

Landbouwhogeschool-Wageningen  
CENTRUM VOOR LANDBOUWKUNDIG ONDERZOEK IN SURINAME

EEN VERSLAG VAN DE VOORSTUDIE EN DE VOORBEREIDENDE  
WERKZAAMHEDEN TEN BEHOEVE VAN HET IRRIGATIE-  
ONDERZOEK IN CITRUS OP BABOENHOL  
(onderzoekproject 72/37)

N.R. Kuiper

Verslag van werkzaamheden verricht onder leiding  
van Ir. W.H.J. Vochteloo

maart 1973

CELOS rapporten vormen een serie interne verslagen van werk verricht door studenten en leden van de wetenschappelijke staf van het Centrum voor Landbouwkundig Onderzoek in Suriname.

## I N H O U D

	Blz.
1. <u>Samenvatting</u> . . . . .	5
2. <u>Voorwoord</u> . . . . .	5
3. <u>Topografie en bodemkundige gesteldheid</u> . . . . .	5
3.1. Inleiding . . . . .	5
3.2. Kartering . . . . .	5
3.3. Bodemkundige gesteldheid . . . . .	7
4. <u>De beregeringsinstallatie en de aanleg daarvan</u> . . . . .	7
4.1. Inleiding . . . . .	7
4.2. Ontsluiting naar de rivier . . . . .	10
4.3. De pompunit . . . . .	10
4.4. Hoofdleiding en Hydranten . . . . .	12
4.5. Sproeileidingen . . . . .	12
4.6. De sproeier . . . . .	12
5. <u>Bepaling van de regenverdeling en het debiet</u> . . . . .	
<u>van de sproeier</u> . . . . .	13
5.1. Inleiding . . . . .	13
5.2. Bepaling van de regenverdeling . . . . .	13
5.3. Bepaling van het debiet . . . . .	13
5.4. Resultaten en discussie . . . . .	14
6. <u>Bepaling van een aantal factoren die van belang zijn bij het vaststellen van de irrigatiebehoefte</u> . . . . .	22
6.1. Inleiding . . . . .	22
6.2. Beworteling . . . . .	22
6.3. Het opstellen van pF curven . . . . .	23
6.4. Schatting van de evapotranspiratie van citrus met kudzu als bodembedekker . . . . .	27
7. <u>Literatuur</u> . . . . .	31

## 1. SAMENVATTING

Op 16 ha van het 150 ha metende citrusbedrijf Baboenhol van de Stichting voor Experimentele Landbouwbedrijven zal een onderzoek uitgevoerd worden naar de agrotechnische en economische aspecten van aanvullende irrigatie gedurende droge periodes. Aan dit onderzoek is van begin oktober 1972 tot eind maart 1973 een oriënterende voorstudie voorafgaan. Gedurende deze periode werden gegevens verzameld, die noodzakelijk zijn voor de definitieve opstelling van het onderzoekschema.

Daarnaast bleek het noodzakelijk aandacht te besteden aan een aantal technische aspecten, die verband hielden met de aanleg van de beregeningsinstallatie in dezelfde periode (zie hoofdstuk 4).

## 2. VOORWOORD

Bovengenoemde werkzaamheden werden uitgevoerd door de student N.R. Kuiper als onderdeel van zijn praktijktijd in Suriname. Hij werd hierbij gecoached door ir. W.H.J. Vochtelo, wetenschappelijk medewerker bij het CELOS.

## 3. TOPOGRAFIE EN BODEMKUNDIGE GESTELDHEID

### 3.1. INLEIDING

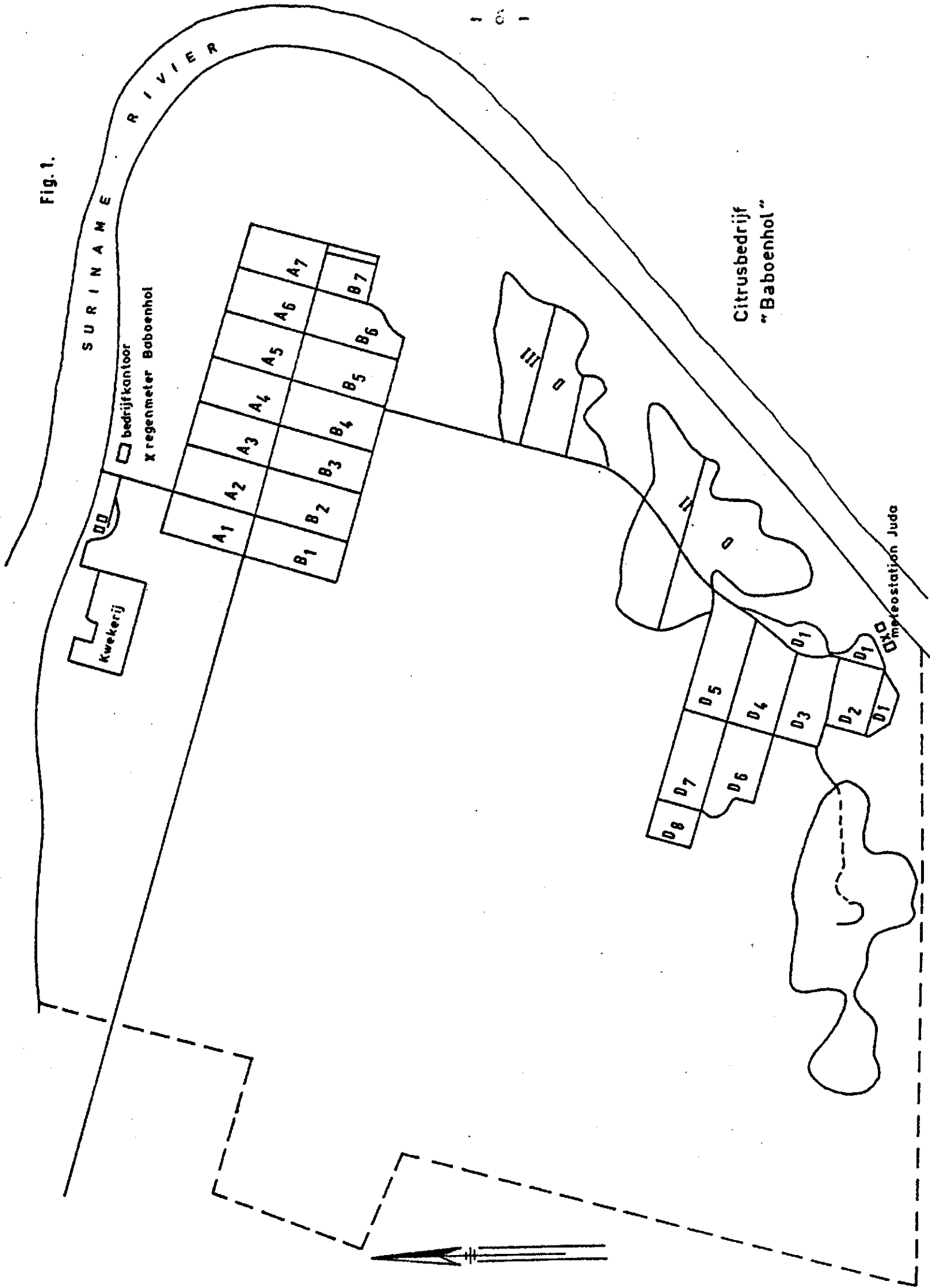
Het toekomstige irrigatieproefveld bestaat uit twee blokken, A4 en A5, elk met een lengte van 400 m en een breedte van 200 m, zodanig ten opzichte van elkaar gelegen dat een vierkant van 400 x 400 m ontstaat (Fig. 1). Voor vaststelling van de ligging van de proefvakken in A4 en A5 is inzicht in de topografie en bodemgesteldheid noodzakelijk. Hiertoe werden in eerste instantie een detailmeting en een hoogtemeting uitgevoerd, welke resulteerden in een topografische kaart van het proefveld en de ontsluiting hiervan naar de Surinamerivier.

De bodemkundige gegevens werden ontleend aan een reeds eerder door de Dienst Bodemkartering vervaardigde kaart van dit gebied.

### 3.2. KARTERING

Tussen de blokken A4 en A5 werd een balk ingegraven, waarnaar in een heen en teruggaande waterpassing de in NSP (Nieuw Surinaams Peil) bekende hoogte van de vloer van het bedrijfskantoor overgebracht werd. Vervolgens werden langs de lange zijden van de beide blokken om de 30 m piketten geslagen welke ingemeten werden in een detailmeting van het proefveld. Van deze piketten werd de hoogte t.o.v. de ingegraven balk bepaald. De volgende fase van de meting bestond

Fig. 1.



uit een doorgaande waterpassing door de boomgaard in raaien van piket tot piket, evenwijdig aan de korte zijden van de blokken en wel zodanig dat hoogtepunten werden verkregen op een afstand van ongeveer 30 m. De uitwerking van de hoogtometing resulteerde in 237 in NSP bekende hoogtepunten, regelmatig over het terrein verdeeld. Ook de waterpassing van de ontsluiting naar de rivier werd zodanig uitgevoerd dat zowel op de weg als ter plaatse van de ingegraven hoofdleiding van de beregeningsinstallatie om de 30 m een hoogtepunt verkregen werd. De richting van de ontsluiting t.o.v. het meetlijnnet om het proefveld werd vastgesteld m.b.v. een theodoliet.

Voor het resultaat van deze metingen wordt verwezen naar de bij dit rapport gevoegde hoogtelijnenkaart (bij lage 1) (schaal 1 : 1000). Het hoogteverschil tussen twee opéénvolgende hoogtelijnen bedraagt binnen het proefveld 25 cm. Daar de hoogteverschillen in de ontsluiting aanzienlijk groter zijn dan in het proefveld, zijn hier de verschillen tussen de hoogtelijnen in verband met de overzichtelijkheid van de kaart, 50 cm.

### 3.3. BODEMKUNDIGE GESTELDHEID

Uit bijgevoegde bodemkaart (Fig. 2) blijkt dat het proefveld op terrasgronden gelegen is. Binnen de beide blokken onderscheidt men de middelhoge- en de hoge rivierterrassen.

## 4. DE BEREGENINGSINSTALLATIE EN DE AANLEG DAARVAN

### 4.1. INLEIDING

Voor de komst van de student N.R. Kuiper naar Baboenhol was reeds door dit bedrijf in overleg met ir. W.H.J. Vochteloos een order voor een beregeningsinstallatie bij Perrot geplaatst. De aankomst van het materiaal alsmede de aanleg van de installatie viel samen met de aanwezigheid van student Kuiper op Baboenhol. Gezien de onder de aldaar heersende omstandigheden absoluut noodzakelijk strenge controle op de werkzaamheden die op de aanleg betrekking hadden werd student Kuiper bij de controle hierop ingeschakeld. Een gedeelte van zijn werkzaamheden op dit terrein is opgetekend in dit hoofdstuk onder 4.2, 4.3 en 4.4. Voor de layout van de installatie wordt verwezen naar Figuur 3.

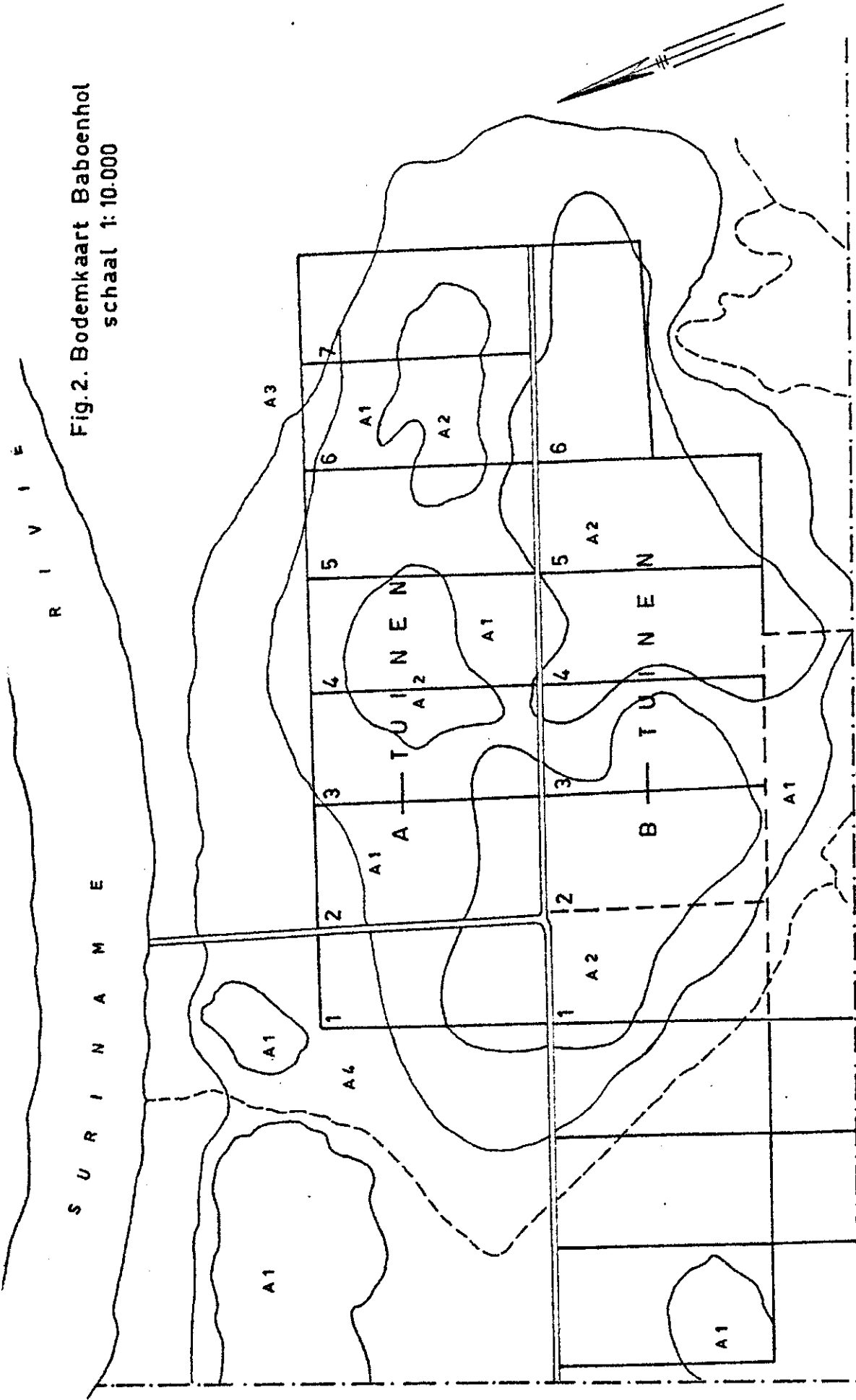
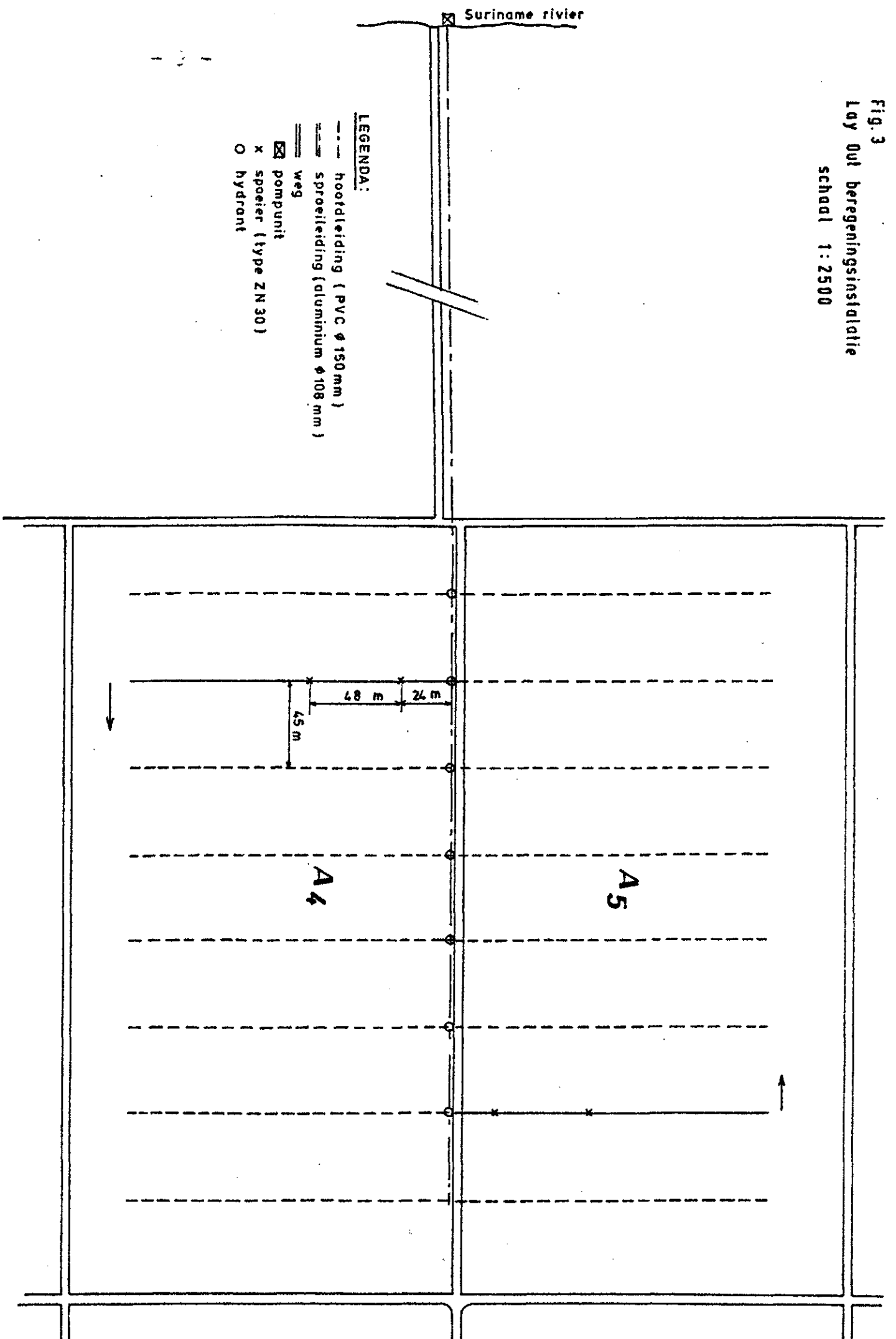


Fig.2. Bodemkaart Baboenhol  
 schaal 1:10.000

LEGENDA:

- A3. LAGE RIVIERTERRASGRONDEN.  
 Afwisselend drasse tot natte, mattig diepe humeuze, br. en geelgevl. fijnz. stofleem tot zw. leem van <30 cm, in de ondergr. overgaand in rood en geelgevl. fijnzond zw. leem tot stofklei met licht grijze matrix.
- A4. KREEK - EN GEULGROND.  
 Drasse, mid. grofz. leem <50 cm, op roodgevl. zw. grofz. leem (soms ferrriet grindh. stoffige grofzandige klei >100 cm)
- A1. MIDDEL HOGE RIVIERTERRASGRONDEN.  
 Vochtige, diep humeuze, grofz. leem (>50 cm) op br. geel en roodgevl. zw. grofz. leem, (soms ferrriet grindh. grofz. stofklei ondergrond.)
- A2. HOGE RIVIERTERRASGROND  
 Droog humeus diepgehom. lemig grof zand <80 cm met rood en geelgevl. stoffige zware grofz. leem ondergrond.

Fig. 3  
Lay Out beregeningsinstallatie  
schaal 1:2500



**LEGENDA:**

- hoofdleiding (PVC  $\phi$  150 mm)
- - - spreidleiding (aluminium  $\phi$  108 mm)
- == weg
- ⊠ pompuut
- x speeler (type ZN 30)
- hydrant



#### 4.2. ONTSLUITING NAAR DE RIVIER

Ten behoeve van de ontsluiting van het proefveld naar de Suriname rivier (400 m) werden vanaf de rivier twee evenwijdige lijnen met een onderlinge afstand van 14 m uitgezet. Hiertussen werd met behulp van een dozer (Komatsu D 60) het bos verwijderd. Vervolgens werden zowel het tracé van de te leggen hoofdleiding als dat van de weg uitgezet, zodanig dat de afstand tussen de wegas en de hoofdleiding 7 m bedroeg. Aan de weg werd een afwaterend dwarsprofiel gegeven met aan beide zijden greppels. De hartafstand tussen beide greppels bedraagt 10 m. Achter de oeverwal van de rivier ligt een kom waar in de natte tijd wateroverlast optreedt. Hier werd het weglichaam verhoogd door van de oeverwal afgegraven grond naar deze kom te schuiven. Tevens zal hier onder de weg een duiker geplaatst worden.

De verharding van het wegdek bestaat uit kleiige lateriet met steenslag, welke met behulp van een trekker met graderblad werd aangebracht. Wegens het defect raken van de voorlader was dit werk bij het tot stand komen van dit verslag nog niet beëindigd.

#### 4.3. DE POMPUNIT

De pompunit bestaat uit een niet zelfaanzuigende centrifugaalpomp van de Gorman-Rupp Company, model 66B met een tweetakt dieselmotor van het merk General Motors.

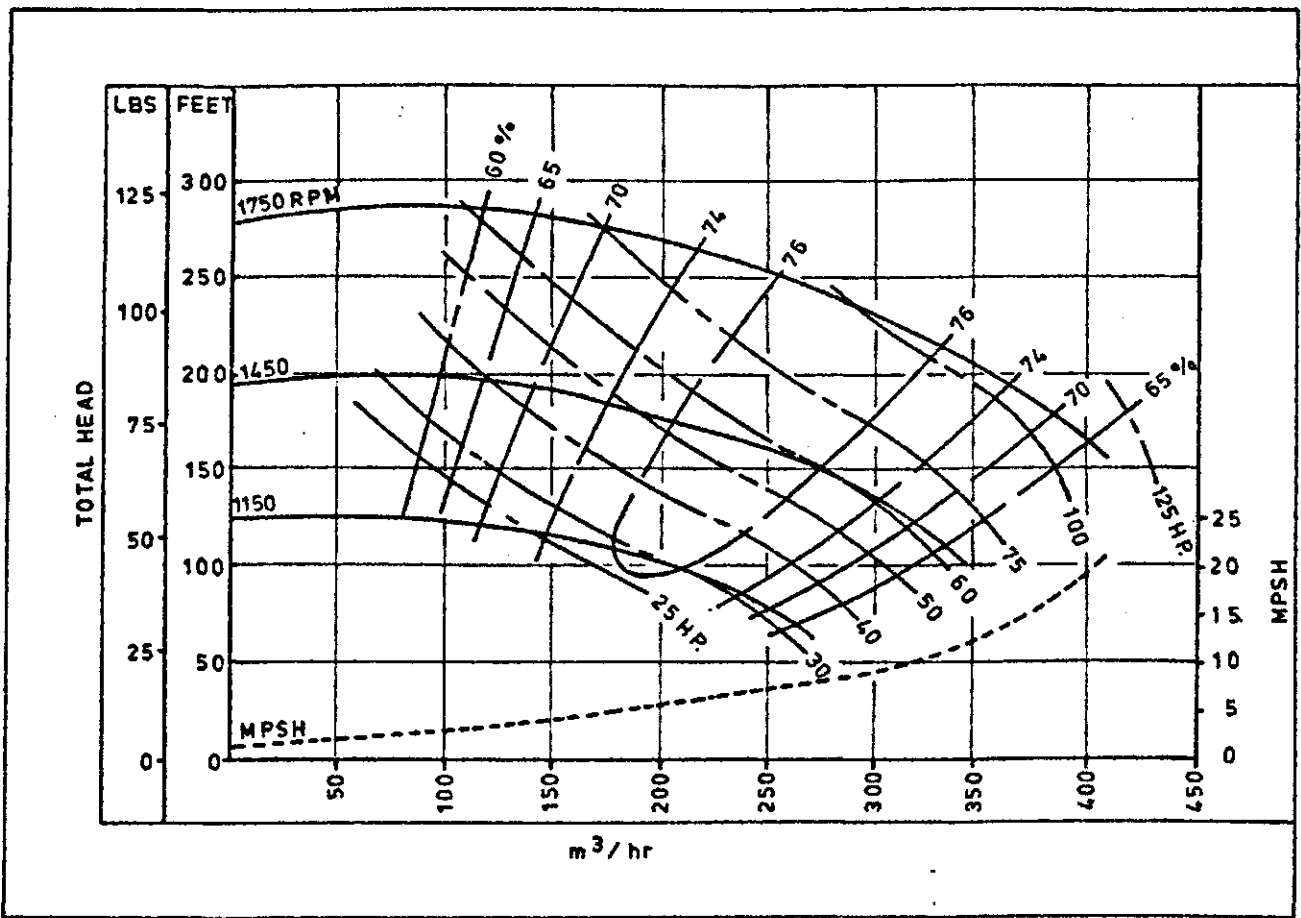
Technische gegevens:

Vermogen	: 125 Pk
Zuigleiding	: 6"
Persleiding	: 6"
Waaierdiameter:	16"
Capaciteit	: Bij maximaal rendement en 1750 rpm 295,1 m <sup>3</sup> /hr bij 7 atm. (Fig. 4)

De pompunit is geplaatst op een daarvoor gebouwde steiger in de rivier.

Daar het afvoerregime van de Surinamerivier door de bouw van de dam te Afobakka veranderd is, en het hierdoor gevormde Van Blommenstein stuwmeer pas onlangs geheel gevuld was, zijn nog geen gegevens over langere tijd bekend omtrent de te verwachten hoogste waterstanden benedenstrooms te Baboenhol. De ontwerphoogte van de steiger werd op grond van waarnemingen over het laatste halfjaar zodanig gekozen dat verondersteld wordt dat de steiger slechts bij zeer hoge afvoeren van het stuwmeer onder water komt te staan. Dreigt een dergelijke situatie dan kan de pompunit onmiddellijk verwijderd worden. Daar zulke waterhoogten voornamelijk in natte perioden te verwachten zijn is dit niet bezwaarlijk voor de berekening.

Fig.4 - Pompkarakteristiek



#### 4.4. HOOFDLEIDING EN HYDRANTEN

De ondergrondse hoofdleiding is samengesteld uit 6 m lange PVC buizen met een binnendiameter van 150 mm. Verbinding geschiedt door steekmoffen, afgedicht door middel van een rubberring. De totale lengte van de leiding is 750 m.

De hydranten hebben een binnendiameter van 108 mm. Ze zijn gemonteerd op stalen T-stukken die ingepast werden in de hoofdleiding. Afdichting tussen T-stuk en hydrant vindt ook hier plaats door een platte rubberring.

Perrot stelde een lay-out op welke een afstand tussen de hydranten van 48 m aangaf. Hierbij was echter geen rekening gehouden met het bestaande plantverband van de citrus waarin de rijafstand 7,5 m bedraagt. Aangezien het gewenst is dat de hydranten zich in het verlengde van de bomenrijen bevinden in verband met gemechaniseerde werkzaamheden en om de kans op beschadiging te beperken, diende de hydrantafstand op een veelvoud van 7,5 m gebracht te worden en wel zo dicht mogelijk bij 48 m. Dit had tot gevolg dat het sproeierverband gewijzigd werd van het oorspronkelijk vastgestelde vierkantsverband van 48 x 48 m in een rechthoeksverband van 45 x 48 m. Ten gevolge van genoemde omstandigheden en tevens vanwege het feit dat de T-stukken niet direct passend waren, was het noodzakelijk een aantal buizen te verzagen en de aldus ontstane uiteinden opnieuw af te schuiven.

#### 4.5. SPROEILEIDINGEN

De sproeileidingen bestaan uit 6 m lange aluminium snelkoppelbuizen met een diameter van 108 mm. Deze kunnen door middel van een bochtstuk op de hydrant bevestigd worden. Op dit bochtstuk is een kraan aanwezig die aangrijpt op de afsluiter in de hydrant. De sproeileidingen hebben een lengte van 168 m en staan loodrecht op de hoofdleiding. Tussen de snelkoppelbuizen kan een T-stuk (108-65-108 mm) worden aangesloten waarop de standpijp van de sproeier bevestigd wordt. Deze heeft een doorsnede van 65 mm en een lengte van 2,45 m.

#### 4.6. DE SPROEIER

De sproeier is van het merk Perrot, type ZN 30. Dit type is roterend met zwenkarm en twee straalpijpen waarvan één met vast mondstuk met een diameter van 7 m en één met verwisselbaar mondstuk. Voor dit laatste zijn mondstukken aanwezig met een diameter van 20 en 22 mm. Voor nadere bijzonderheden wordt verwezen naar hoofdstuk 5.

## 5. BEPALING VAN DE REGENVERDELING EN HET DEBIET VAN DE SPROEIER

### 5.1. INLEIDING

Om een inzicht te verkrijgen in de gelijkmatigheid van de neerslagverdeling van de gebruikte sprinklers (Perrot ZN 30) bij een opstellingsverband van 45 x 48 m werden van een individuele sprinkler de hiervoor benodigde sproeierkarakteristieken bepaald. Bij werkdrukken van 4,0, 4,5 en 5 atm. en mondstuk diameters van  $\varnothing$  20 en  $\varnothing$  22 mm werd voor omstandigheden met en zonder wind de regenverdeling gemeten. Tevens werd bij genoemde werkdrukken en mondstukdiameters het debiet bepaald. Naar aanleiding van de verkregen resultaten werden tenslotte de gewenste werkdruk en mondstukdiameter vastgesteld.

### 5.2. BEPALING VAN DE REGENVERDELING

De sproeier werd opgesteld in de kwekerij en aangesloten op de daar aanwezige beregeningsinstallatie. Om de sproeier werden in een vierkantsverband van 8 x 8 m olie-blikjes geplaatst. Om de sproeicirkel geheel binnen het vierkantennet te laten vallen moest de totale afmeting van het aldus ontstane vierkant 96 x 96 m bedragen. In de directe nabijheid werd een anemometer opgesteld om de gemiddelde windsnelheid tijdens de meting te kunnen bepalen. De tijdsduur van de meting bedroeg 2 uur. Aan het begin hiervan werd de juiste druk ingesteld m.b.v. een manometer, bevestigd op de standpijp. Hierbij werd een correctie aangebracht van 0,2 atm. ter compensatie van het plaatshoogteverschil tussen manometer en mondstuk (2 m). De gemiddelde windsnelheid werd bepaald uit de gedurende de totale meetperiode afgelegde windweg. Tijdens de meting werd de druk regelmatig gecontroleerd. Na de meting werd de hoeveelheid water in de blikken in een maatglas bepaald.

Om de metingen bij een voldoende lage windsnelheid te kunnen uitvoeren, moest 's ochtends om 6 uur begonnen worden. Rond 8.30 uur wordt de wind snel sterker om pas in de avond weer af te nemen.

### 5.3. BEPALING VAN HET DEBIET

Bepaling van het debiet van de sproeier geschiedde met behulp van de waterwagen uit de kwekerij. Deze is zuiver cilindrisch en de inhoud werd dan ook berekend door meting van de doorsnede en lengte. Bij de meting werd als volgt te werk gegaan. Op beide sproeiermonden werden slangen bevestigd. De sproeier werd op druk gebracht en vervolgens werden beide slangen in de vulopening van de waterwagen gebracht waarna de voor het vullen van de tank benodigde tijd werd gemeten. Uit de inhoud van de tank (4,350 m<sup>3</sup>) en de benodigde vultijd konden de verschillende debieten berekend worden (Tabel 2).

#### 5.4. RESULTATEN EN DISCUSSIE

De waterhoeveelheden in de blikjes bij de metingen ter bepaling van het neerslagpatroon, zijn bekend in  $\text{cm}^3$ . Deze worden als volgt omgerekend in mm neerslag per uur:

$$\text{neerslag (mm/hr)} = 10 \times \frac{\text{hoeveelheid water in het blikje (cm}^3\text{)}}{\text{oppervlak blikje (cm}^2\text{)} \times \text{tijd van meting (hr)}}$$

Aan de hand van de meting bij 4,0 atm. en een mondstukdiameter van 20 mm wordt de verdere verwerking toegelicht. Tijdens deze meting bedroeg de gemiddelde windsnelheid 0,06 m/sec. Uit de regenverdeling van een enkele sproeier is als volgt die in het sproeierverband van 45 x 48 m te bepalen. Van dat rechthoeksverband wordt één rechthoek beschouwd (Fig. 5).

De bijdrage van de sproeiers 1, 2, 3 en 4 aan de regenverdeling in Fig. 6 bestaat uit respectievelijk kwadrant 4, 3, 2 en 1 van Fig. 7. Sommatie per punt van de neerslaghoeveelheden levert de totale neerslagintensiteit in dat punt (Fig. 6).

De regenverdeling van de enkele sproeier is vastgelegd door de in een vierkantsverband van 8 x 8 m geplaatste blikken. Zoals eerder uiteengezet, moest het oorspronkelijke sproeierverband van 48 x 48 m gewijzigd worden in een rechthoeksverband van 45 x 48 m, met een afstand tussen de lateralen van 45 m. Daar 45 geen veelvoud van 8 is, komen de lijnnetten van het meetverband van Fig. 7 en dat van Fig. 6 niet overeen. Het is dus noodzakelijk om het vierkantsverband van 8 x 8 m om te zetten in een rechthoeksverband van 7,5 x 8 m. Dit wordt bereikt door rechtlijnige interpolatie van de horizontale rijen van Fig. 7 (Fig. 8).

De uniformiteit van de regenverdeling in het sproeierverband kan uitgedrukt worden in diverse coëfficiënten. Hiermee wordt de kwaliteit van de regenverdeling bij verschillende drukken en windsnelheden aangegeven. Invloeden zoals het niet volkomen rechtstaan van de sproeier en verschillen in rotatiesnelheid konden niet in beschouwing worden genomen.

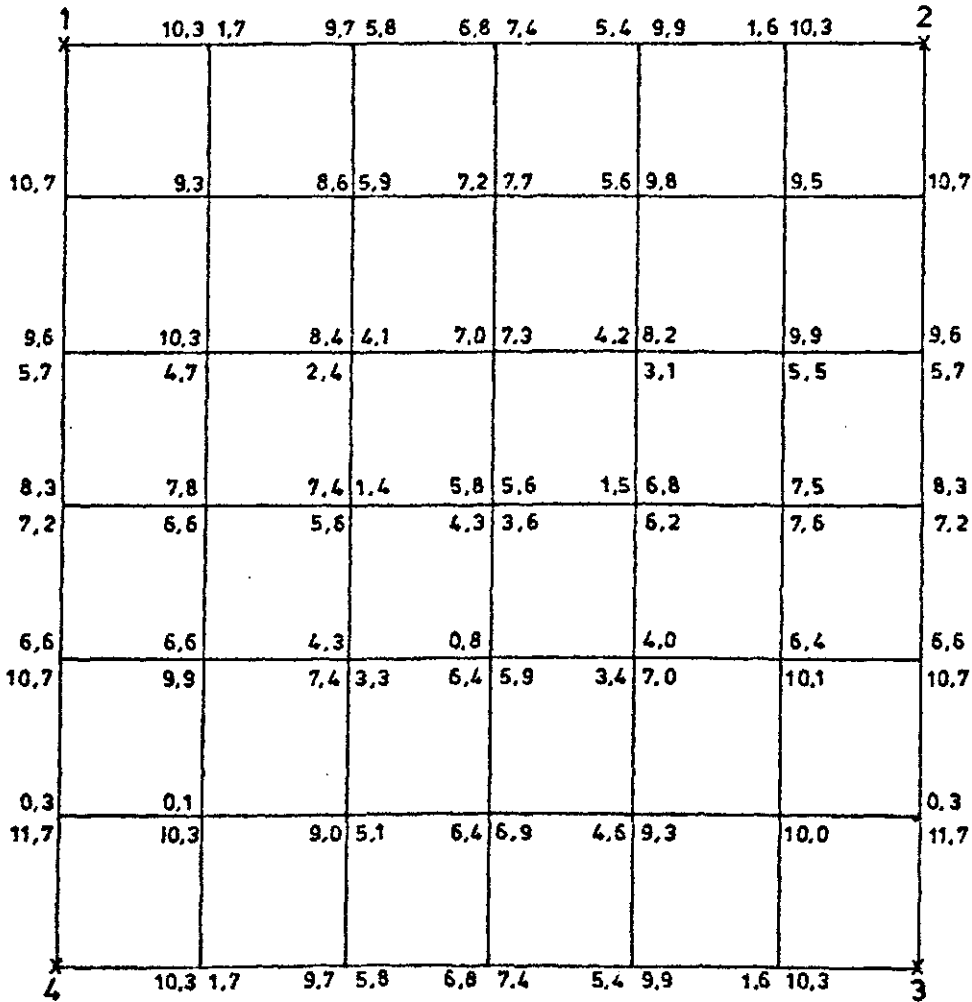
Bij de verwerking van de metingen wordt van twee verschillende uniformiteitscoëfficiënten gebruik gemaakt.

##### 1. Uniformiteitscoëfficiënt van Cristiansen

$$C_u = 100 \left\{ \frac{1 - \frac{\sum_{i=1}^n |x_i - \bar{x}|}{\bar{x}_n}}{\bar{x}_n} \right\}$$

- $C_u$  : uniformiteitscoëfficiënt
- $x_i$  : waarneming  $i$  in het neerslagpatroon
- $\bar{x}$  : gemiddelde neerslagintensiteit
- $n$  : aantal waarnemingen

Figuur 5



Regenverdeling in het sproeiverband 45 x 48 m

Druk : 4,0 atm.

Ø mondstuk : 20 mm

gem. windsnelheid : 0,08 m/sec.

$$C_u = 100 \left( 1 - \frac{\sum_{i=1}^n |x_i - \bar{x}|}{\bar{x} n} \right)$$

$$\bar{x} n = 493,3$$

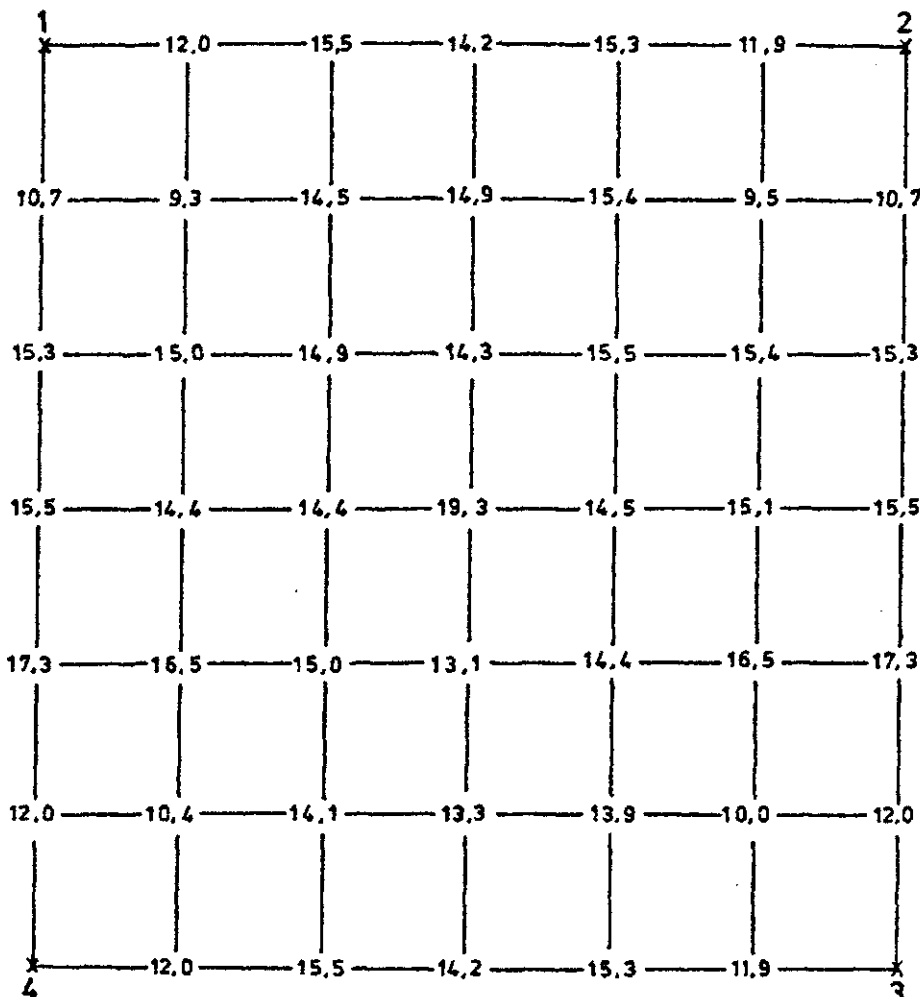
$$n = 35$$

$$\bar{x} = 14,1 \text{ (mm/hr)}$$

$$\sum_{i=1}^n |x_i - \bar{x}| = 57,8$$

$$C_u = 100 \left( 1 - \frac{57,8}{493,3} \right) = 88,3\%$$

Figuur 6



$$C_v = \frac{\sigma}{\bar{x}} = \frac{\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}}{\bar{x}}$$

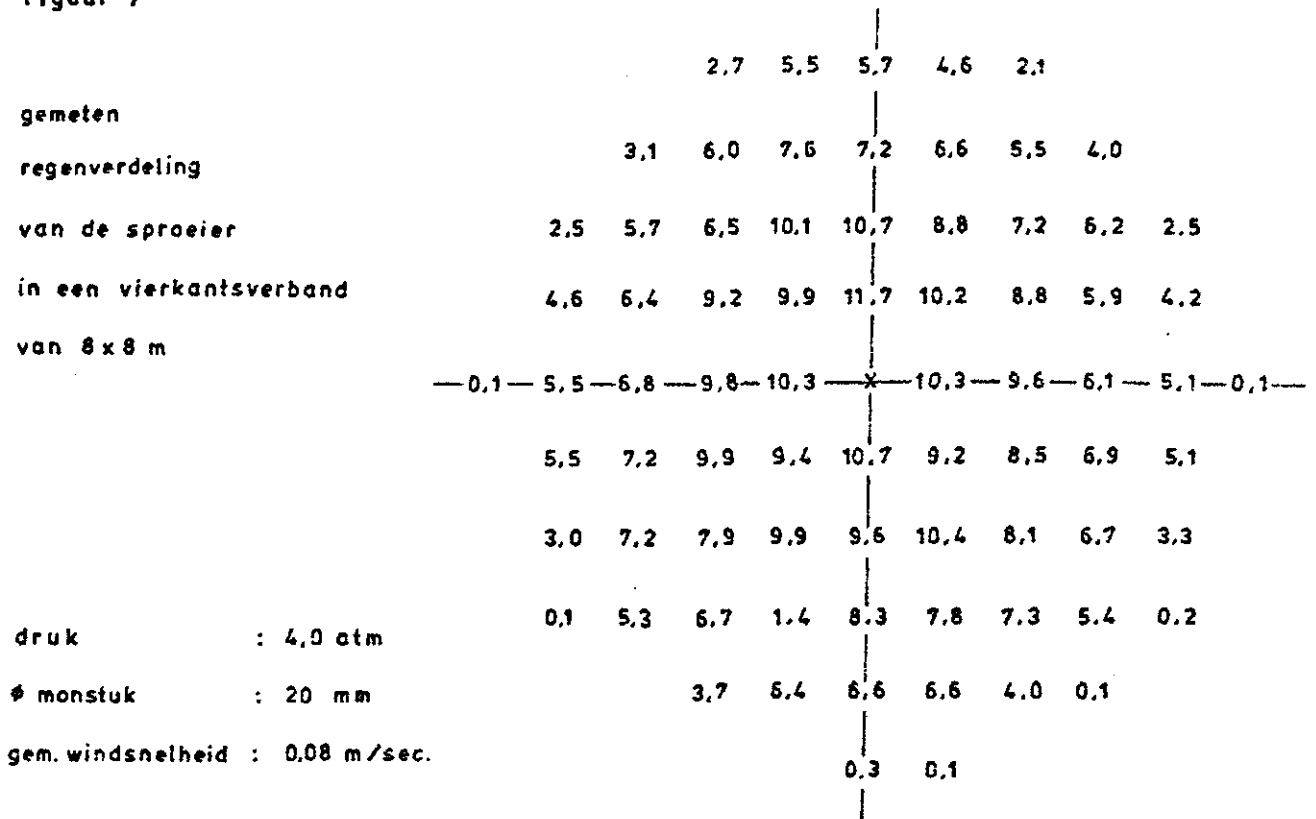
$$\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 = 167,08$$

$$C_v = \frac{\sqrt{\frac{167,08}{34}}}{14,1} = 0,157$$

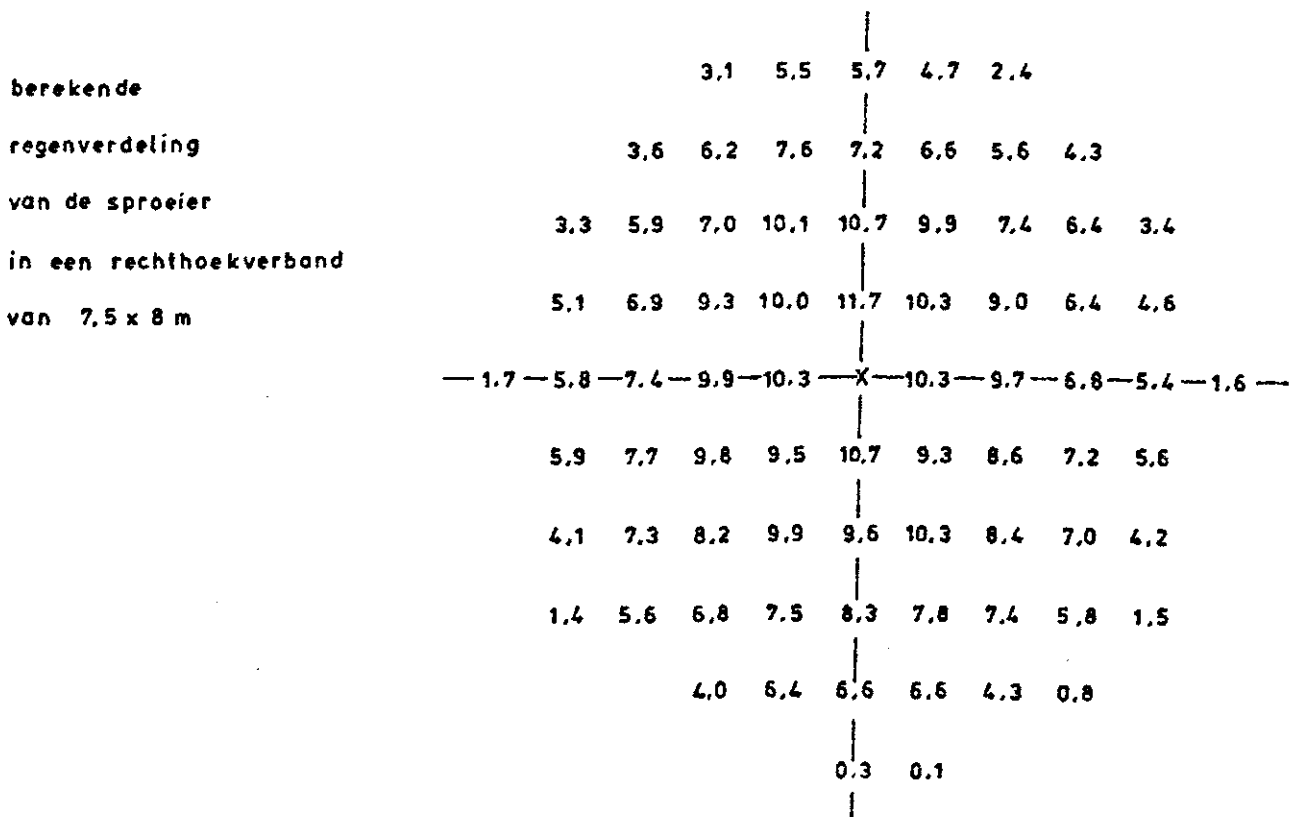
$$\sigma = 2,2 \text{ (mm/hr)}$$

$$C_{ws} = 100 (1 - C_v) = 84,3\%$$

**Figuur 7**



**Figuur 8**



Deze coëfficiënt is eenvoudig en nuttig als eerste indruk, maar is lastig statistisch te gebruiken. De betekenis is namelijk de volgende: indien  $C_u = C\%$  dan wordt 50% van het oppervlak berekend met een gemiddelde intensiteit van  $(100 + C)\%$  hoger dan, en 50% van het oppervlak wordt berekend met een gemiddelde intensiteit van  $(100 - C)\%$  lager dan de gemiddelde neerslag.

## 2. Variatiecoëfficiënt

$$C_v = \frac{T}{\bar{x}} = \frac{\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}}}{\bar{x}}$$

$C_v$  : variatiecoëfficiënt

$T$  : standaardafwijking

$x_i$  : waarneming  $i$  in het neerslagpatroon

$\bar{x}$  : gemiddelde neerslagintensiteit

$n$  : aantal waarnemingen

Uit de variatiecoëfficiënt is de uniformiteitscoëfficiënt van Wilcox - Swales afgeleid:

$$C_{ws} = 100 (1 - C_v)$$

Deze uniformiteitscoëfficiënt kan statistisch beter geïnterpreteerd worden. Als  $C_{ws} = C\%$  dan wordt  $C\%$  van het oppervlak berekend met een intensiteit die varieert tussen de gemiddelde neerslagintensiteit plus of min de standaardafwijking. Tabel 2 geeft een overzicht van de gevonden  $C_u$ ,  $C_v$  en  $C_{ws}$  waarden, en tevens de standaardafwijkingen, behorende bij de  $C_v$  en  $C_{ws}$  waarden. Als minimale, nog toelaatbare uniformiteit bij windstil weer wordt in het algemeen een  $C_u$  waarde van 80% en een  $C_{ws}$  waarde van 85% aangehouden.

Tijdens de metingen kwam naar voren dat de sproeier uiterst gevoelig is voor scheefstaan. Een geringe afwijking van de standpijp van de vertikaal geeft onmiddellijk een aanzienlijk ongunstiger neerslagverdeling. Het lijkt dan ook aanbevelenswaardig om bij het opstellen van de sproeier altijd een jalonniveau te gebruiken. Een illustratie van het effect van wind op de regenverdeling van een enkele sproeier geeft Figuur 9. Hier zijn lijnen van gelijke neerslag getekend en wel van 5, 10 en 15 mm/hr, verkregen door interpolatie. De gehele sproeicirkel is in de richting van de wind verschoven, terwijl de lange assen van de min of meer ellipsvormige lijnen loodrecht op de windrichting staan.

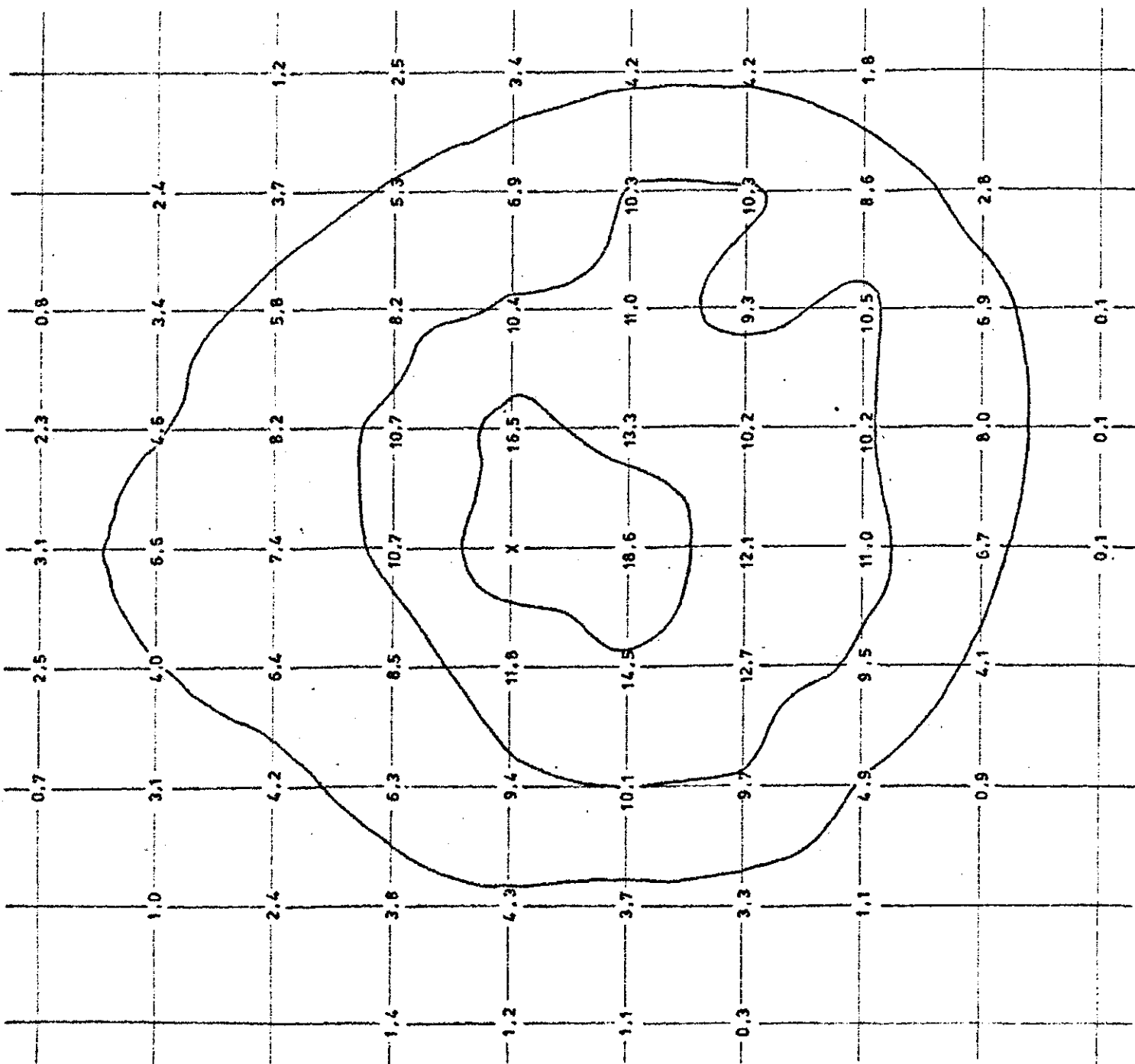
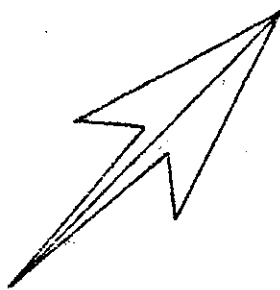


Lijnen van gelijke neerstag in de regenverdeling van de sproeier ZN 30

Ø monstuk : 20 mm  
 druk : 4,0 atm.

gem. windsnelheid : 1,02 m/sec.

Windrichting



Perrot geeft het debiet van de sproeier op bij een druk van 4,0 en 5,0 atm. met een mondstukdiameter van 20 mm en van 22 mm. Om nu de eigen debietmetingen met die van Perrot te kunnen vergelijken, dient uit de gegevens van Perrot nog het debiet bij 4,5 atm. bepaald te worden met behulp van de volgende relatie:

$$Q = C.A. \sqrt{2 g H}$$

waarin:

- Q : debiet (m<sup>3</sup>/sec.)
- C : contractiecoëfficiënt
- A : oppervlak mondstukken (m<sup>2</sup>)
- g : versnelling van de zwaartekracht
- H : druk in het mondstuk (m.w.k.)

Voor zowel mondstukdiameter 20 mm als mondstukdiameter 22 mm is nu de contractiecoëfficiënt te berekenen daar bij H = 4,0 atm. en bij H = 5,0 atm. het debiet bekend is. Vervolgens kan het debiet bij H = 4,5 atm. vastgesteld worden.

Tabel 1. Bepaling van het debiet van de sproeier met mondstuk 20 mm en 22 mm bij een druk van 4,5 atm. uit de gegevens van Perrot

Debiet Perrot m <sup>3</sup> /hr	Druk atm.	Mondstuk diameters	Contractie coëfficiënt	Coëfficiënt gemiddeld	Debiet berekend m <sup>3</sup> /hr
34,93	4,0	20/7	0,966		
38,76	5,0	20/7	0,959		
	4,5	20/7		0,96	36,79
40,53	4,0	22/7	0,946		
45,26	5,0	22/7	0,946		
	4,5	22/7		0,95	43,24

Tabel 2. Invloed van druk en gem. windsnelheid op de uniformiteit van de neerslagverdeling en de efficiency in het transport door de lucht

Druk atm.	Ø mond- stuk dia- meter mm	Gem. wind- snel- heid m/sec.	Gem. neersl. inten- siteit mm/hr	Cu waarde %	Cv waarde %	Cws waarde %	Stand. afwij- king mm/hr	Debiet m <sup>3</sup> /hr		Bruto neersl. int. (ber. uit de- biet) mm/hr		Irrigatie efficiency %	
								Perrot meting	eigen meting	Perrot meting	eigen meting	Perrot	eigen meting
4,0	20/7	0,08	14,1	88,3	15,7	84,3	2,2	23,94	32,8	16,2	15,2	87,2	92,9
4,0	20/7	1,02	13,4	84,5	19,1	80,9	2,6	34,93	32,8	16,2	15,2	82,9	88,2
4,5	20/7	0,22	15,0	89,0	14,8	85,1	2,2	36,79	34,6	17,0	16,0	88,3	93,9
4,5	20/7	1,88	13,7	76,6	30,8	69,2	4,2	36,79	34,6	17,0	16,0	80,6	85,7
5,0	20/7	0,21	15,5	89,1	13,6	86,4	2,1	38,76	36,5	17,9	16,9	86,6	91,8
5,0	20/7	1,61	14,7	80,3	24,8	75,2	3,6	38,76	36,5	17,9	16,9	82,2	87,0
4,0	22/7	0,01	16,5	86,6	16,2	83,8	2,7	40,53	40,5	18,8	18,8	87,9	87,9
4,0	22/7	2,20	16,1	78,7	25,6	74,4	4,2	40,53	40,5	18,8	18,8	85,7	85,7
4,5	22/7	0,04	17,7	88,0	16,5	83,5	2,9	43,24	42,0	20,0	19,4	88,5	91,3
4,5	22/7	2,22	17,5	80,4	25,6	74,4	4,5	43,24	42,0	20,0	19,4	87,5	90,3
5,0	22/7	0,06	19,2	88,3	13,6	86,4	2,6	45,26	43,9	20,9	20,3	91,8	94,6
5,0	22/7	2,15	18,2	82,0	22,2	77,8	4,0	45,26	43,9	20,9	20,3	87,1	89,6

In Tabel 2 zijn zowel de gemeten waarden als de waarden van Perrot van het debiet opgenomen. Bij vergelijking blijken verschillen tot 6% voor te komen. Aangenomen moet worden dat de eigen metingen aan de lage kant zijn doordat tijdens de metingen drukverliezen in de slangen zullen zijn opgetreden. Combinatie van gegevens van regenverdeling en debiet geeft nu de mogelijkheid de irrigatie-efficiency te berekenen. Deze beperkt zich in het kader van dit onderzoek tot efficiency van het transport door de lucht. De bij dit transport optredende verliezen zijn een gevolg van verdamping in de lucht en verwaaiing. Deze efficiency kan als volgt berekend worden;

$$eaa = 100 \left( 1 - \frac{\bar{i} \text{ gem.}}{\bar{i} \text{ br.}} \right)$$

Hierin is:

- eea : efficiency in het transport door de lucht
- $\bar{i}$  gem. : gemiddelde neerslagintensiteit, berekend uit de regenverdeling in het sproeiverband
- $\bar{i}$  br. : gemiddelde bruto neerslagintensiteit, berekend uit het debiet van de sproeier en de oppervlakte van een rechthoek in het sproeiverband

Gezien de resultaten van de metingen en berekeningen, verzameld in Tabel 2 kan men nu trachten tot conclusies te komen ten aanzien van de relaties tussen de gegeven grootheden, druk, diameter mondstuk en gemiddelde windsnelheid enerzijds en de uniformiteit en efficiency anderzijds.

Omtrent de invloed van druk en diameter mondstuk op de uniformiteitscoëfficiënten en de irrigatie-efficiency valt niets te zeggen. De kleine verschillen die gevonden worden kunnen gemakkelijk toegeschreven worden aan toeval en zijn bovendien niet van belang voor de te nemen beregeningsproeven. Wel blijkt duidelijk de invloed van de gemiddelde windsnelheid op uniformiteit en efficiency. De reacties hiervan op wind voor de diverse drukken en mondstukdiameters blijken onderling echter niet veel te verschillen, uitgezonderd die bij een druk van 4,5 atm. en met een mondstukdiameter van 20 mm.

Uit één en ander kan worden geconcludeerd dat het voor de uniformiteit en efficiency niet van bijzonder belang is bij welke druk en met welk mondstukdiameter berekend zal worden. Wel is het duidelijk dat beregening zoveel mogelijk in de vroege ochtenduren dient te geschieden. Het ligt nu voor de hand een druk van 4,0 atm. toe te passen en een mondstuk van 20 mm te gebruiken daar dan de gemiddelde neerslagintensiteit het laagst is zodat bij de beregeningsproeven geringe afwijkingen van de vastgestelde beregeningsduur een zo klein mogelijk effect zullen hebben.

## 6. BEPALING VAN EEN AANTAL FAKTOREN DIE VAN BELANG ZIJN BIJ HET VASTSTELLEN VAN DE IRRIGATIEBEHOEFTE

### 6.1. INLEIDING

Teneinde te komen tot vaststelling van de irrigatiebehoefte tijdens een droge periode zijn de volgende factoren van belang:

- a. Inzicht in de beworteling van de citrus.  
Deze is noodzakelijk voor de bepaling van de bevochtigingsdiepte.
- b. Hoeveelheid beschikbaar bodemvocht. Hiertoe dienen  $P_F$  curven bepaald te worden.  $P_F$  curven geven de relatie tussen vochtspanning en volumepercentage vocht in de bodem. De hoeveelheid beschikbaar vocht vindt men als het volumepercentage vocht tussen veldcapaciteit en verwelkingspunt.
- c. Optredende verdamping.
- d. Aan te houden uitdrogingsgraad.

Om een inzicht te verkrijgen in de wateronttrekking door het gewas aan de bodem werd in beide proefblokken een groep van drie tensiometers geplaatst. Deze geven de vochtspanning in de bodem aan in centibars. Met behulp van de aflezingen hiervan in combinatie met  $P_F$  curven kan een indruk verkregen worden van de evapotranspiratie van de citrus met kudzu ondergroei. Hierbij dient te worden aangetekend dat bij deze schatting alleen de wateronttrekking uit de bovenste meter van het bodemprofiel in beschouwing kon worden genomen.

### 6.2. BEWORTELING

Onderzoek naar de beworteling vond plaats aan de hand van twee profielkuilen, één in A4 en één in A5. Aan deze kuilen werden zowel een tangentiële als een radiale wand opgenomen beide op 30 cm afstand van de stam van de betreffende boom. Hierbij werd als volgt te werk gegaan:

Met nylondraad werd een vierkantennet van 20 x 20 m aangebracht op de profielwanden, op de tangentiële wanden tot op 80 cm aan weerszijden van de stam en op de radiale wanden op een afstand van 30 cm tot 1,50 cm van de stam, en wel tot een diepte van 2,60 m (A4) en 3,00 m (A5). Vervolgens vond in ieder vierkant telling van wortels plaats waarbij een indeling naar worteldiameter werd aangehouden van:

dun  $\varnothing \leq 1$  mm  
middelbaar :  $1 < \varnothing < 10$  mm  
dik :  $\varnothing \geq 10$  mm

Een ernstig probleem vormde het onderscheid tussen citrus- en kudzuwortels welke sterk op elkaar lijken.

Figuur 10 en 11 geven de gevonden aantallen wortels per vierkant van 20 x 20 cm terwijl Figuur 12 per laag van 20 cm zowel de percentages van het totaal aantal getelde wortels met een diameter  $\leq 1$  mm, als de vanaf het maai-veld gesommeerde percentages toont. Uit deze figuren blijkt dat er, globaal gesproken, twee bewortelde lagen aan te wijzen zijn, waartussenin zich, vooral bij profiel II, een relatief slecht bewortelde laag bevindt. Deze komt overeen met een in de profielkuilen gekonstateerde dichte laag.

Op grond van het in deze kuilen gevonden bewortelingsverloop zal voorlopig met een effectieve bewortelingsdiepte van 80 cm gerekend worden. Het bewortelingsonderzoek zal voortgezet worden.

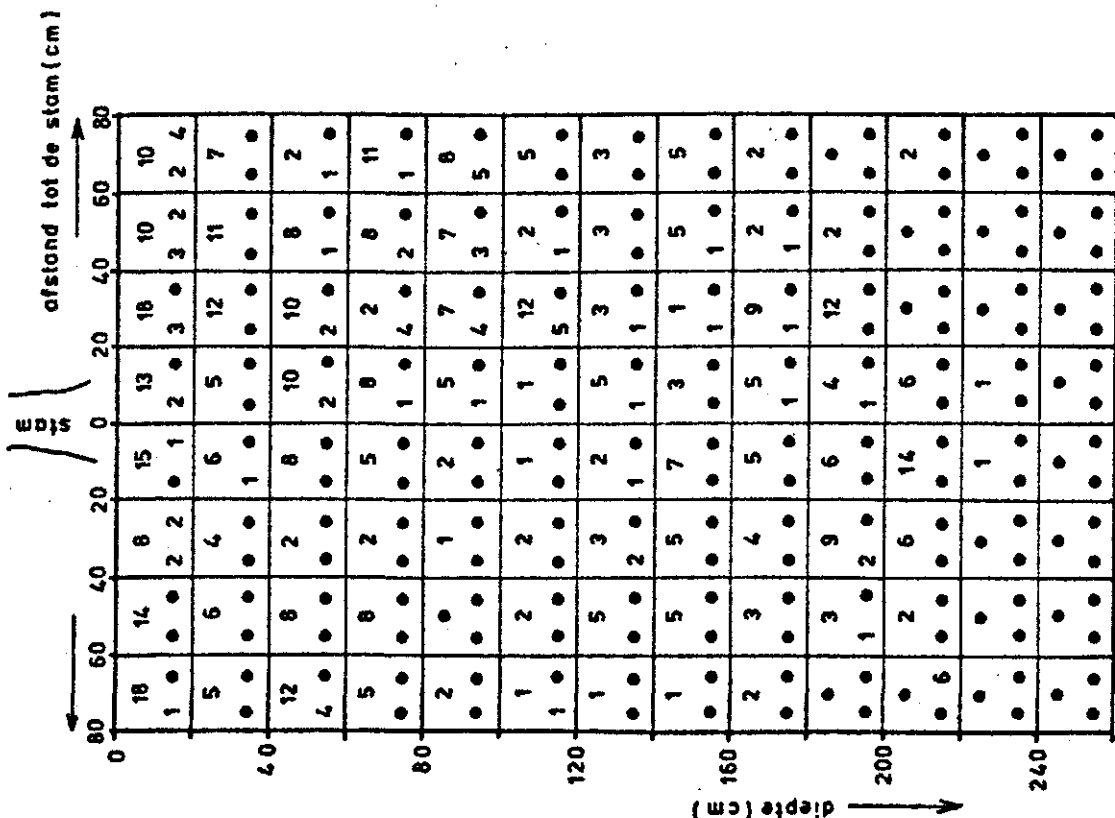
### 6.3. HET OPSTELLEN VAN $P_F$ CURVEN

Het lag in de bedoeling tijdens het vooronderzoek  $P_F$  curven te bepalen voor de in het proefveld voorkomende boden- en textuurtypen. Door langdurige defekten in de hiervoor benodigde apparatuur van het CELOS was dit echter niet mogelijk. Bepaling zal alsnog geschieden. Om toch tot enige, zij het voorlopige uitspraken te kunnen komen werden  $P_F$  curven opgesteld aan de hand van reeds eerder door het Landbouwproefstation te Baboehol bepaalde curven. (KAMERLING, G.E. en BIPAT, R., 1966; LENSELINK, K.J. en PARSAN, R., 1970.) Hierbij komen slechts die curven in aanmerking welke behoren bij de bodentypen die in het proefveld worden aangetroffen. Zoals reeds eerder aangegeven bestaat dit volgens de bodenkaarten uit twee bodentypen, te weten A1 en A2 (zie hoofdstuk 3). Voor beide bodentypen werden nu  $P_F$  curven opgesteld. Vastgesteld werd slechts de relatie  $P_F$ -volumepercentagevocht tussen  $P_F = 2,0$  en  $P_F = 4,2$ , daar per bodentype gezegd kan worden dat de hellingshoek van de verschillende in aanmerking komende curven tussen  $P_F 2$  en  $P_F 4,2$  vrijwel gelijk is. De vorm tussen  $P_F = 0$  en  $P_F = 2,0$  is evenwel zeer verschillend en het van de curven totale volumepercentagevocht tussen  $P_F = 0$  en  $P_F = 4,2$  is dat eveneens. Het is nu nauwkeuriger om het beschikbare volumepercentage vocht van de op te stellen curven direkt te berekenen uit de diverse trajekten  $P_F = 2,0$  en  $P_F = 4,2$  dan om eerst de gehele krommen te middelen en dan de volumepercentages vocht tussen deze waarden te bepalen.

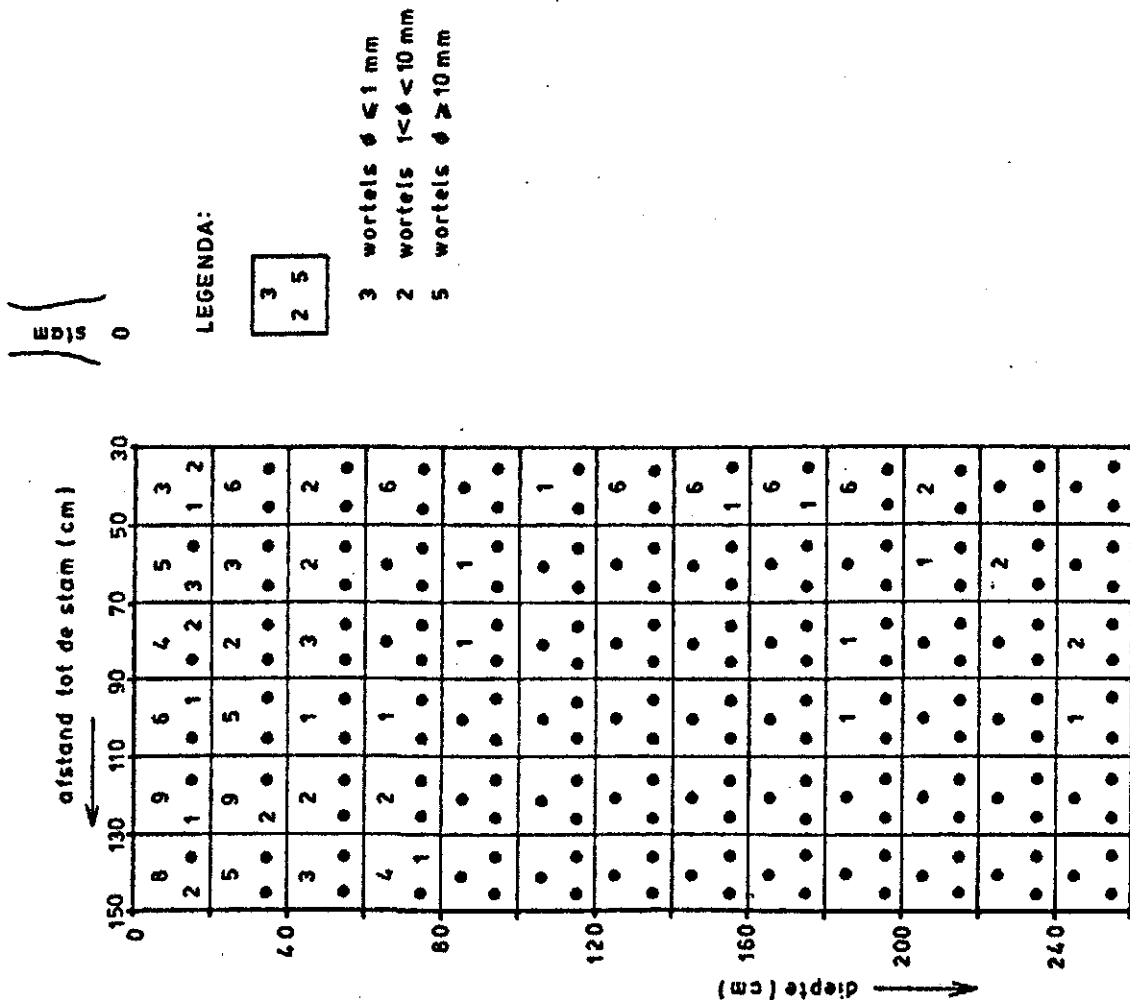
Als grenzen van de trajekten in het bodenprofiel waarover de verschillende  $P_F$  curven representatief worden geacht, worden de gemiddelden van twee opéénvolgende gemiddelde diepten van monsternamen van de bestaande curven, aangehouden.

Fig.10-Bewortelingsbeeld in profiel 1 Plaats: A 4

Ⓒ tangentiële wand



Ⓓ radiale wand



stam  
0

LEGENDA:

3  
2  
5

3 wortels  $\phi \leq 1\text{ mm}$   
2 wortels  $1 < \phi < 10\text{ mm}$   
5 wortels  $\phi > 10\text{ mm}$

Fig. 11. Bewortelingsbeeld in profielkuil II Plaats : A5

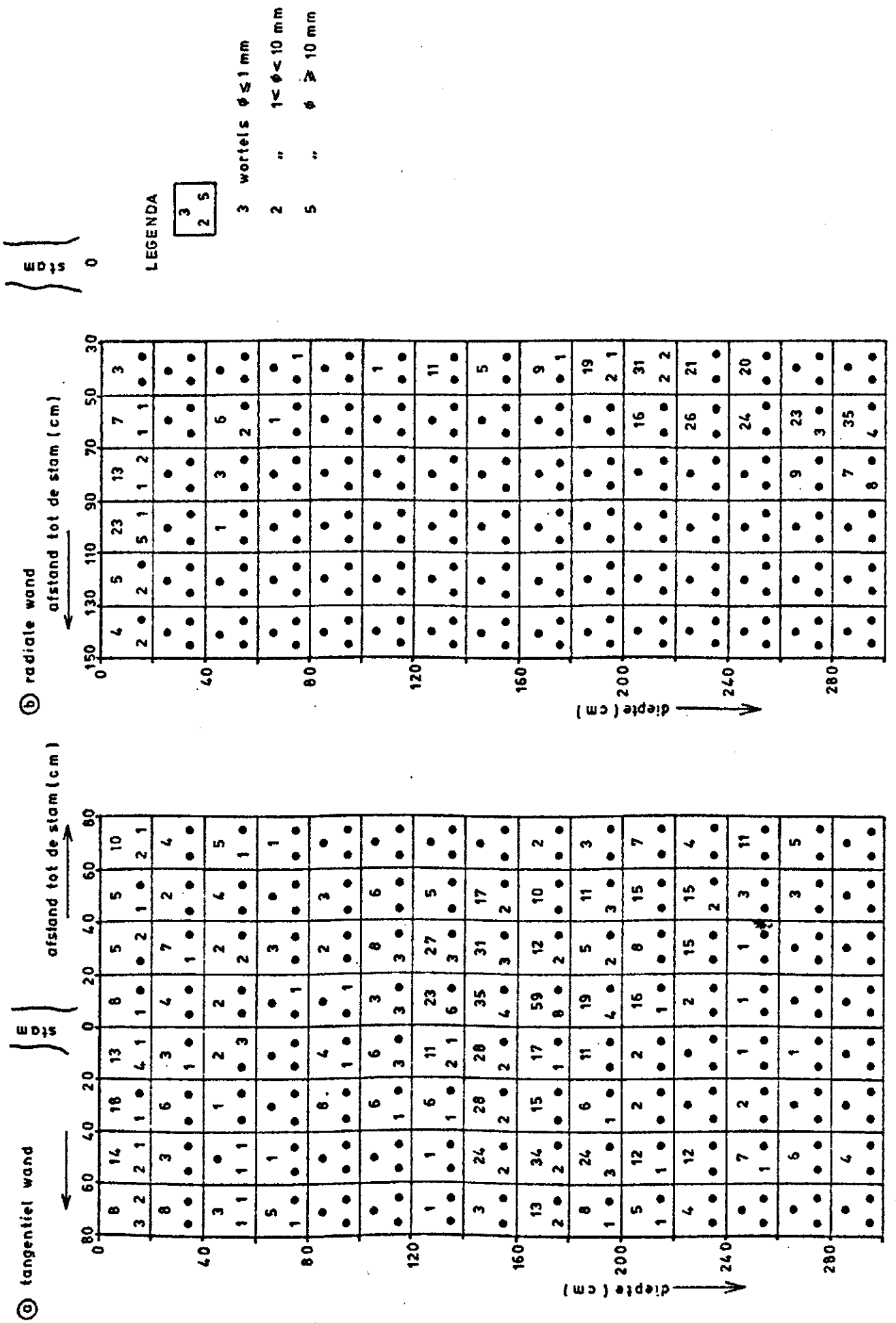
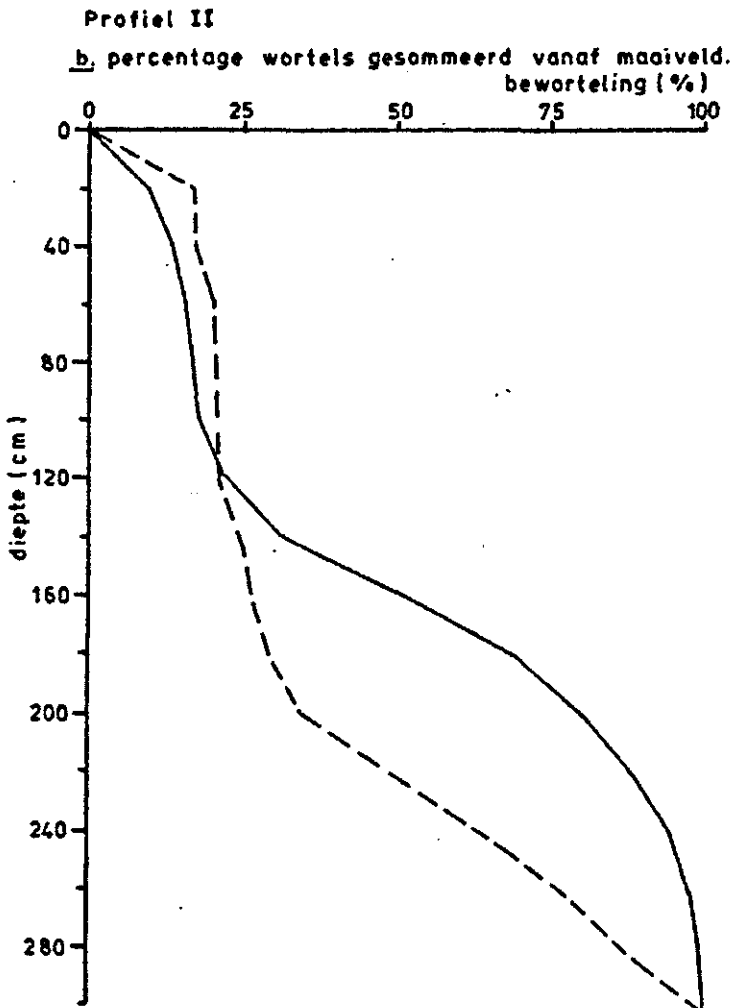
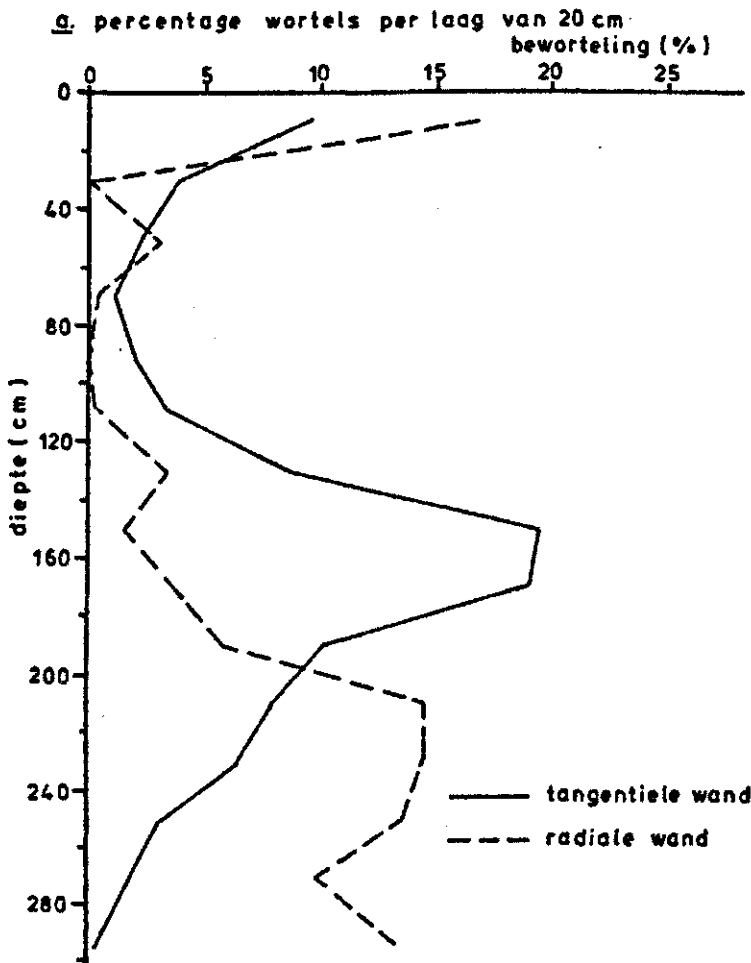
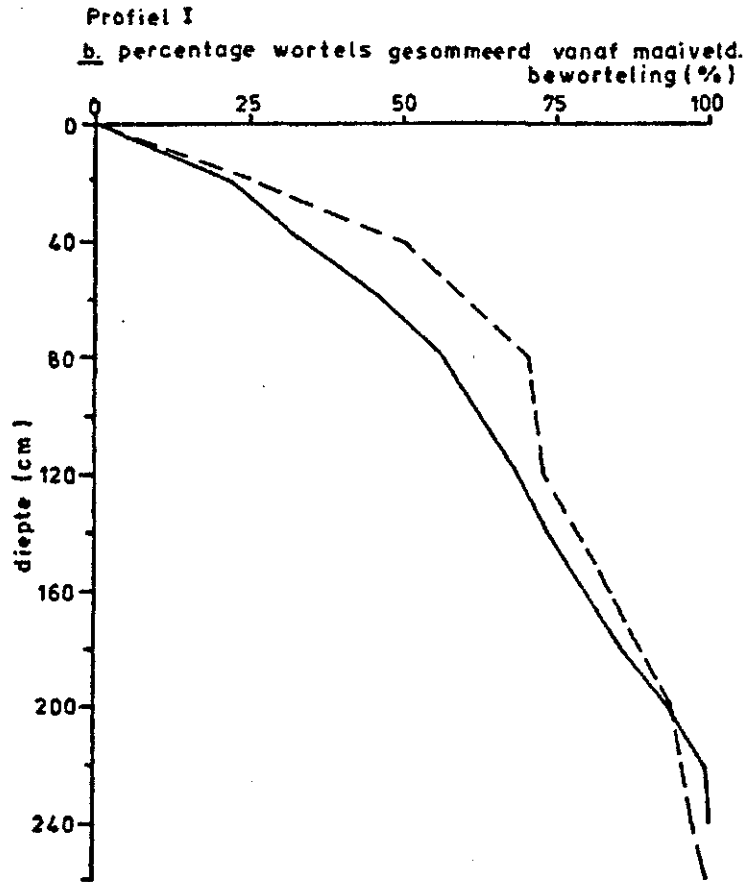
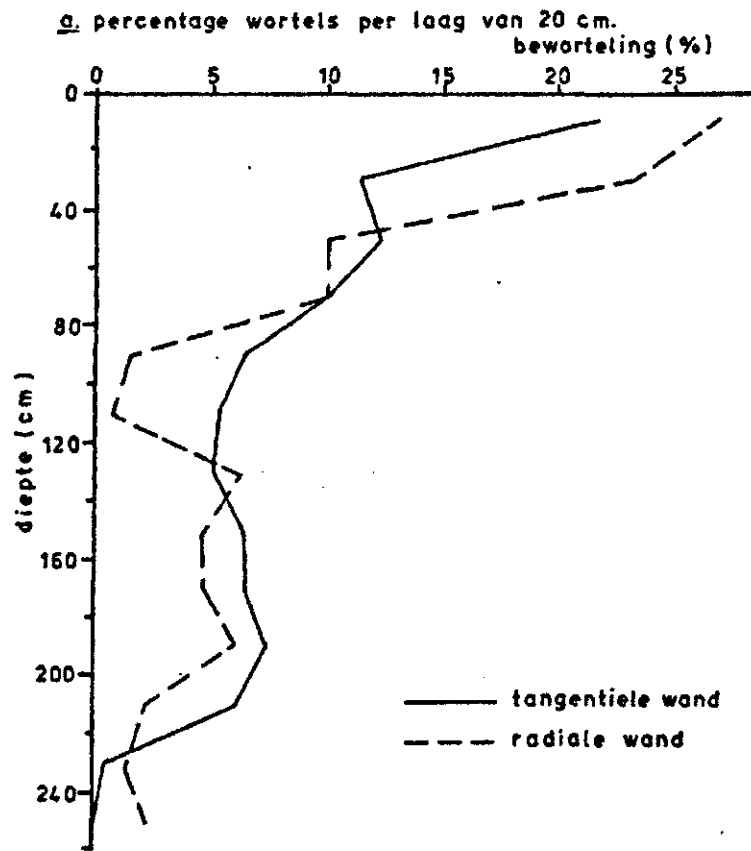




Fig. 12.

Bewortelingsverloop, waarbij de beworteling wordt uitgedrukt als percentage van het totaal aantal getelde wortels met diameter  $\leq 1$  mm



Tabel 3. Figuur 13 toont de resulterende  $P_F$  curven

bodemtype	curve	representatief voor diepte (cm)	standaardafwijking volume % beschikbaar vocht
A1	a	0-30	1,1
	b	30-100	2,0
A2	a	0-30	1,1
	b	30-60	1,9
	c	60-100	0,9

#### 6.4. SCHATTING VAN DE EVAPOTRANSPIRATIE VAN CITRUS MET KUDZU ALS BODEMBEDEKKER

De twee in het proefveld geplaatste groepen van drie tensiometers, op diepten van 20 cm, 60 cm en 90 cm, werden gedurende ruim twee maanden dagelijks afgelezen. De gegevens van de groep in A5 zijn verre van compleet doordat twee van de drie tensiometers defekt raakten, zodat verder alleen van de aflezingen van de groep in A4 gebruik gemaakt wordt; deze betreffende het bodemtype l.a. De tensiometer op 20 cm diepte ( $t_{20}$ ) wordt representatief verondersteld voor 0-40 cm, die op 60 cm ( $t_{60}$ ) voor 40-75 cm en die op 90 cm ( $t_{90}$ ) voor 75-110 cm.

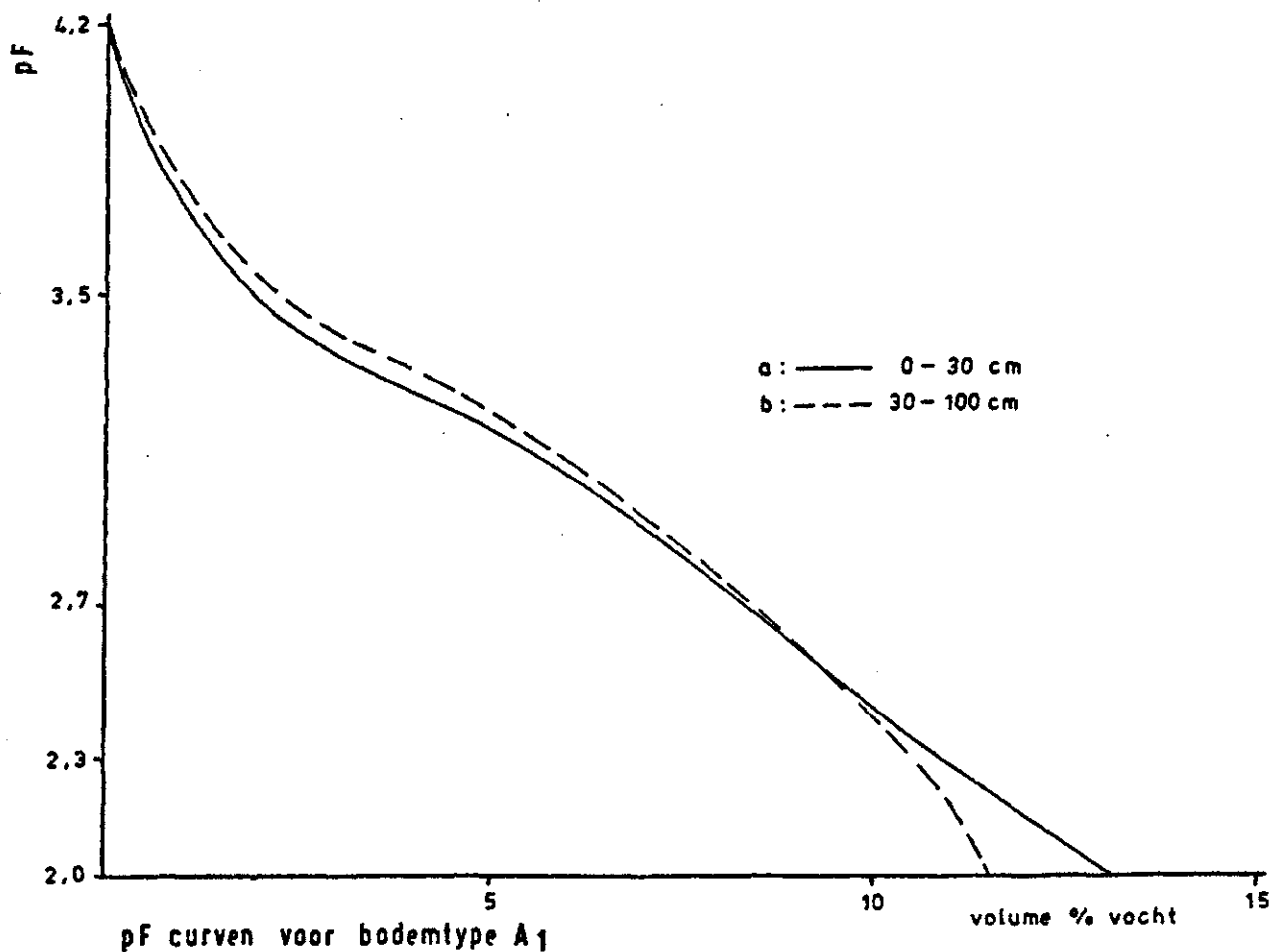
In Bijlage 2 is het verloop van de vochtspanning gedurende de periode 10 dec. 1972 t/m 15 febr. 1973 te zien, terwijl tevens de neerslagcijfers zijn afkomstig van de regenmeter in de nabijheid van de bedrijfsgebouwen 900 m van het proefveld. Dit is niet ideaal in verband met voorkomen van soms grote neerslagverschillen op korte afstand. Inmiddels is dan ook in het proefveld een regenmeter geplaatst.

Uit de gegevens omtrent  $P_F$  curven en tensiometeraflezingen kan een schatting worden van de in de citrus met kudzu-ondergroei optredende evapotranspiratie. De optredende evapotranspiratie is:

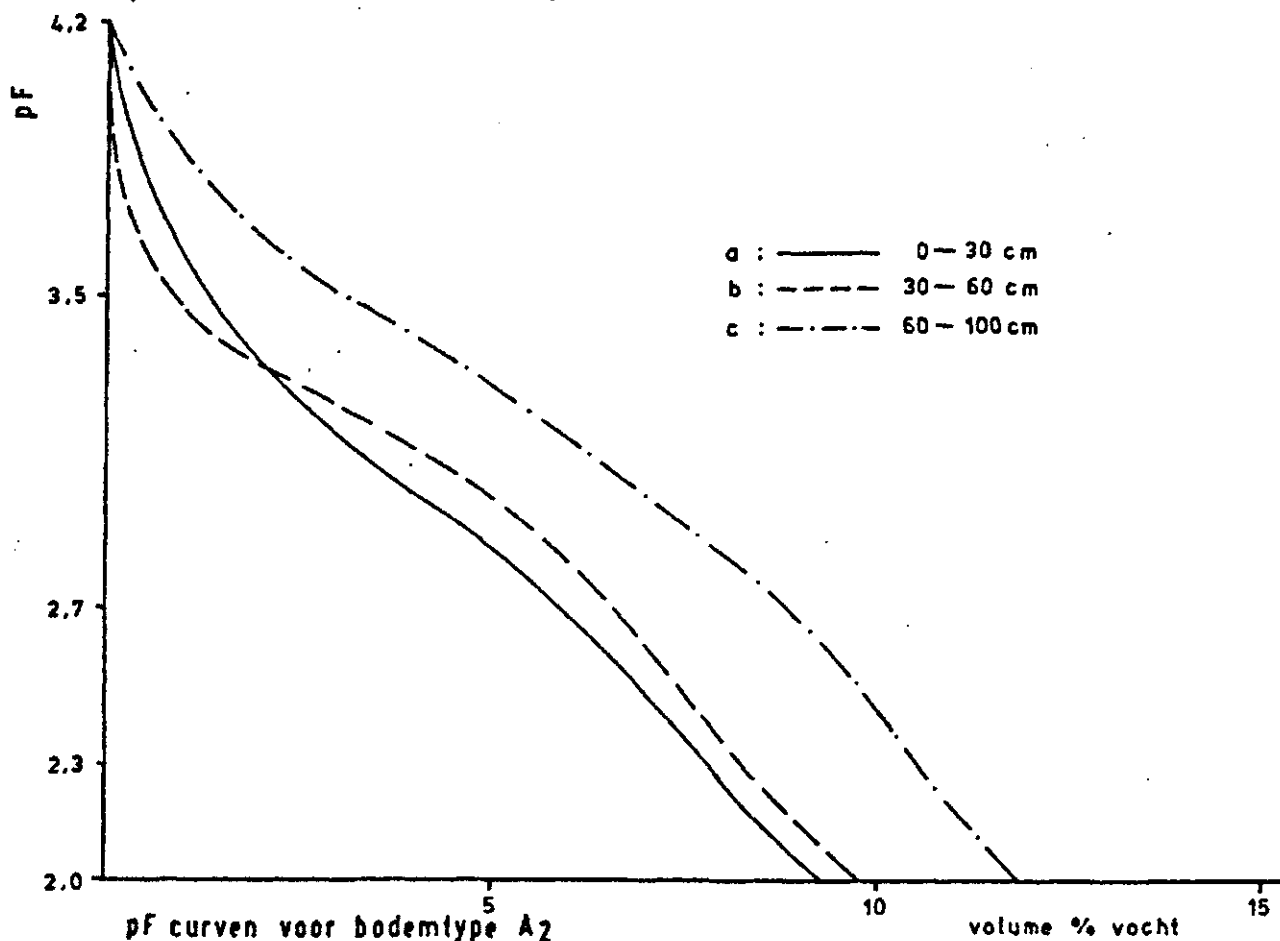
$$E = N - \Delta V - P$$

$E$  : evapotranspiratie (mm)  
 $N$  : neerslag (mm)  
 $\Delta V$  : toename bodemvochtvoorraad (mm)  
 $P$  : percolatie naar de ondergrond (mm)

Fig. 13.



pF curven voor bodemtype A1



pF curven voor bodemtype A2

Relatie tussen  $P_f$  en volumepercentage beschikbaar vocht, samengesteld uit eerder te Baboenthal bepaalde  $P_f$  curven.

Hierin is P een onbekende faktor. Berekening van E kan dus alleen plaatsvinden wanneer  $P = 0$  gesteld kan worden. Aangenomen wordt dat dit het geval is wanneer de aflezingen van  $t_{90}$  een stijgende lijn vertonen.

Bepaling van de potentiële evapotranspiratie ( $E_p$ ) is mogelijk wanneer de bodem op veldcapaciteit is terwijl  $p = 0$  moet zijn. Uit Fig. 13 blijkt dat deze bepaling dan moet worden uitgevoerd over perioden van 1 of 2 dagen. Dit leidt tot de grote onnauwkeurigheden. De bepaling wordt dus niet uitgevoerd.

Wel kan de actuele evapotranspiratie ( $E_a$ ) worden berekend, waarbij slechts de voorwaarde geldt dat  $P = 0$ . Hiervoor in aanmerking komende perioden zijn:

- a. de droge periode 8 januari t/m 20 januari,
- b. de regenperiode 25 januari t/m 29 januari.

ad a. Tijdens de periode van 8 januari t/m 20 januari zijn  $N = 0$  en  $P = 0$  zodat geldt:  $E_a = -\Delta V$ ,

Uit Tabel 4 blijkt dat de  $E_a$  over de gehele periode 26,4 mm bedraagt.

Tijdens de periode van 8 januari t/m 20 januari werd met de class A verdampingspan van het meteorostation te Juda, gelegen aan de zuidkant van het bedrijf een panverdamping ( $E_{pan}$ ) gemeten van 48,7 mm. De faktor  $f = \frac{E_a}{E_{pan}}$  is nu  $= 0,54$ .

ad b. Tijdens de periode van 25 januari t/m 29 januari geldt  $P = 0$  zodat geldt:  $E_a = N - \Delta V$ .

Uit Tabel 5 blijkt dat de effectieve neerslag over de beschouwde diepte van 1 meter 25,5 mm bedraagt. Gedurende deze periode werd te Baboenhol een neerslag van 34,2 mm gemeten, zodat over deze vijfdaagse periode  $E_a$   $34,2 - 25,5 = 8,7$  mm bedraagt. De panverdamping te Juda bedroeg gedurende dezelfde termijn 20,7 mm. Nu kan de faktor  $f$  nogmaals bepaald worden.

$$f = \frac{E_a}{E_{pan}} = \frac{8,7}{20,7} = 0,42$$

De gevonden lagere waarde van  $f$  voor de natte periode kunnen voor zover het verschil niet binnen de onnauwkeurigheid valt de volgende oorzaken hebben:

- a. Hysteresis.
- b. Plaatseffekt van de neerslag te Baboenhol, Juda en het proefveld.
- c. Te hoge  $E_{pan}$  voor de natte periode ten gevolge van uitspattende regen.

Ondanks de geringe nauwkeurigheid van voorgaande berekeningen is een redelijke indruk van  $E_a$  verkregen.

Omdat een uitdrogende bodem vaak een afname van  $E_a$  ten gevolge heeft bestaat het vermoeden dat de relatie  $\frac{E_p}{E_{pan}}$  voor de citrus met kudzu hoger zal liggen dan de waarden 0,42-0,54. Door het Landbouwproefstation werden voor de relatie  $\frac{E_p}{E_{pan}}$  van citrus waarden tussen 0,5 en 0,6 gevonden, hetgeen er op kan duiden dat gedane schattingen redelijk zijn.

Tabel 4. Schatting van afname bodenvochtvoorraad ( $-\Delta V$ ) gedurende de droge periode 8 januari t/m 20 januari

Laag (cm)	Representatieve tensiometer	Representatieve pF curve	Tensiometer aflezing op 8-1-73 (cb)	pF op 8-1-73	Tensiometer aflezing op 21-1-73 (cb)	pF op 21-1-73	Afname vol. % vocht	$E_a$ mm
0-30	$t_{20}$	a	11,0	2,04	57,5	2,76	4,9	14,7
30-40	$t_{20}$	b	11,0	2,04	57,5	2,76	3,4	3,4
40-75	$t_{60}$	b	14,0	2,15	33,5	2,52	1,7	6,0
75-100	$t_{90}$	b	13,0	2,11	22,0	2,34	0,9	2,3

Tabel 5. Schatting van de toename bodenvochtvoorraad ( $\Delta V$ ) gedurende de natte periode 25 januari t/m 29 januari

Laag (cm)	Representatieve tensiometer	Representatieve pF curve	Tensiometer aflezing op 25-1-73 (cb)	pF op 25-1-73	Tensiometer aflezing op 30-1-73	pF op 30-1-73	Toename vol. % vocht	$\Delta V$
0-30	$t_{20}$	a	71,0	2,85	10,5	2,02	5,7	17,1
30-40	$t_{20}$	b	71,0	2,85	10,5	2,02	4,0	4,0
40-75	$t_{60}$	b	45,5	2,66	24,0	2,38	1,4	4,9
75-100	$t_{90}$	b	27,5	2,44	31,0	2,48	-0,2	-0,5

7. LITERATUUR

- KAMERLING, G.E. en BIPAT, R., 1966.  $P_F$ -curven ( $P_F$  - vol. % vocht) van gronden te Baboenhol. Landbouwproefstation Paramaribo. Bodenfysisch en agrohydrologisch onderzoek; intern rapport no. 92.
- LENSELINK, K.J. en PARSAN, R., 1970. Enige  $P_F$ -curven ( $P_F$  - vol. % vocht) van een aantal gronden te Baboenhol. Landbouwproefstation Paramaribo. Bodenfysisch en agrohydrologisch onderzoek; intern rapport no. 283.