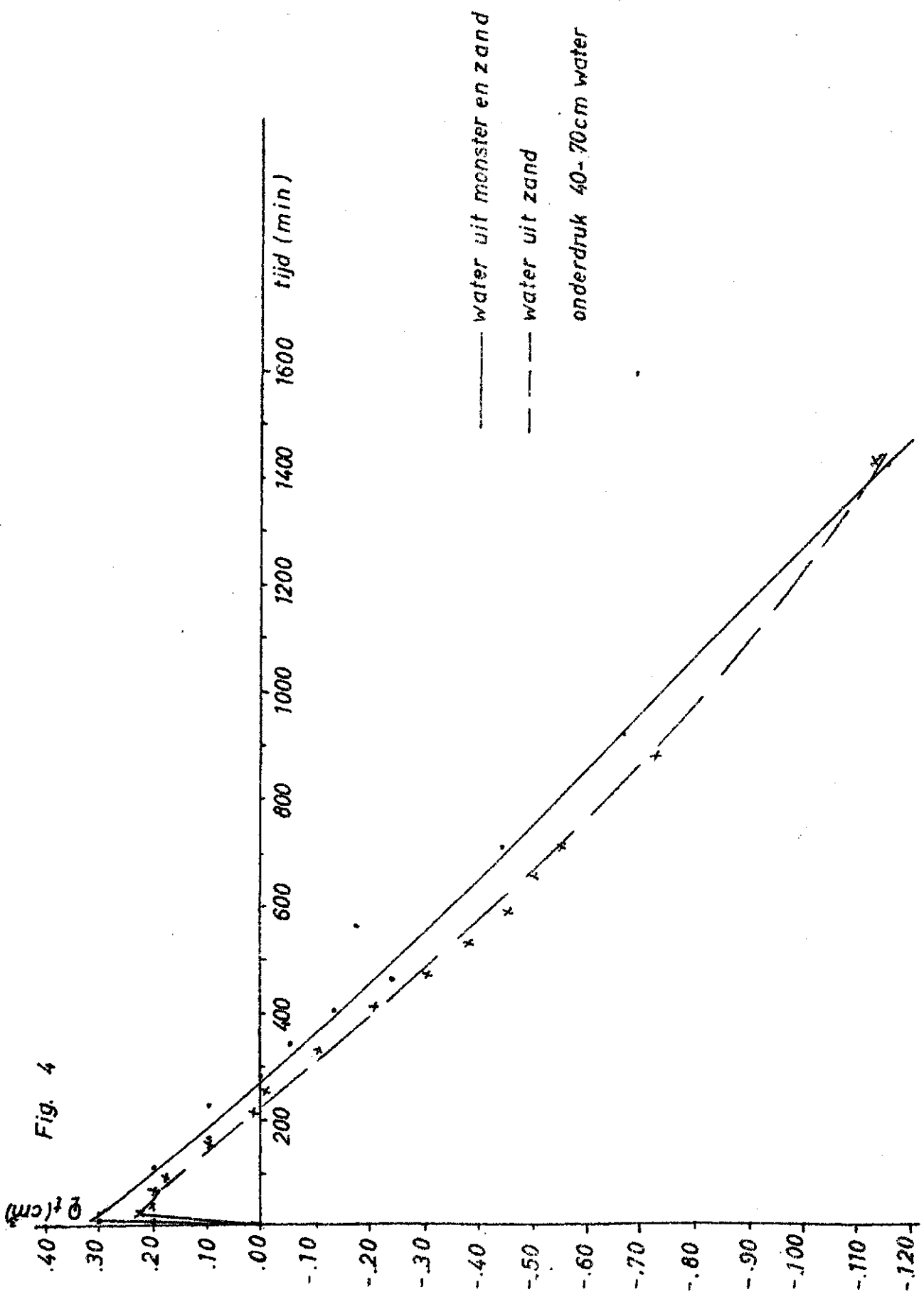


Fig. 6 Q_t als $f(Vt)$ Onderdruk 70-100 cm

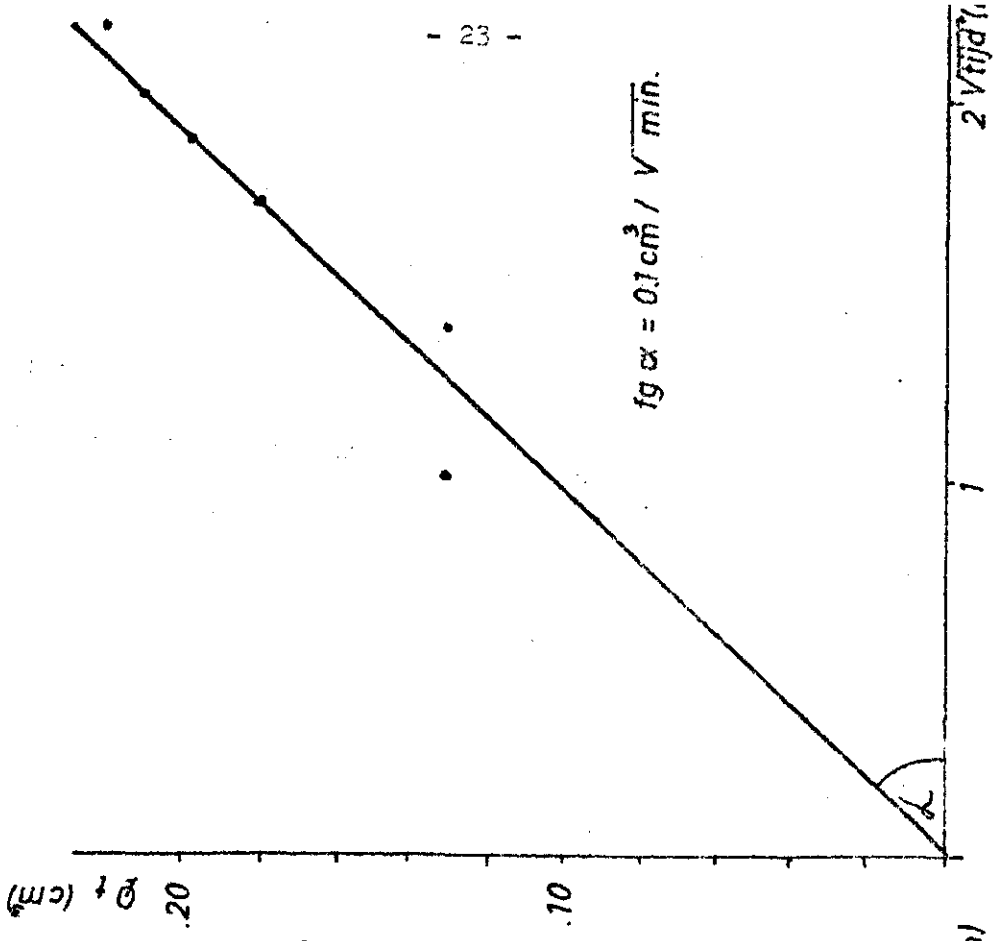
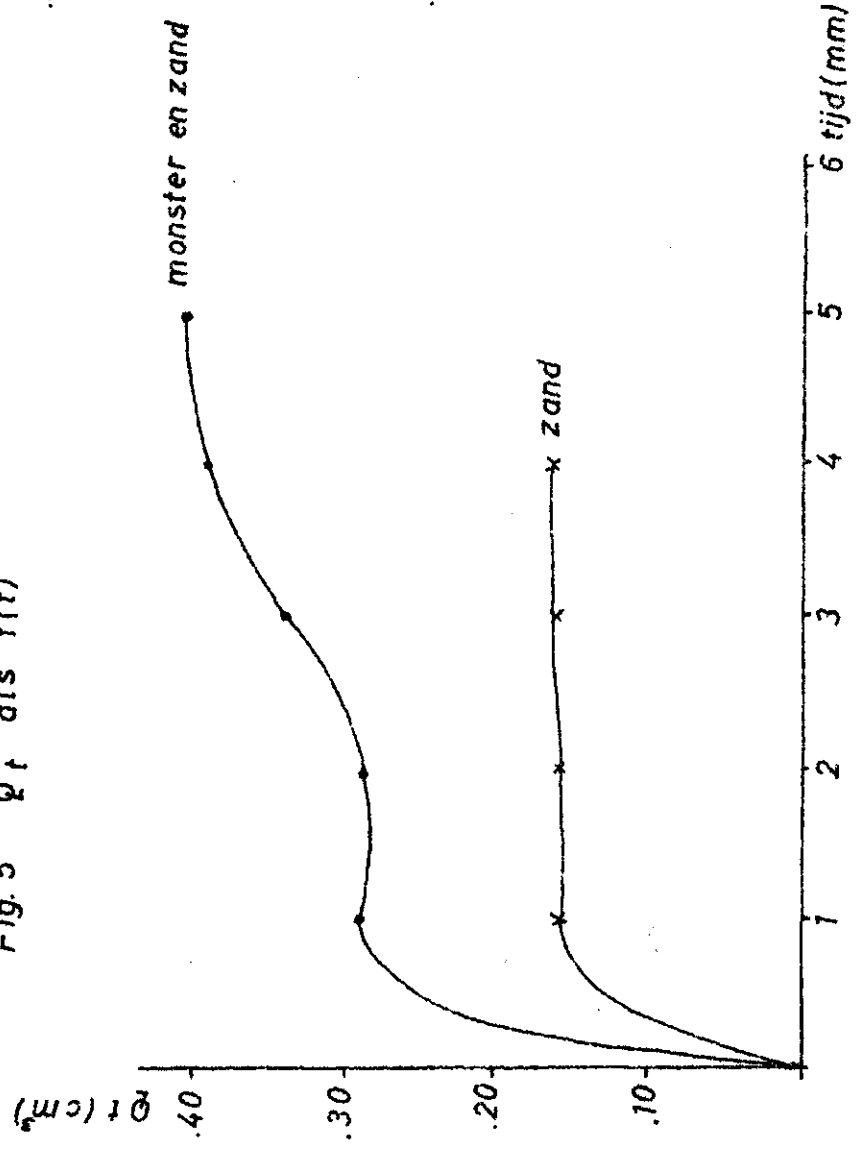


Fig. 5 Q_t als $f(t)$



Zeker gezien de precisie en de hoeveelheid tijd die nodig is om een antwoord te krijgen op de gestelde vraag is het zeker wenselijk om de poreuze plaat te gebruiken. Een optredende extra contactweerstand kan bij zware kleigronden verwaarloosd worden.

Een oplossing via formule (3) is niet mogelijk.

Wat betreft een antwoord op de probleemstelling of er watertransport mogelijk is via kapillaire opstijging geven de uitkomsten weinig reden tot optimisme, alhoewel hier in dit onderzoek niet verder aan gewerkt is.

Voor komgronden die een vergelijkbare pF-curve hebben bedraagt deze minder dan 0,5 mm/dag (FEDDES).

Wat betreft de vraagstelling van de aantasting van Yellow Med lijkt het niet de gewezen methode om hierop een antwoord te kunnen geven.

Dit kan misschien gevonden worden door onderzoek van de luchthuishouding van deze gronden.

4.2.7. Literatuur

- Determination of the capillary conductivity of soils at low moisture tensions. J. Butijn & J. Wesseling. Netherlands Journal of agricultural Science, Vol. 7 no. I, February 1959.
- Microstructure and stability of two sandy loam soils with different soil management. J. Bouma, Pudoc, Wageningen, 1969.
- Grondbewerking gericht op de permanente teelt van droge éénjarige gewassen in Suriname, proef CELOS-terrein, onderdeel: enige bodemfysische bepalingen. J.K. Kouwenhoven, CELOS rapport no. 47, 1971.
- Water, Heat and Crop growth. R.A. Feddes, Veenman, Wageningen, 1971.

4.3. ENIGE BODEMFYSISCH E BEPALINGEN AAN HET CELOS-TERREIN

t.b.v. de onverzadigde doorlatendheid van zware kleigronden
in de kustvlakte van Suriname (onderzoekproject no. 75/14).

Uitgevoerd door het Landbouwproefstation,
afd. bodemfysica, Ir. N. Muileboom

september 1975

Tabel . Gegevens voor de bepaling van pF-curven bij verschillende diepten.
A-cijfer = gewicht vochtgehalte

pF	diepte: 5-10 cm			diepte: 20-25 cm			diepte: 35-40 cm		
	A-cijfer	droog	θ	A-cijfer	droog	θ	A-cijfer	droog	θ
0,4	48,7	1,14	55,5	52,8	1,09	57,6	46,4	1,20	55,7
1,0	48,4		55,2	52,2		56,9	46,0		55,2
1,5	48,0		54,7	51,6		56,2	45,7		54,8
2,0	45,8		52,2	48,8		53,2	44,2		53,0
2,7	39,6		45,1	42,0		45,8	40,1		48,1
3,5									
4,2	27,4		31,2	28,7		31,3	26,7		32,0
diepte: 40-45 cm diepte: 55-60 cm diepte: 60-65 cm									
0,4	49,3	1,16	57,2	44,6	1,26	56,2	45,6	1,24	56,5
0,4	49,3	1,16	56,8	44,5		56,1	45,3		56,2
1,5	48,6		56,4	44,3		55,8	45,1		55,9
2,0	46,7		54,2	43,0		54,2	43,5		54,0
2,7	42,0		48,7	38,3		48,3	38,2		47,4
3,5									
4,2	25,4		29,5	25,3		31,9	25,9		32,1

Fig. 7

pF- kurve
zware kleigrond
CELOS-terrein:
diepte : 5 - 10 cm
V.G. = 1.14 g/cm³

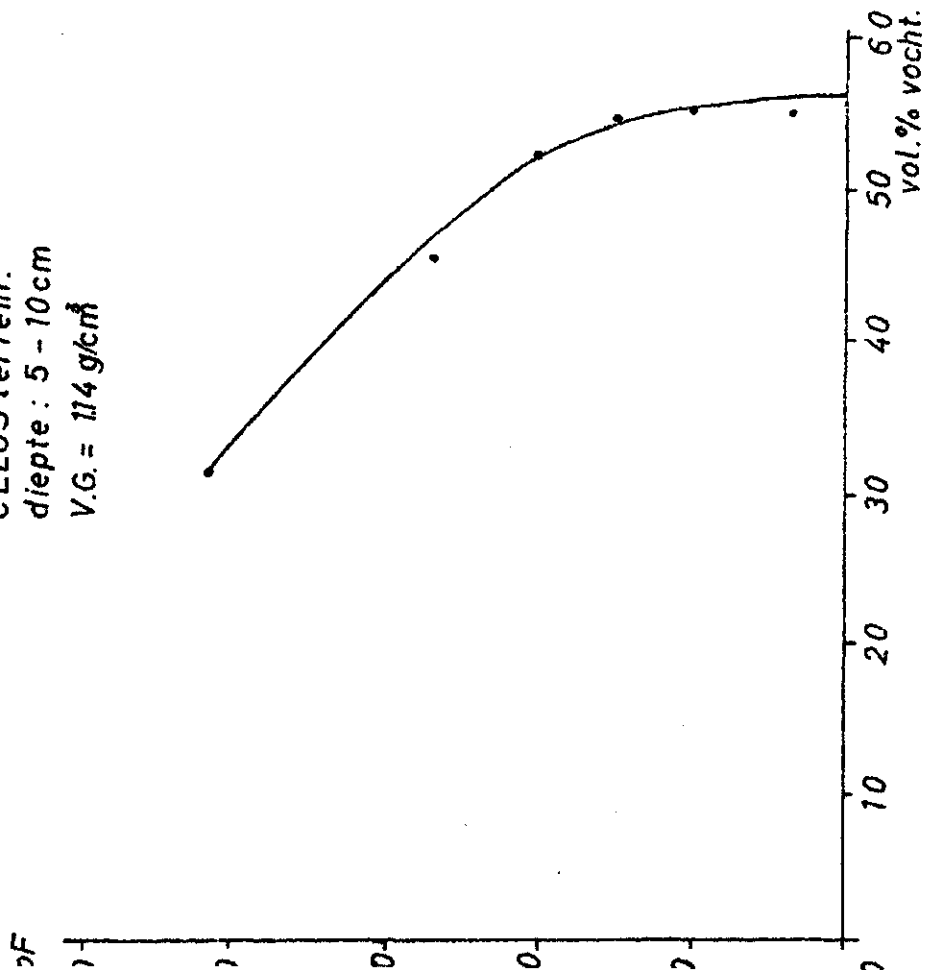


Fig. 8

pF- kurve
zware kleigrond
CELOS-terrein:
diepte: 20 - 25 cm
V.G. = 1.09 g/cm³

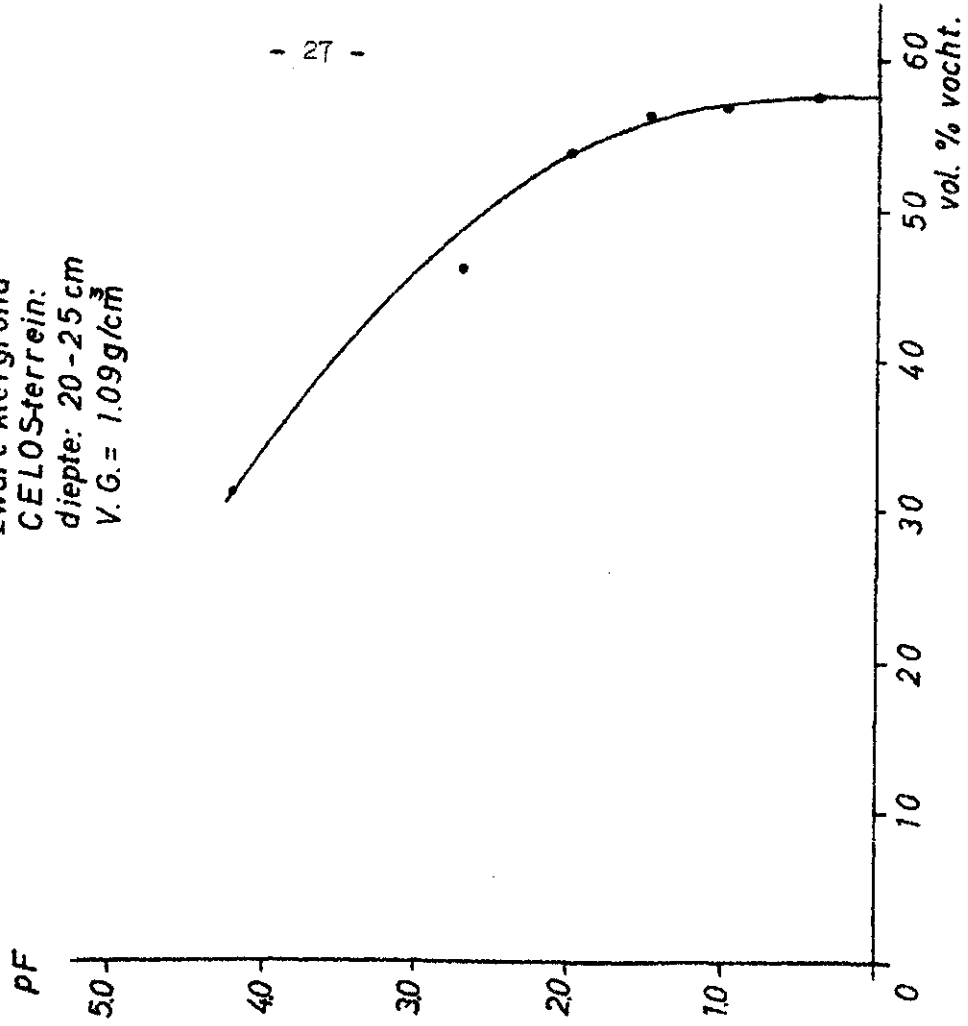


Fig. 10 pF-kurve
zware kleigrond.
CELOSterrein
diepte: 40 - 45cm
V.G. = 1,16 g/cm³

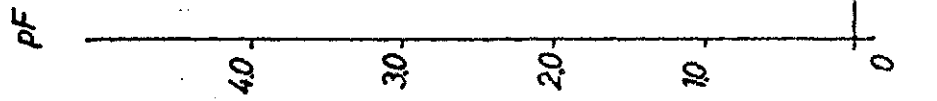


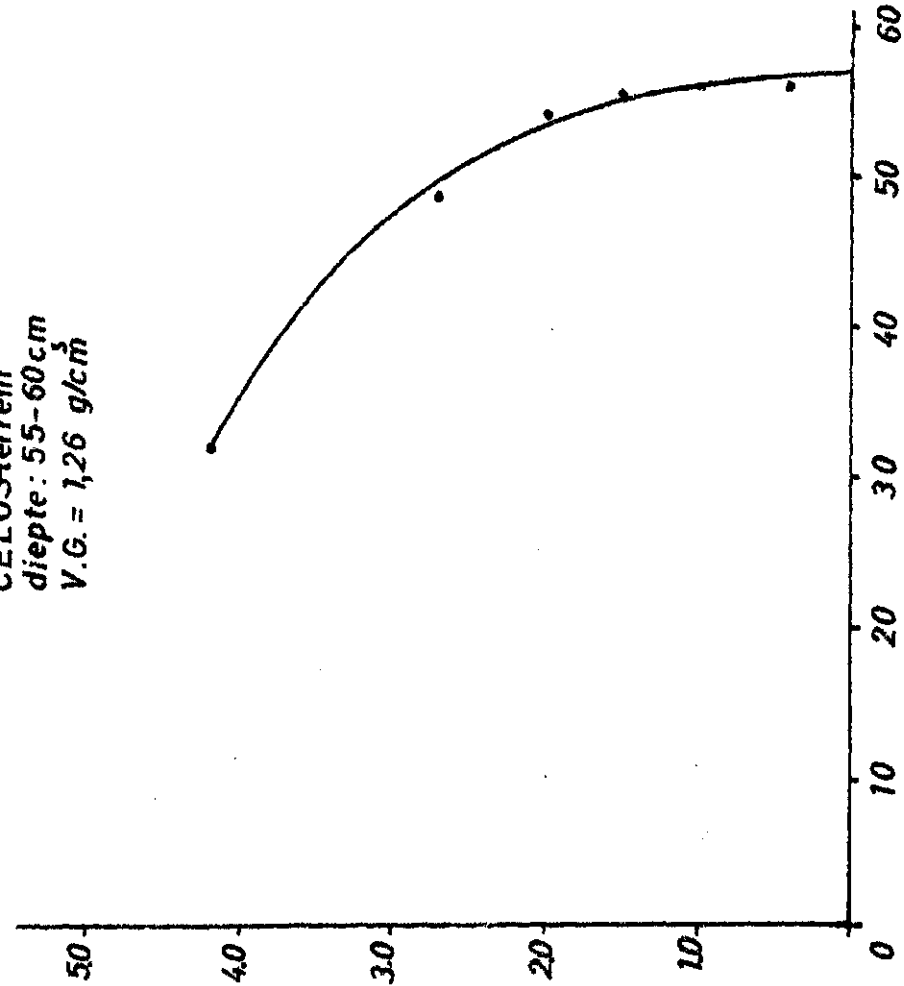
Fig. 9 pF-kurve
zware kleigrond
CELOSterrein
diepte: 35-40cm
V.G. = 1,20 g/cm³



pF

Fig. 11

pF - kurve
zware kleigrond
CELOS-terrein
diepte: 55-60 cm
V.G. = 1,26 g/cm³



pF

Fig. 12

pF - kurve
zware kleigrond
CELOS-terrein
diepte: 60-65 cm
V.G. = 1,24 g/cm³

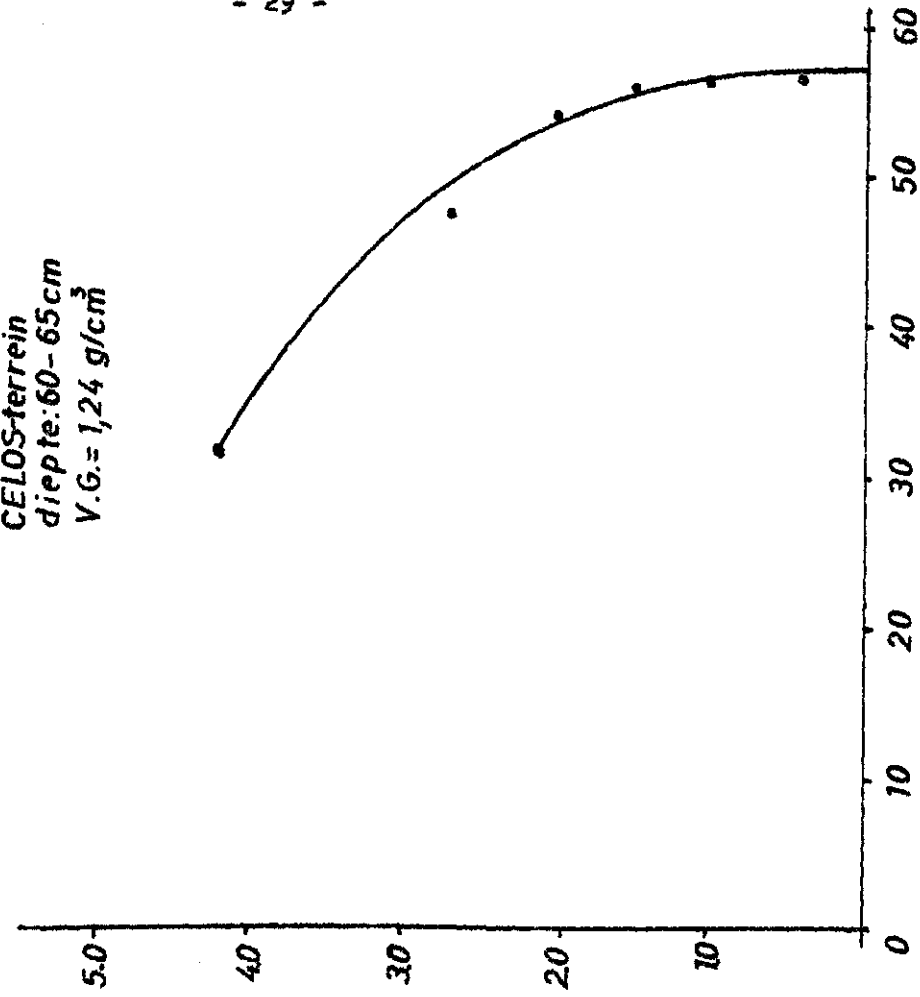


Fig. 13
V.G. als f (diepte)

