

19 FEB. 1969

KONINKLIJK NEDERLANDS  
METEOROLOGISCH INSTITUUT

VERSLAGEN

V-215

G.J. Yperlaan

"Vergelijking van metingen met de ponsende grond-  
regenmeter Rijkswaterstaat met die van de ~~grond-~~  
pluviograaf van het Koninklijk Nederlands Meteo-  
rologisch Instituut te De Bilt".

551.501.777

De Bilt, 1969

Kon. Ned. Meteor. Inst.  
De Bilt

Publikationsnummer: K.N.M.I. V-215 (III-306)

Vergelijking van metingen met de ponsende grondregen-  
meter van de R.W.S. met die van de grondregenmeter en  
de pluviograaf van het K.N.M.I. te De Bilt

door

G.J. Yperlaan

1. Inleiding

Van december 1966 tot december 1967 is een ponsende grondregenmeter van Rijks Waterstaat opgesteld op het waarnemingsterrein van het K.N.M.I. te De Bilt op ongeveer 12 m afstand van de pluviograaf en van de grondregenmeter. Om de betrouwbaarheid van de grondregenmeter te onderzoeken, zijn de metingen van één jaar vergeleken met die van de beide genoemde instrumenten.

2. De instrumenten

De ponsende grondregenmeter heeft een grote opvangtrechter ( $\varnothing$  56 cm) van kunststof die in het waarnemingsterrein is ingegraven met de rand ongeveer 5 cm boven het maaiveld. Om de opvangtrechter is op een afstand van 10 cm een opstaande afscherming aangebracht; de ruimte daartussen is tot 8 cm onder de rand aangevuld met fijn grind. De opgevangen neerslag wordt ondergronds afgevoerd naar een reservoir. Met een drijver wordt de hoogte van het water daarin overgebracht naar het registreerapparaat.

Een uitvoerige beschrijving van dit instrument wordt door Colenbrander en Verstraate (2) gegeven. *De nauwkeurigheid mag een paar pct.* Aanvankelijk werd elke 15 minuten, maar vanaf 29 december 1966 elke 5 minuten de opgevangen hoeveelheid neerslag met een ponsing geregistreerd. De pluviograaf (3), een vlotterinstrument, is met de opvangtrechter van 400 cm<sup>2</sup> oppervlakte op 40 cm hoogte boven het maaiveld opgesteld. De ponsende regenmeter heeft een elektrisch uurwerk dat gevoed wordt door batterijen; de pluviograaf heeft een uurwerk met een veeraandrijving. Kleine tijdsverschillen tussen beide instrumenten komen regelmatig voor.

### 3. Probleemstelling

Van een goede regenmeter mag verwacht worden, dat het de onderzoeker in staat stelt, de gevallen hoeveelheid neerslag zo nauwkeurig mogelijk te bepalen. Daarom kunnen we de metingen van de ponsende grondregenmeter het beste vergelijken met een goede regenmeter. Bij vergelijking van metingen rijst echter de vraag, aan welke voorwaarden voldaan moet worden, wil men de metingen van twee instrumenten goed vergelijkbaar noemen.

Wij stellen, dat de verschillen van overeenkomstige metingen weinig moeten spreiden rond een liefst klein gemiddelde, zo mogelijk - maar niet noodzakelijk - gelijk nul.

Braak (1) heeft de invloed van de windsnelheid op de neerslaghoeveelheid onderzocht en maakt daarbij gebruik van een niet registrerende standaardgrondregenmeter van hetzelfde type, als op het waarnemings-terrein is opgesteld. Deze regenmeter ondervindt geen invloed van de windsnelheid. De dagsommen van deze grondregenmeter kunnen vergeleken worden met die van de ponsende grondregenmeter.

Een vergelijking van de uursommen is alleen mogelijk met de metingen van de pluviograaf. Het is bekend, dat de pluviograaf gewoonlijk iets kleinere neerslaghoeveelheden registreert dan de gewone regenmeter met opvangtrechter van  $400 \text{ cm}^2$ . Daarom worden zodanige correcties op de uursommen van de pluviograaf toegepast, dat deze per dag tezamen gelijk zijn aan de afgetapte hoeveelheden van de regenmeter (5). Hieruit volgt, dat bij vergelijking van de uursommen van de grondregenmeter en de pluviograaf de gemiddelde hoeveelheid neerslag vergeleken wordt met de gemiddelde hoeveelheid van de gewone regenmeter en de spreiding van de individuele metingen om dat gemiddelde is bepaald uit de metingen met de pluviograaf.

Op de metingen van deze beide vergelijkende instrumenten heeft de windsnelheid wat meer invloed. Daarom zijn deze vergelijkingen ook uitgevoerd voor drie klassen van de windsnelheid op 60 cm hoogte.

Hoe groot de spreiding rond het gemiddelde mag zijn, is afhankelijk van de eisen, die de praktijk stelt. Aangezien deze eisen ons onbekend zijn, hebben we getracht hiervoor normen te vinden in een eerder uitgevoerd onderzoek.

Levert (4) heeft de neerslaghoeveelheden van 227 regens bewerkt, die opgevangen zijn in 15 identieke regenmeters op een terrein van  $50 \times 50 \text{ m}^2$ .

De standaarddeviaties van de 15 hoeveelheden per regen blijken afhankelijk te zijn van de grootte van de hoeveelheid neerslag. Daarom zijn de 227 regens ingedeeld in groepen naar de gemeten hoeveelheden. Voor elke groep is de gemiddelde standaarddeviatie bepaald.

Hoewel de beide in ons onderzoek vergeleken instrumenten niet identiek zijn, kan toch een vergelijking van de spreidingen een inzicht geven in de betrouwbaarheid van de metingen. Daarom is het onderzochte materiaal ingedeeld in groepen naar neerslaghoeveelheden van de grondregenmeter of de pluviograaf van het K.N.M.I.

Bij de bewerking van de metingen doen zich een aantal problemen voor. De ponsende grondregenmeter heeft geen verwarming in tegenstelling tot de pluviograaf. Daarom zijn bij sneeuw de uursommen van de ponsende regenmeter en van de pluviograaf niet vergelijkbaar. Deze uursommen zijn in een groep apart bijeen gebracht en niet verder bewerkt. Hoewel de grondregenmeter en de ponsende grondregenmeter beide onverwarmd zijn, kunnen sneeuwmetingen van beide instrumenten niet vergeleken worden. De sneeuw in de grondregenmeter wordt namelijk dagelijks ontdooid en gemeten. Wanneer er stuifsnegew is, wordt de grondregenmeter gewoonlijk niet afgetapt. De dagsommen zijn minder goed te scheiden naar sneeuw en regen. De wintermetingen zijn daarom wel in grafiek gebracht, maar niet verder bewerkt.

Bij regens met zeer kleine neerslaghoeveelheden komt het vaak voor, dat deze door de beide instrumenten niet in hetzelfde uur worden geregistreerd. Dit is wel verklaarbaar. De ponsende regenmeter geeft de kleinste hoeveelheid neerslag 0.12 mm pas aan, als die hoeveelheid in de regenmeter is opgevangen. Maar bij het begin van de regen is er meestal een deel van die hoeveelheid in de regenmeter, hoeveel is niet bekend. Ook de pluviograaf zal bij het begin van de regen zelden precies op een lijn van 0.1 mm schrijven. Als er binnen een uurvak minder dan 0.1 mm regen valt, kan het ene instrument wel, het andere mogelijk geen neerslag registreren. In een volgende regenperiode kan, althans als de hoeveelheid weer minder is dan 0.1 mm, het tweede instrument wel alleen neerslag registreren. Van de 270 bewerkte uursommen met een hoeveelheid van 0.1 mm of minder in de pluviograaf is dan ook 35 maal een verschil  $v = + 0.1$  mm en direct daarna of na enkele droge uurvakken een  $v = - 0.1$  mm of andersom gevonden, in totaal dus 70 van de 270 metingen. Deze toevallige verschillen hebben hoewel ze klein zijn, naar verhouding een grote invloed op de spreiding van de kleine neerslagsommen.

Daarom is de groep uurvakken met neerslagsommen van 0.0 t/m 0.1 mm niet verder bewerkt.

Ook op de bewerking van regens groter dan 0.1 mm hebben deze verschillen invloed. Later wordt hieraan nog aandacht besteed.

#### 4. Het onderzoek

##### 4.1 Algemene beschrijving van de toegepaste statistische bewerking

We kunnen ons de verschillen  $v$  tussen twee in tijd en plaats overeenkomstige metingen van een instrument A en een instrument B voorstellen als

$$v = \delta + \mathcal{E}$$

waarin  $\delta$  = het systematische verschil tussen metingen met twee niet identieke instrumenten A en B en  $\mathcal{E}$  = de rest van het verschil, waarvan we aannemen, dat het door toevallige omstandigheden ontstaan is. Dan is de verwachtingswaarde van het gemiddelde van  $\mathcal{E}$  :  $\mu_{\mathcal{E}} = 0$ .

Het waarnemingsmateriaal  $\underline{y}$  is ingedeeld in groepen naar seizoenen en naar de hoeveelheid neerslag. Bovendien zijn de uurwaarden  $\underline{y}$  nog verdeeld in groepen naar de windsnelheid. Daarom is aangenomen, dat  $\delta$  binnen een groep niet belangrijk varieert.

Als  $\mu_{\mathcal{E}} = 0$  dan is  $\bar{v} \approx \delta$

Met de symmetrietoets van Wilcoxon wordt eerst onderzocht of  $\underline{y}$  symmetrisch gespreid kan zijn rond nul. Dan is  $\delta = 0$ . Zo niet, dan kan  $\underline{y}$  nog symmetrisch verdeeld zijn rond haar gemiddelde  $\bar{v}$ . Dit kan alleen met de symmetrietoets onderzocht worden, als  $\bar{v}$  dicht bij een klassegrens of een klassemidden ligt. Is dit niet het geval, dan kan met de  $X^2$ -toets onderzocht worden, of  $\underline{y}$  normaal verdeeld kan zijn rond  $\bar{v}$ .

De gemiddelde standaarddeviatie van  $\mathcal{E}$  - deze geldt nl. niet voor elke regen afzonderlijk - kan bepaald worden uit de gemiddelde wijdte van  $\mathcal{E}$ :

$$\bar{R}_{\mathcal{E}} = \frac{\sum |v - \bar{v}|}{n}$$

$n$  = het aantal steekproeven.

Voor steekproeven van twee waarnemingen is dan de gemiddelde standaarddeviatie van  $\mathcal{E}$  gegeven door:

$$\bar{S}_{\mathcal{E}} = 0.886 \bar{R}_{\mathcal{E}}$$

4.2 De bewerking volgens dagsommen

De verschillen van dagsommen gemeten met de grondregenmeter van het K.N.M.I. en de ponsende grondregenmeter R.W.S. zijn in <sup>Fig</sup> ~~X~~figuur 1 in frekwentieverdelingen weergegeven. Volgens de symmetrietoets kunnen de kleinere dagsommen geacht worden symmetrisch verdeeld te zijn rondom nul, terwijl de verschillen van dagsommen 6 mm symmetrisch verdeeld zijn rond hun gemiddelde.

Tabel 1 Vergelijking van dagsommen van de grondregenmeter (K.N.M.I.) en de ponsende grondregenmeter (R.W.S.)

Systematisch verschil  $\delta$  en gemiddelde standaarddeviatie der toevallige verschillen  $\bar{S}_g$  in mm.

	Dag-hoeveelheid neerslag mm		
	0.1/2.4	2.5/5.9	$\geq 6.0$
$\delta$	0.00	0.00	0.26
$\bar{S}_g$	0.06	0.09	0.21

Uit het onderzoek is geen verklaring gevonden voor het grote verschil tussen de neerslagsommen van de grondregenmeter en de ponsende grondregenmeters bij dagsommen  $\geq 6.0$  mm, terwijl geen verschil gevonden is bij kleinere dagsommen.

Dat de grondregenmeter inderdaad meer neerslag opvangt, blijkt wel uit <sup>Tabel</sup> ~~tabel~~ 2, waar de neerslagsommen over een langere periode gegraven zijn.

Tabel 2 Hoeveelheden neerslag in mm, gemeten in regenmeters op dezelfde dagen van maart t/m december 1967.

Ponsende regenmeter R.W.S.	487.96
Regenmeter ( h = 40 cm)	488.3
Grondregenmeter K.N.M.I.	500.5

De gemiddelde standaarddeviaties komen vrijwel overeen met die, gevonden bij vergelijking van regens (zie <sup>Tabel</sup> ~~tabel~~ 5 r. 6).

4.3 De bewerking volgens uursommen

Bij de bewerking van uurgegevens van de ponsende grondregenmeter ~~xx~~ bleken een aantal gegevens onbetrouwbaar te ~~zijn~~. Tabel 3 geeft een overzicht van de aantallen onbetrouwbare waarnemingen.

\* R.W.S. = Rijks Waterdienst - § 1.

Tabel 3 Aantallen uursommenneerslag per seizoen en aantallen onbetrouwbare metingen van de ponsende grondregenmeter.

	aantal metingen	onbetrouwbaar
winter	182	27
lente	272	0
zomer	227	120
herfst	214	2

Behalve tijdens een periode in juni, toen het ponsapparaat defect was, heeft de regenmeter ~~had~~ weinig onbetrouwbare waarnemingen gegeven. Zoals reeds eerder vermeld is, zijn de verschillen tussen uursommen van de pluviograaf (K.N.M.I.) en de ponsende grondregenmeter (R.W.S.) ingedeeld in groepen naar seizoenen en daarnaast in drie groepen naar de windsnelheid op 60 cm hoogte. De frekwentieverdelingen zijn weergegeven in ~~Fig~~ <sup>Fig</sup> 2 en 3, terwijl de berekende waarden en vermeld zijn in ~~Fig~~ <sup>Tab</sup> 4.

Tabel 4 Vergelijking van uursommen van de neerslag, gemeten met de pluviograaf (K.N.M.I.) en de ponsende grondregenmeter (R.W.S.) Systematische verschillen  $\delta$  en de gemiddelde standaarddeviaties der toevalsfouten  $\bar{S}_E$  in mm.

Windsnelheid h = 60 cm	uur hoeveelheid neerslag		
		0.2/0.9 mm	1.0 mm
0.0/1.4 m/s <sup>-1</sup>	$\delta$	0.05	0.05
	$\bar{S}_E$	0.07	0.10
1.5/2.9 m/s <sup>-1</sup>	$\delta$	0.02	0.00
	$\bar{S}_E$	0.10	0.09
3.0 m/s <sup>-1</sup>	$\delta$	0.00	0.00
	$\bar{S}_E$	0.08	0.11
Seizoen			
winter	$\delta$	0.04	0.00
	$\bar{S}_E$	0.09	0.12
lente	$\delta$	0.00	0.06
	$\bar{S}_E$	0.08	0.10
zomer	$\delta$	0.04	0.00
	$\bar{S}_E$	0.08	0.11
herfst	$\delta$	0.03	0.05
	$\bar{S}_E$	0.09	0.10



Zes van de veertien verdelingen blijken symmetrisch verdeeld te zijn om nul, de overige verdelingen hebben alle een klein positief gemiddelde.

Uit de waarden  $\delta = 0$  bij de beide groepen met hogere windsnelheid, mogen we afleiden, dat bij kleine windsnelheden de regenmeter op 40 cm nog wel iets meer regen opvangt dan de ponsende grondregenmeter, maar bij hogere windsnelheden is er geen verschil meer te constateren. Het is dus wel mogelijk, dat bij een minder beschutte opstelling de ponsende grondregenmeter iets meer neerslag zal aangeven dan de gewone regenmeter. Uit de waarden  $\delta$  en  $\bar{S}_g$  voor de seizoenen zijn geen verschillen tussen de seizoenen zichtbaar.

Vier verdelingen zijn volgens de symmetrietoets van Wilcoxon symmetrisch verdeeld om hun gemiddelde. De overige verdelingen kunnen alleen met de  $X^2$ -toets aan de normale verdeling getoetst worden. Twee van die verdelingen kunnen volgens de  $X^2$ -toets behoudens een kans van 0.05, normaal verdeeld zijn, twee andere zijn echter verworpen. Toch blijkt uit figuur 4, dat deze verdelingen wel als symmetrisch beschouwd mogen worden. De theoretische normale verdelingen zijn berekend uit de parameters  $N$ ,  $\bar{x}$  en  $S$  van de steekproefverdelingen. Enkele zeer grote waarden  $v$  zijn verantwoordelijk voor een grote standaarddeviatie van  $v$ , zodat de theoretische verdeling vlakker is dan de steekproefverdeling. Het is mogelijk, dat door kleine tijdsverschillen tussen de beide registrerende instrumenten de verschillen  $v$  soms groter zijn, dan wanneer de instrumenten precies gelijk hadden gelopen.

#### 4.4 Vergelijking der uitkomsten met die uit ander onderzoekingen

De berekende waarden  $\bar{S}_g$  zijn niet goed vergelijkbaar met de waarden  $S$ , gevonden voor identieke regenmeters in het onderzoek van Dr. Levert (4). Deze laatste zijn berekend voor gehele regens. Bovendien kunnen door genoemde kleine tijdsverschillen de berekende waarden  $\bar{S}_g$  wel te hoog zijn. Daarom zijn alle waarden  $v$  van opeenvolgende uren met regen samengevoegd tot regens. Mogelijk zijn hierbij soms ook wel meerdere regens bijeengevoegd, maar aangenomen is, dat de resultaten daardoor niet belangrijk veranderen. De frekwentieverdelingen zijn weergegeven in figuur 5. Eén verdeling (regens 0.2/0.9 mm) is normaal verdeeld om zijn gemiddelde, de overige zijn alle symmetrisch verdeeld om nul of om een klein positief gemiddelde. De berekende waarden  $\delta$  en  $\bar{S}_g$  zijn vermeld in tabel 5. Tevens zijn daarin ter vergelijking gegeven de standaarddeviaties van regens, gemeten met 15

identieke regenmeters.

Tabel 5 Vergelijking van neerslaghoeveelheden van regens, gemeten met de pluviograaf (K.N.M.I.) en de ponsende grondregenmeter (R.W.S.) Systematische verschillen en standaarddeviaties van toevalsfouten en standaarddeviaties van regens uit identieke regenmeters.

	Klassen			
	0.2/0.9 mm	1.0/2.4	2.5/5.9	≥ 6.0
1) Aantal metingen	104	28	34	26
2) Klassemiddelen	0.55	1.7	4.2	10.5*
3) $\delta$	0.04	0.09	0.00	0.10
4) $\bar{S}_E$	0.08	0.09	0.13	0.19
5) $\bar{S}_E$ % v. 2)	14.5	5.3	3.1	1.8
6) $S$	0.03	0.07	0.13	0.24
uit id. regenmeters				

\* gemiddelde der 26 metingen.

We kunnen de gevonden varianties vergelijken met behulp van het variantiequotient

$$F = \frac{S_1^2}{S_2^2}$$

Dit quotient, berekend uit varianties, afkomstig van eenzelfde statistische populatie, moet behoudens een kans van 0.05 voldoen aan de verdeling van F met  $\nu_1 = n_1 - 1$  en  $\nu_2 = n_2 - 1$  vrijheidsgraden, waarbij  $n_1$  en  $n_2$  het aantal waarnemingen zijn waaruit  $S_1$  en  $S_2$  berekend zijn.

Het is niet eenvoudig n te bepalen voor de varianties van de identieke regenmeters, omdat deze afgelezen zijn van een curve. Gelukkig zijn de aantallen waarnemingen zeer groot, zodat ook bij een globale schatting van n een voldoende betrouwbare bepaling van F mogelijk is. De uitkomsten der toetsing zijn in tabel 6 vermeld.

Tabel 6

Variantiequotienten F, berekend uit varianties van regens in identieke regenmeters en varianties van toevalsfouten van regens gemeten in de pluviograaf (K.N.M.I.) en de ponsende grondregenmeter (R.W.S.)

Regens	F	$\chi_1^2$	$\chi_2^2$	F (0.95)
0.2/0.9 mm	7.2	199	749	1.20
1.0/2.4 mm	1.65	54	674	1.35
2.5/5.9 mm	1.00	--	--	--
$\geq 6.0$ mm	1.60	524	49	1.45

De nulhypothese, dat de varianties van de onderzochte toevalsfouten overeenkomen met de varianties uit het onderzoek der identieke regenmeters is dus alleen voor regens van 2.5/5.9 mm niet verworpen. Hoewel de varianties van de toevalsfouten voor de overige klassen groter zijn, zijn bij regens 10/2.4 mm en  $\geq 6.0$  mm de gevonden afwijkingen voor de praktijk niet belangrijk (zie figuur 6).

Alleen bij regens 0.2/0.9 mm wordt een belangrijk grotere variantie gevonden. Deze grote toevalsfout zou toegeschreven kunnen worden aan de eerder vermelde kleine hoeveelheden neerslag, die na regens in de regenmeter achterblijven. De verdeling van neerslaghoeveelheden, dus ook de verdeling van  $\underline{y}$ , is in wezen continu. Door afronding van de metingen ontstaat echter een discrete verdeling. De hierdoor gemaakte fout in de standaarddeviatie kan met de correctie van Sheppard opgeheven worden.

$$s_{\#}^2 = s^2 - \frac{b^2}{12}$$

waarin  $b$  = de klassebreedte. Door toepassing van deze correctie neemt de toevalsfout  $\bar{s}$  voor regens van 0.2/0.9 mm slechts af van 0.08 tot 0.075, zodat hiermee de grote toevalsfout niet verklaard is.

Mogelijk is deze een gevolg van een verschil in de bevattingsfout tussen de beide instrumenten.

Hoewel volgens de toetsing de varianties van regens van 1.0/2.4 mm en van regens  $\geq 6.0$  mm ook ongelijk zijn aan die van de identieke regenmeters, zijn de verschillen zo klein, dat hieraan geen praktische betekenis gehecht kan worden.

## 5. Samenvatting

De grondregenmeter (K.N.M.I.) geeft iets meer neerslag dan de ponsende grondregenmeter (R.W.S.). De verschillen tussen de ponsende grondregenmeter en de gewone regenmeter  $\approx 40$  cm (K.N.M.I.) zijn zeer klein. Het is mogelijk, dat bij een open opstelling de ponsende grondregenmeter iets meer zal geven dan de gewone regenmeter.

De grondregenmeter (K.N.M.I.) is, om het inspatten van druppels tegen te gaan, omgeven door staande borstels op de hoogte van de

trechterrond, terwijl de ponsende grondregenmeter (R.W.S.) met hetzelfde doel omgeven is door een grindrand. Verondersteld is wel eens, dat de borstels van de grondregenmeter toch een mogelijkheid van inspattend water openlaten. De opstaande randen van de ponsende grondregenmeter zouden echter wel eens aanleiding kunnen zijn voor het optreden van een stuweffect.

Verder is de trechter van de ponsende grondregenmeter (R.W.S.) vervaardigd van kunststof, terwijl de trechters van de regenmeters van het K.N.M.I. van koper zijn.

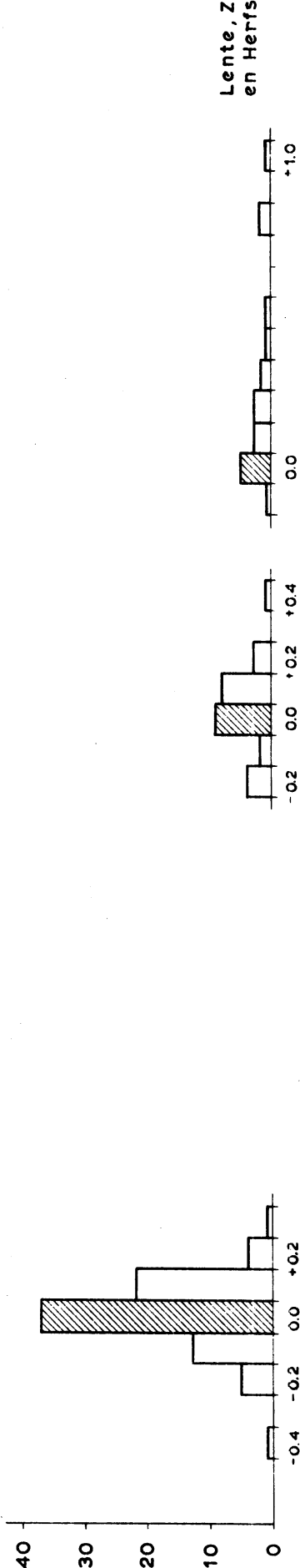
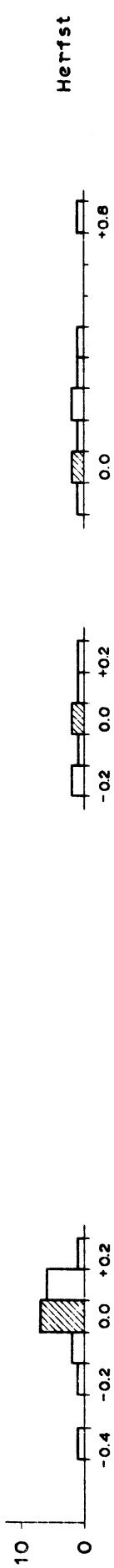
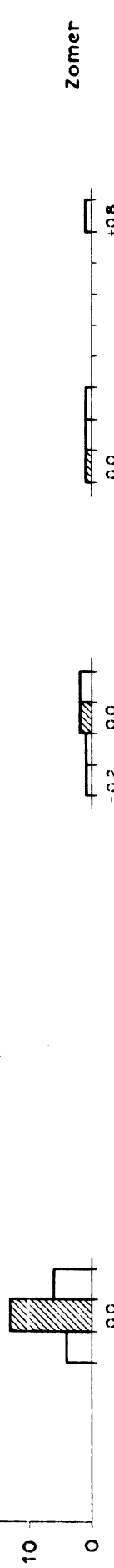
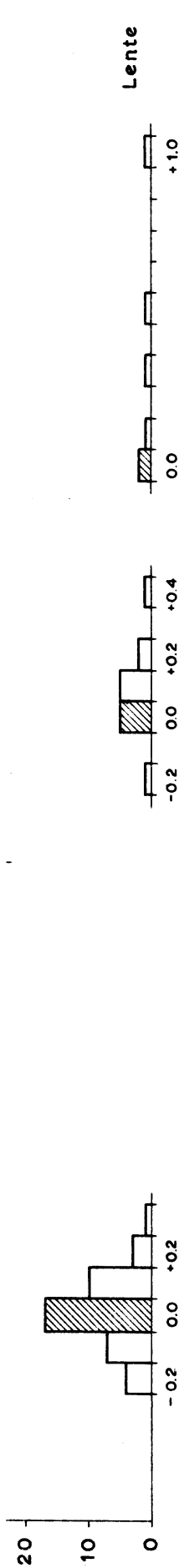
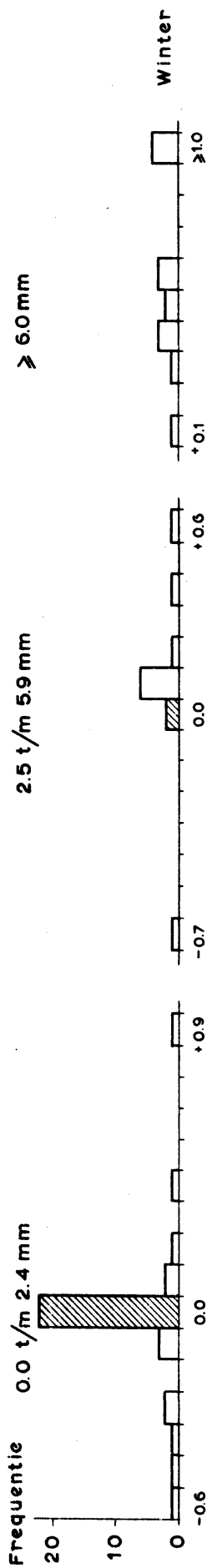
Mogelijk bestaan hiervoor verschillen in de benattingsfout. Het verdient aanbeveling, in een nader onderzoek aandacht aan deze beide aspecten te besteden.

De toevalspreiding van metingen van regens is alleen bij kleine regens belangrijk groter dan spreidingen, gevonden voor identieke regenmeters. Overigens zijn de gevonden toevalsfouten zo klein, dat bij regenmetingen geen bijzonder grote verschillen verwacht mogen worden tussen de vergeleken instrumenten.

## Literatuur

1. Braak, C. Invloed van de wind op regenwaarnemingen K.N.M.I.  
Meded. en Verh. 48 1945.
2. Colenbrander, H.J. en Verstraate, J.M.I.  
Een registrerende grondregenmeter, waarvan de gegevens automatisch kunnen worden verwerkt. Cultuurtechn.Tijdschr.Jrg. 6 1966/67, 3.
3. Hauer, A. A new recording raingauge J. Sci.Inst.Jrg. 28 1951 p 84.
4. Levert, C. De betrekkelijke waarde van de meting met één regenmeter  
Hemel en Dampkring Jrg. 59 1961, nr 5.
5. Levert, C. Regens, een statistische studie K.N.M.I. Meded. en Verh.  
62 1954.

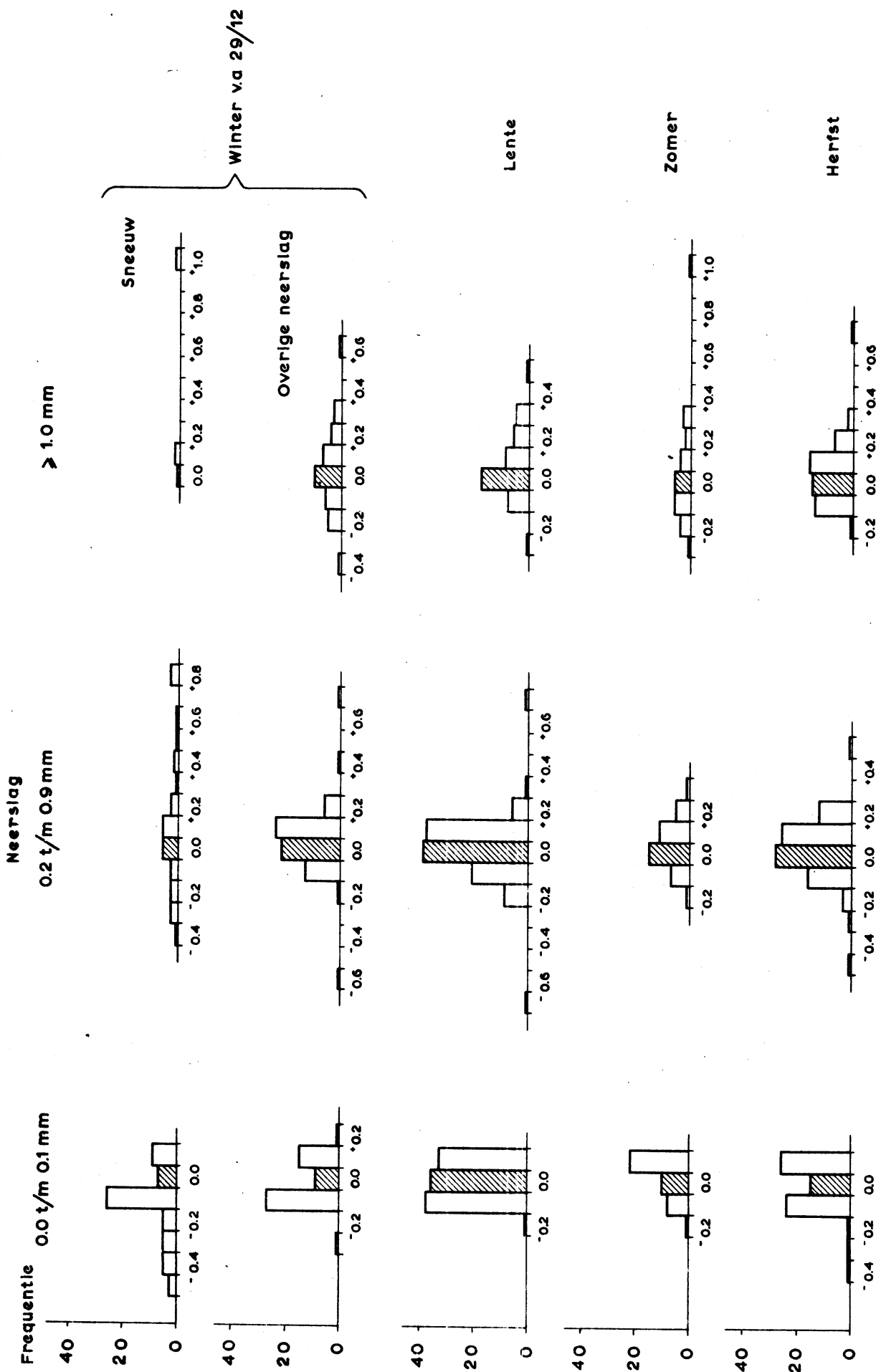
Neerslag  
2.5 t/m 5.9 mm



Winter  
Lente  
Zomer  
Herfst  
Lente, Zomer en Herfst

VERGELIJKING GRONDREGENMETERS K.N.M.I. - R.W.S. DE BILT  
Frequentieverdelingen C - B (dagsommen)  
C = grondregenmeter K.N.M.I.  
B = ponsende grondregenmeter R.W.S.

Figuur 1



Figuur 2

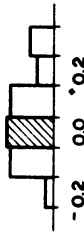
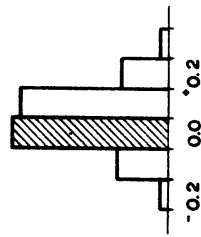
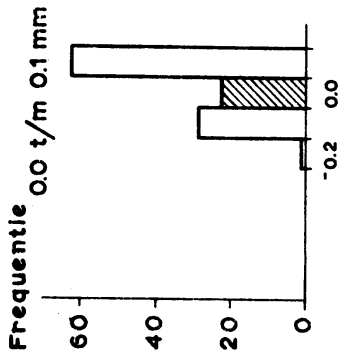
VERGELIJKING PLUVIOGRAAF K.N.M.I. ■ GRONDPLUVIOGRAAF R.W.S. DE BILT

Frequentieverdelingen van V uit uurwaarden.

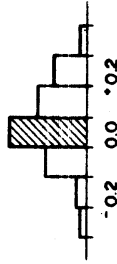
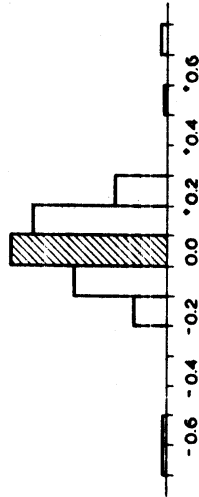
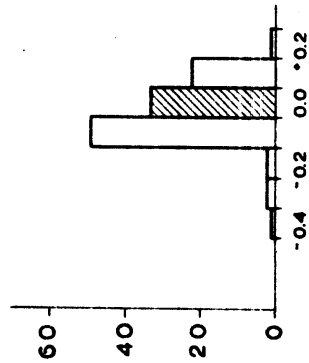
V=(uurwaarden pluviograaf K.N.M.I.)-(uurwaarden ponsende grondregenmeter R.W.S)

Neerslag  $\geq 1.0$  mm

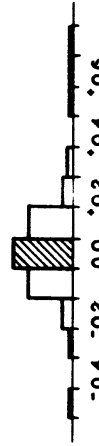
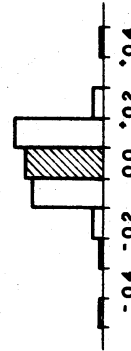
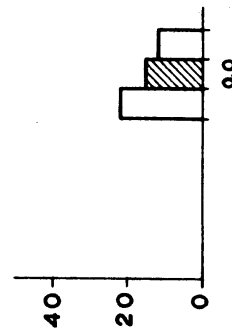
0.2 t/m 0.9 mm



Wind: 0.0 t/m 1.4 m/sec.



Wind: 1.5 t/m 2.9 m/sec.



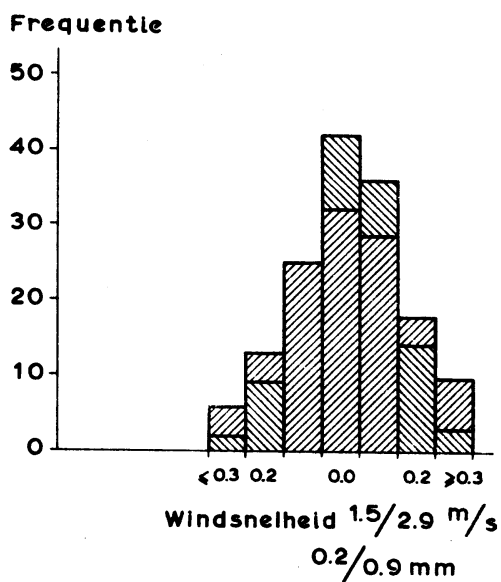
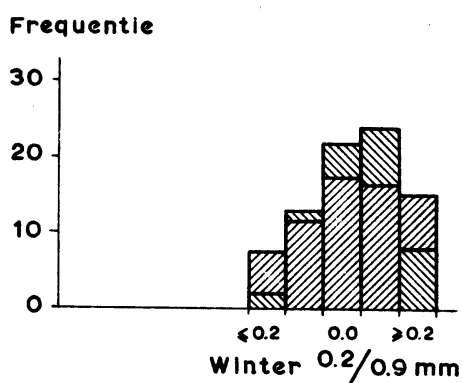
Wind  $\geq 3.0$  m/sec.

VERGELIJKING PLUVIOGRAAF K.N.M.I. ■ PONSENDE GRONDREGENMETER R.W.S.L DE BILTJ  
 Frequentieverdelingen van V uit uurwaarden  
 V = (uurwaarden pluviograaf K.N.M.I.) - (uurwaarden ponsende grondregenmeter R.W.S.)



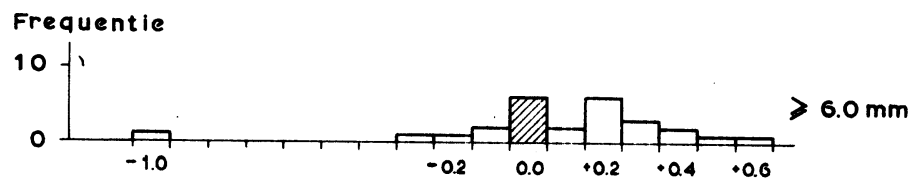
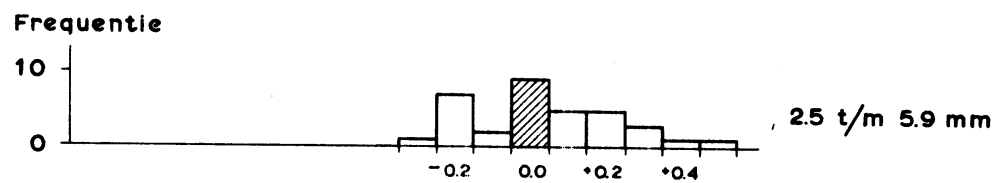
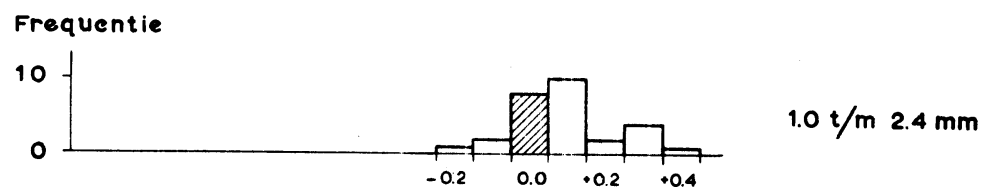
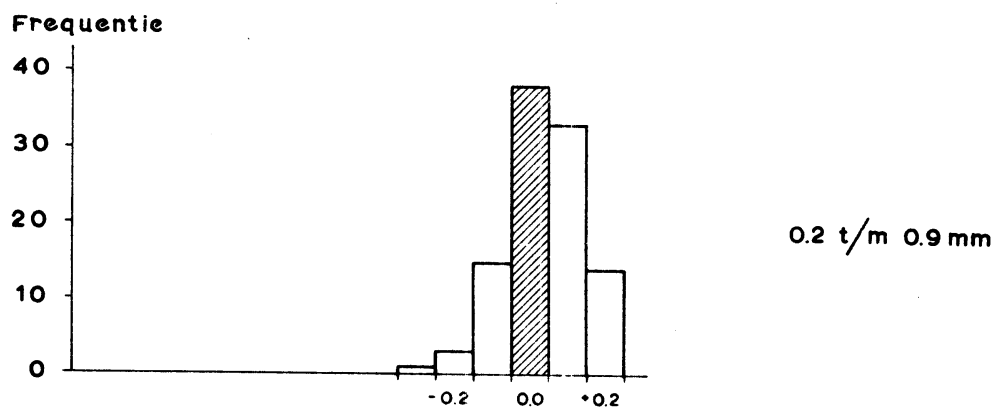
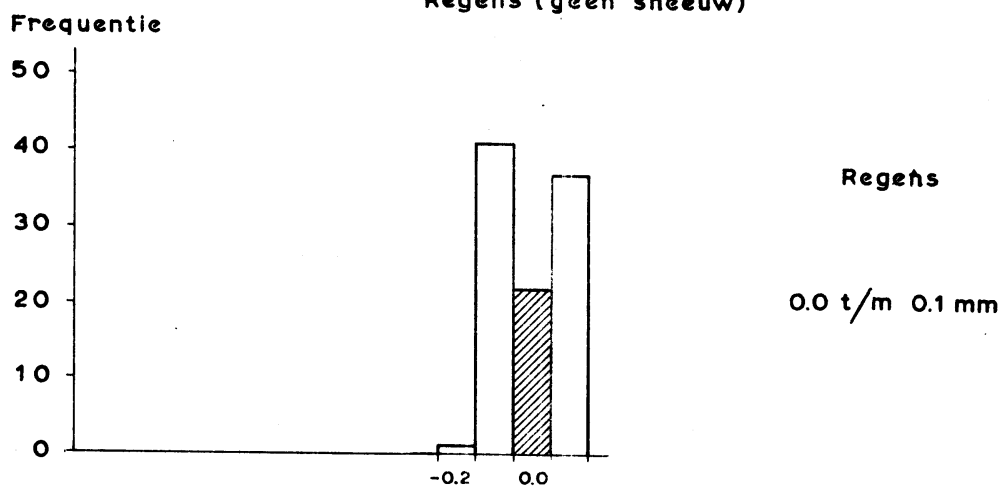
FREQUENTIEVERDELINGEN VAN V UIT UURWAARDEN

V = uurwaarden pluviograaf K.N.M.I. - uurwaarden ponsende grondregenmeter R.W.S.

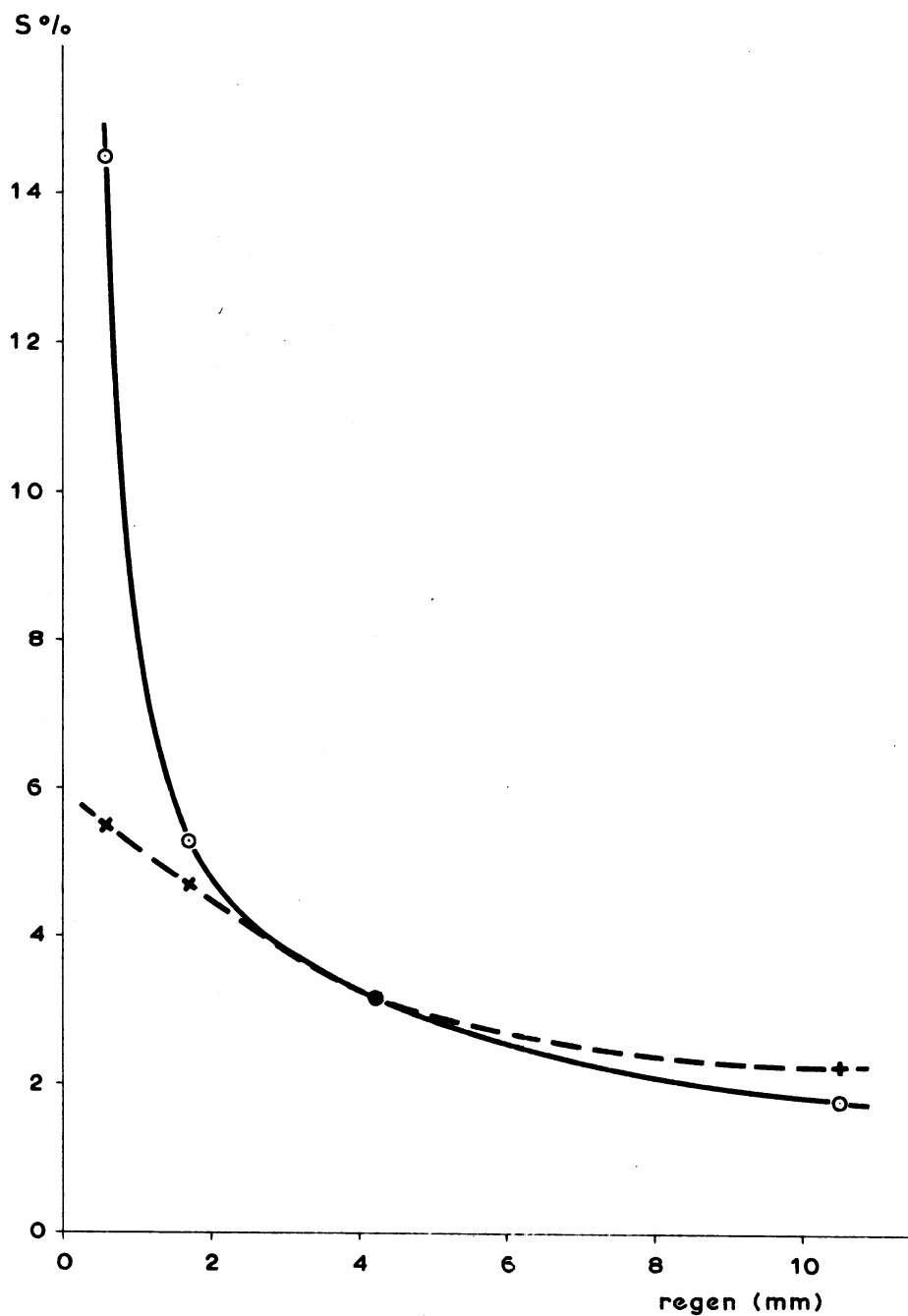


- Steekproef verdeling
- Theoretisch normale verdeling

VERGELIJING PLUVIOGRAAF K.N.M.I. — GRONDPLUVIOGRAAF R.W.S.  
 Regens (geen sneeuw)



STANDAARDDEVIATIES (%) VAN METINGEN VAN REGENS BIJ TOENEMENDE  
NEERSLAGHOEVVELHEDEN



—○— Pluviograaf en ponsende grondregenmeters  
 - - + - - 15 identieke regenmeters