

NN31545.0268

INSTITUUT VOOR CULTUURTECHNIEK EN WATERHUISHOUDING

NOTA 268, d.d. 31 augustus 1964

De invloed van diameter en hoogte van bemonsteringscilinders
op de relatie tussen vochtspanning en vochtgehalte van
ongestoorte grondmonsters

ir. W. P. Stakman

BIBLIOTHEEK
STARINGGEBOUW

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 onder-
zoek nog niet is afgesloten.

Aan gebruikers buiten het Instituut wordt verzocht ze niet in pu-
blikaties te vermelden.

Bepaalde nota's komen niet voor verspreiding buiten het Instituut
in aanmerking.

175234

INU

De invloed van diameter en hoogte van bemonsterings-
cilinders op de relatie tussen vochtspanning en vocht-
gehalte van ongestoorde grondmonsters

W.P.Stakman

Om ongestoorde grondmonsters te verkrijgen van de lagen in de bovenste 2 m van een profiel wordt in de meeste gevallen gebruik gemaakt van Kopecki-cilinders (inwendige doorsnede 50 mm, hoogte 51 mm, inhoud 100 cm^3).

Een samendrukking van het monster tengevolge van relatief grote wrijvingsweerstand zal zich uiten in een wijziging van de poriëngrootheidverdeling en daardoor onder andere in het beloop van de pF-curve. Teneinde na te gaan of en in hoeverre de samendrukking van de grond bij de bemonstering een rol speelt zijn enige bemonsteringen uitgevoerd, waarbij naast de roestvrij stalen Kopecki-cilinders ook roestvrij stalen cilinders met grotere diameters en met dezelfde of gehalveerde hoogte zijn gebruikt.

Verwacht kan worden dat een eventueel samendrukkingseffect het meest tot uiting zal komen bij bemonstering van zware gronden in vochtige toestand. De wrijvingsweerstand zal kleiner worden naarmate de verhouding tussen de omtrek en de oppervlakte van de cilinder kleiner wordt.

Onderzoek zandmonsters proefveld te Horst

Hoewel verwacht mocht worden dat een eventueel samendrukkingseffect vooral zou optreden bij zwaardere gronden, zijn ook enige zandmonsters in het onderzoek betrokken.

Door de Hoofdafdeling Grondverbetering werd in januari 1964 een bemonstering uitgevoerd op het structuurproefveld Lorbaan te Horst op drie veldjes begroeid met respectievelijk zwenkgras, veldbeemdgras en kropaar.

De bemonstering geschiedde op een diepte van 15 - 20 cm met een tweetal cylindertypen namelijk de gebruikelijk cilinders van 100 cm^3 inhoud (diameter 50, hoogte 51 mm) en van 392 cm^3 inhoud (diameter 100, hoogte 51 mm), waarvan de eerste in 5-voud en de tweede in tweevoud werden genomen.

Aan alle monsters werden na verzadiging op de zandbakapparatuur achtereenvolgens de volgende vochtspanningen aangelegd: pF 0.4 - 1.0 - 1.3 - 1.5 - 1.8 - 2.0 - 2.3 en 2.7.

Bovendien werd het organische stofgehalte bepaald (gloeiverlies).

In tabel I staan de uitkomsten van het pF-onderzoek vermeld. Behalve de gemiddelde vochtcijfers, uitgedrukt in volume-procenten is het gemiddelde 100 cm³ drooggewicht aangegeven, alsmede het organische stofgehalte waaruit het soortelijk gewicht via een tabel kan worden berekend (1).

Uit het soortelijk gewicht en het volume-gewicht (drooggewicht : 100) is met de formule
$$\text{Poriënvolume} = 100 - \frac{100 \times \text{volumegewicht}}{\text{soort.gewicht}}$$
 het totale poriënvolume te berekenen.

Hierbij bleek dat het vochtgehalte bij pF 0.4 (2,5 cm waterkolom onderdruk) nogal wat lager lag dan uit de berekende poriën volumina was te verwachten. Het verschil was het grootst bij roodzwenkgras (5,3 vol.%), terwijl bij veldbeemdgras en kropbaar dit verschil gemiddeld 2.0 en 2.8 vol.% bedroeg.

Aangezien het organische stofgehalte van de drie veldjes weinig verschilt, dient de verklaring voor het grote verschil van 5.3 vol.% te worden gezocht in de veel lossere pakking van de roodzwenkgrasmonster, wat zich uit in een lager volume-gewicht en een hoger poriënvolume. Het aantal grote poriën dat het water bij een zuigspanning van pF 0.4 al heeft losgelaten zal bij een losse pakking relatief groot zijn.

Het vochtgehalte bij monsternamen ligt voor de kleine cilindres in het traject pF 2.0 - 2.3, voor de grote cilindres ten aanzien van roodzwenk- en veldbeemdgras tussen pF 1.8 en 2.0, voor kropbaar tussen pF 2.0 en 2.3.

Tabel I Volumeprocenten vocht bij diverse pF-waarden, 100 cm³ drooggewichten, organische stofgehalten, berekend soortelijk gewicht en porienvolume van 3 structuurproefvelden te Horst

	ROODZWENKGRAS		VELDBEEMDGRAS		K R O P A A R	
	cylinders 100 cc 1)	cylinders 392 cc 2)	cylinders 100 cc 1)	cylinders 392 cc 2)	cylinders 100 cc 1)	cylinders 392 cc 2)
Veld	13,37	20,25	17,78	23,05	15,43	16,50
pF 0.4	47,33	45,85	43,42	41,70	46,98	45,25
1.0	39,07	38,90	41,40	39,90	42,52	42,10
1.3	38,07	37,75	41,20	39,85	42,10	41,60
1.5	36,93	36,65	41,37	40,35	41,53	41,30
1.8	25,60	28,80	27,13	26,20	26,70	25,95
2.0	18,50	20,10	19,52	19,60	19,68	19,00
2.3	12,40	14,85	14,42	14,80	13,48	13,35
2.7	10,01	11,75	11,82	12,25	11,02	10,70
Drooggewicht 100 cm ³	120,83	125,35	141,40	142,80	129,47	130,60
Org.Stofbeh.(%)	5,0	4,35	5,2	4,0	5,75	5,05
Soort.gewicht	2,557	2,570	2,553	2,577	2,542	2,556
Porienvolume (%)	52,7	51,2	44,6	44,6	49,1	48,9

1) pF- en drooggewicht gemiddelden van 5 monsters

2) idem 2 idem

Teneinde na te gaan of de verschillen in de pF-resultaten tussen de kleine en de grote cilindres betrouwbaar zijn, is van het verschil tussen de gemiddelde pF-waarden (\bar{v}) de standaard afwijking ($s_{\bar{v}}$) berekend en is van deze waarde het quotiënt bepaald (tabel II).

Tabel II

pF	Veldje	\bar{v}	$\frac{s}{\bar{v}}$	$\frac{\bar{v}}{s}$	
0.4	roodzwenk	1,48	0,503	2,94	*
	veldbeemd	1,72	0,520	3,31	*
	kroopaar	1,73	0,394	4,39	*
1,0	roodzwenk	0,17	0,920	0,18	
	veldbeemd	1,50	0,661	2,27	
	kroopaar	0,42	0,378	1,11	
1.3	roodzwenk	0,32	0,977	0,33	
	veldbeemd	1,35	0,706	1,91	
	kroopaar	0,50	0,371	1,35	
1.5	roodzwenk	0,28	1,176	0,24	
	veldbeemd	1,02	0,734	1,39	
	kroopaar	0,23	0,415	0,55	
1.8	roodzwenk	3,20	0,633	5,06	*
	veldbeemd	0,93	0,438	2,12	
	kroopaar	0,75	0,538	1,39	
2.0	roodzwenk	1,60	0,594	2,69	
	veldbeemd	0,08	0,336	0,24	
	kroopaar	0,68	0,217	3,13	*
2.3	roodzwenk	2,45	1,381	1,77	
	veldbeemd	0,38	0,437	0,87	
	kroopaar	0,13	0,208	0,63	
2.7	roodzwenk	1,74	1,083	1,61	
	veldbeemd	0,43	0,488	0,88	
	kroopaar	0,32	0,468	0,68	
Drooggew. 100 cm ³	roodzwenk	4,52	1,408	3,21	*
	veldbeemd	1,40	2,018	0,69	
	kroopaar	1,13	2,218	0,51	

Uit een t-tabel met als aantal vrijheidsgraden $n_1 + n_2 - 2 = 5$ en een overschrijdingskans van 5% kan een zekerheidscoëfficiënt $t = 2,57$ worden afgeleid. Dit wil zeggen dat als het quotiënt $\frac{\bar{v}}{s} \geq 2,57$, het verschil \bar{v} statistisch significant is.

De significante verschillen zijn in de tabel met een sterretje aangegeven. Is het gevonden verschil kleiner dan 2,57 dan wil dit zeggen dat de variatie binnen één cylindertype zo groot is, dat het verschil tussen de gemiddelden niet van toevallige verschillen valt te onderscheiden.

Voor alle drie proefveldjes blijkt er een significant verschil in vochtgehalte bij pF 0.4 te bestaan, waarbij de vochtinhoud voor de cylinders met grote diameter 1,5 à 1,7 vol.% lager ligt dan voor de cylinders met kleine diameter.

Een verklaring hiervoor zou kunnen zijn dat bij het gebruik van grote ringen meer grote poriën intact blijven met een dusdanig grote diameter dat in het traject van verzadigd tot pF 0.4 het water al uittreedt, terwijl bij de kleine cylinders dit type poriën door samendrukking langs de wand relatief kleiner in aantal is, wat zich uit in een hoger vochtgehalte bij pF 0.4.

De verschillen in vochtgehalten bij de overige pF-waarden zijn niet significant behoudens in enkele incidentele gevallen (roodzwenk: pF 1.8 en krop-aar: pF 2.0), waarvoor vooralsnog geen verklaring is te geven.

Tenslotte blijkt nog het verschil in drooggewicht (volume-gewicht) bij roodzwenk significant te zijn, hetgeen wijst op een minder homogene samenstelling van de grond.

Onderzoek komklei monsters proefveld 'De Vlierd'

Op het komgronden waterstandsproefveld 'De Vlierd' bij Zalt-Bommel is een bemonstering uitgevoerd ten behoeve van pF-onderzoek. Hierbij werd gebruik gemaakt van roestvrij stalen cylinders met doorsneden van respectievelijk 50, 76 en 100 mm en met hoogten van respectievelijk 25 en 51 mm. De afmetingen en inhouden van de cylinders zijn in de volgende tabel aangegeven.

Tabel III

cylindertype	inwendige doorsnede (mm)	hoogte (mm)	inhoud (cm ³)	factor voor omrekening op 100 cm ³ inhoud
A	49,9	49,9	97,5	1,025
B	50,0	25,5	50,0	2,000
C	76,4	50,0	229,5	0,435
D	76,3	25,2	115,1	0,469
E	100,1	49,9	393,1	0,255
F	100,0	25,0	196,6	0,508

Bovenstaande cijfers zijn gemiddelden van 4 cylinders; met elk cylindertype werden namelijk 4 monsters genomen. Om onderlinge afwijkingen tussen de afmetingen van de cylinders van één type te elimineren is van elke cylinder de inwendige diameter en de hoogte op 0,1 mm nauwkeurig gemeten en is voor elke cylinder afzonderlijk de omrekeningsfactor bepaald en toegepast.

Bemonsterd werd de laag 25 - 30 cm. Hoewel de vochttoestand van de grond tijdens de bemonstering droger was (pF 2.3 - 2.7) dan voor het eventueel aantonen van een samendrukkings-effect wel wenselijk zou zijn geweest, zijn de bepalingen toch verricht en is een variantie-analyse uitgevoerd.

In tabel IV zijn de volume-percentages vocht en de 100 cm³ drooggewichten in grammen vermeld.

Voorts staan aangegeven de F- en P-waarden^{*)}, zoals deze uit een variantie-analyse werden berekend.

Tabel IV

Hoogte (mm)	DIAMETER (mm)			pF 0.4	Hoogte (mm)	DIAMETER (mm)			pF 1.0
	50	76	100			50	76	100	
25	52,43 ^B	54,60 ^D	51,97 ^F	Variantie-analyse interactie diameter x hoogte $F_{18}^2 = 3,40 P > 0,05$	25	51,43 ^B	52,79 ^D	49,88 ^F	Variantie-analyse interactie diameter x hoogte $F_{18}^2 = 1,40 P > 0,25$
	54,53	52,37	53,34			53,52	50,63	52,12	
	51,47	51,92	52,63			50,48	49,64	50,75	
	52,93	51,19	54,77			51,33	49,97	53,04	
Gem.	52,84	52,52	53,18	diameter-effect:	Gem.	51,69	50,76	51,45	diameter-effect:
51	50,43 ^A	49,76 ^C	48,23 ^E	$F_{18}^2 = 1,89 P > 0,10$ $F_{18}^1 = 64,71 P < 0,001$ hoogte-effect	51	50,01 ^A	49,33 ^C	48,21 ^E	$F_{18}^2 = 2,50 P > 0,10$ $F_{13}^1 = 25,51 P < 0,001$ hoogte-effect
	51,66	49,29	48,32			50,73	48,89	48,14	
	50,43	49,72	48,90			50,22	49,42	48,79	
	50,28	49,69	48,70			49,57	48,94	48,50	
Gem.	50,70	49,62	48,54		Gem.	50,13	49,14	48,41	

Hoogte (mm)	DIAMETER (mm)			pF 1.3	Hoogte (mm)	DIAMETER (mm)			pF 1.5
	50	76	100			50	76	100	
25	51,63 ^B	52,88 ^D	50,29 ^F	Variantie-analyse interactie diameter x hoogte $F_{18}^2 = 1,31 P > 0,25$ diameter-effect	25	51,03 ^B	51,67 ^D	49,11 ^F	Variantie-analyse interactie diameter x hoogte $F_{18}^2 = 0,63 P > 0,25$ diameter-effect
	53,92	50,55	52,32			53,32	49,85	51,00	
	50,88	49,38	50,60			50,68	48,51	49,69	
	51,13	49,79	52,83			50,53	49,44	51,87	
Gem.	51,89	50,65	51,51			Gem.	51,39	49,87	
51	50,53 ^A	49,81 ^C	48,72 ^E	$F_{18}^2 = 2,77 P > 0,05$ hoogte-effect $F_{18}^1 = 14,61 P < 0,005$	51	50,53 ^A	49,55 ^E	48,46 ^E	$F_{18}^2 = 4,41 P < 0,05$ hoogte-effect $F_{18}^1 = 9,02 P < 0,01$
	51,25	49,50	48,58			50,22	48,85	48,60	
	50,64	49,85	49,28			50,22	49,42	49,05	
	49,98	49,51	49,24			49,77	49,25	48,96	
Gem.	50,60	49,67	48,96			Gem.	50,18	49,27	

Hoogte (mm)	DIAMETER (mm)			pF 1.8	Hoogte (mm)	DIAMETER (mm)			pF 2.0
	50	76	100			50	76	100	
25	50,63 ^B	51,15 ^D	48,55 ^F	Variantie-analyse interactie diameter x hoogte $F_{18}^2 = 0,44 P > 0,25$ diameter-effect $F_{18}^2 = 4,15 P < 0,05$ $> 0,025$	25	49,42 ^B	50,28 ^D	47,79 ^F	Variantie-analyse interactie diameter x hoogte $F_{18}^2 = 0,17 P > 0,25$ diameter-effect $F_{18}^2 = 4,35 P < 0,05$ $> 0,025$
	52,92	49,33	50,50			52,11	48,64	49,74	
	50,09	48,07	49,28			49,30	47,20	48,47	
	50,12	49,18	51,36			49,32	48,31	50,54	
Gem.	50,94	49,43	49,92			Gem.	50,04	48,61	
51	50,53 ^A	49,11 ^C	48,16 ^E	hoogte-effect $F_{18}^1 = 6,77 P < 0,025$	51	50,43 ^A	48,33 ^C	47,62 ^E	hoogte-effect $F_{18}^1 = 3,62 P > 0,05$
	49,60	48,42	48,50			48,89	47,63	48,27	
	49,82	49,07	48,77			49,30	48,24	48,16	
	49,36	49,03	48,68			48,85	48,11	48,14	
Gem.	49,83	48,91	48,53			Gem.	49,37	48,08	

Hoogte (mm)	DIAMETER (mm)			pF 2.3	Hoogte (mm)	DIAMETER (mm)			pF 2.7
	50	76	100			50	76	100	
25	48,02 ^B	48,38 ^D	45,95 ^F	Variantie-analyse interactie diameter x hoogte $F^2_{18} = 0,004 P > 0,25$	25	46,22 ^B	46,40 ^D	43,91 ^F	Variantie-analyse interactie diameter x hoogte $F^2_{18} = 0,18 P > 0,25$
	50,10	47,34	47,81			47,89	45,52	45,88	
	47,72	45,71	46,75			45,95	44,05	44,67	
	47,72	46,74	48,05			45,71	44,73	46,01	
Gem.	48,39	47,04	47,14	diameter-effect $F^2_{18} = 6,129 P < 0,01$	Gem.	46,44	45,18	45,12	diameter-effect $F^2_{18} = 7,08 P < 0,01$
51	48,68 ^A	46,68 ^C	46,10 ^E	hoogte-effect $F^1_{18} = 2,615 P > 0,10$	51	47,49 ^A	44,89 ^C	44,42 ^E	hoogte-effect $F^1_{18} = 0,38 P > 0,25$
	47,04	45,98	46,95			44,89	44,10	45,62	
	47,97	46,33	46,63			46,74	44,24	44,91	
	47,83	46,85	46,59			46,60	45,36	45,01	
Gem.	47,88	46,46	46,57		Gem.	46,42	44,65	44,99	

Hoogte (mm)	DIAMETER (mm)			Drooggewicht 100 cc
	50	76	100	
25	132,47 ^B	128,74 ^D	127,45 ^F	Variantie-analyse interactie diameter x hoogte $F^2_{18} = 2,93 P > 0,05$
	131,38	131,70	128,73	
	128,18	130,14	125,63	
	126,72	132,46	126,59	
Gem.	129,69	130,76	127,10	diameter-effect
51	133,41 ^A	130,50 ^C	131,50 ^E	hoogte-effect $F^1_{18} = 2,84 P < 0,05$
	127,86	129,67	134,44	
	130,59	131,28	130,30	
	132,86	129,70	129,36	
Gem.	131,18	130,29	131,40	



effect significant

$F = \frac{\text{variantie van beschouwd effect}}{\text{variantie toeval}}$; F^2_{18} wil zeggen dat de teller 2 en de noemer 18 vrijheidsgraden heeft.

P = kans dat de betreffende F-waarde kan worden overschreden.

$P > 0,05$ wil zeggen dat deze kans $> 5\%$ is.

In de figuren 1 en 2 staan de volume-procenten water bij de aangelegde zuigspanningen voor de verschillende hoogten en diameters van de cilindres grafisch aangegeven.

De resultaten geven aanleiding tot de volgende conclusies:

- a. De spreiding van de vochtcijfers is voor alle drie diameters groter bij de lage dan bij de hoge cilindres.
- b. Er treedt een hoogte-effect op in het traject p^F 0.4 - 1.8 en wel in afnemende mate naarmate de p^F hoger wordt (p^F 0.4 \rightarrow $P < 0,001$, p^F 1.8 \rightarrow $P < 0,01$). De lage cilindres blijken steeds een hoger vochtgehalte bij eenzelfde p^F -waarde te vertonen dan de hoge cilindres. Boven p^F 1.8 is er geen hoogte-effect meer.
- c. Een diameter-effect treedt op in het traject p^F 1.5 - 2.7 en wel in toenemende mate, naarmate de p^F hoger wordt (p^F 1.5 \rightarrow $P < 0,05$, p^F 2.7 \rightarrow $P < 0,01$). Zowel bij de hoge als bij de lage cilindres is het vochtgehalte bij de kleinste diameter (50 mm) het hoogste. Beneden p^F 1.5 is er geen diameter-effect.

Ad a. Ook het feit dat er een hoogte-effect optreedt bij de drooggewichten van de monsters, die als maatstaf voor de bemonsteringsfout in het veld kunnen worden beschouwd, wijst er op dat om tot eenzelfde betrouwbare gemiddelde waarde te komen, het aantal lage cilinder-monsters groter zal moeten zijn dan het aantal hoge cilinder-monsters.

Ad b. Daar steeds bij de aangelegde zuigspanning de halve hoogte van de cilinder als basisvlak is aangehouden en zowel de hoge als de lage cilindres gelijktijdig op dezelfde apparatuur aan een bepaalde zuigspanning onderhevig waren, zou het kleine verschil in zuigspanning ten aanzien van de twee cilinderhoogten speciaal wat betreft de lage waarde daarvan, van invloed kunnen zijn geweest op het evenwichtsvochtgehalte, zoals onderstaande cijfers laten zien.

Tabel V

Hoge cilindres		Lage cilindres	
cm H ₂ O	p^F	cm H ₂ O	p^F
2,5	0.40	1,25	0.10
10,0	1.00	8,75	0.94
20,0	1.30	18,75	1.27
31,6	1.50	30,35	1.48
63,1	1.80	61,85	1.79
100,0	2.00	98,75	1.99

Het verschil in vochtgehalte bij de lage pF-waarden tussen de hoge en de lage cilindrs is echter aanzienlijk groter dan uit het verschil in aangelegde zuigspanning zou zijn te verklaren (figuur 2).

De hoofdoorzaak van het opgetreden verschil zou kunnen zijn dat bij het bemonsteren met lage cilindrs meer grote poriën intact blijven dan bij het gebruik van hoge cilindrs, bij welke laatste het aantal grote poriën door meerdere samendrukking kleiner is. Dit komt tot uiting in een hoger vochtgehalte van de lage cilindrs bij lage pF-waarden.

Ad c. Dat het diameter-effect pas optreedt bij pF-waarden van 1.5 en hoger, wijst er op dat het aantal kleine poriën (door samendrukking) is toegenomen ten koste van het aantal grote poriën, waarbij dit effect vooral tot uiting komt in de verschillen in vochtgehalte tussen de cilindrs met 50 en die met 76 mm doorsnede.

Tussen de 76 mm- en de 100 mm-cilindrs is dit verschil van weinig of geen betekenis (zie figuren).

De invloed van de samendrukking komt dus voornamelijk tot uiting bij de 50 mm-cilindrs.

Samenvatting

Bij een zandgrond, afkomstig van het structuur-proefveld Horst werd aangetoond dat bij bemonstering met cilindrs van 100 mm doorsnede het vochtgehalte bij pF 0.4 significant lager was dan bij bemonstering met cilindrs van 50 mm doorsnede. De hoogte van de cilindrs was in beide gevallen 51 mm.

Bij de 100 mm-cilindrs zullen meer poriën intact blijven, waarvan de grootte dusdanig is dat ze in het traject verzadiging - pF 0.4 hun water al kwijtraken. De 50 mm-cilindrs zullen door meerdere samendrukking tijdens de monsternamen minder van dergelijke poriën bevatten.

Bij bemonstering van een komklei met cilindrs met hoogten van 25 en 51 mm en diameters van 50, 76 en 100 mm trad een met stijgende pF-afnemend hoogte-effect op in het traject pF 0.4 - 1.8. Het vochtgehalte van de lage cilindrs was hoger dan dat van de hoge cilindrs; hetgeen voornamelijk zou kunnen worden toegeschreven aan het door samendrukking kleiner aantal grote poriën van de hoge cilindrs.

Een diameter-effect trad op bij vanaf pF 1.5, waarbij het effect toenam met stijgende pF-waarden.

De cylinders met de kleinste diameter hadden het hoogste vochtgehalte, wat zou kunnen worden verklaard uit het voorkomen van meer kleine poriën door een grotere samendrukking van het monster in deze cylinders.

Uit het bovenstaande zou kunnen worden geconcludeerd dat bij gebruik van cylinders met een diameter van 76 of 100 mm en een hoogte van 25 mm de kans op samendrukking van het monster kleiner is dan bij het gebruik van cylinders van 51 mm hoogte en 50 mm doorsnede.

Uiteraard is een dergelijke gevolgtrekking slechts gebaseerd op een klein aantal waarnemingen.

Uitbreiding van dit soort onderzoek zal noodzakelijk zijn om tot een algemeen geldende uitspraak omtrent een eventueel diameter- en/of hoogte-effect bij het nemen van ongestoorde grondmonsters met cylinders van verschillende hoogte en diameter te komen.

Literatuur

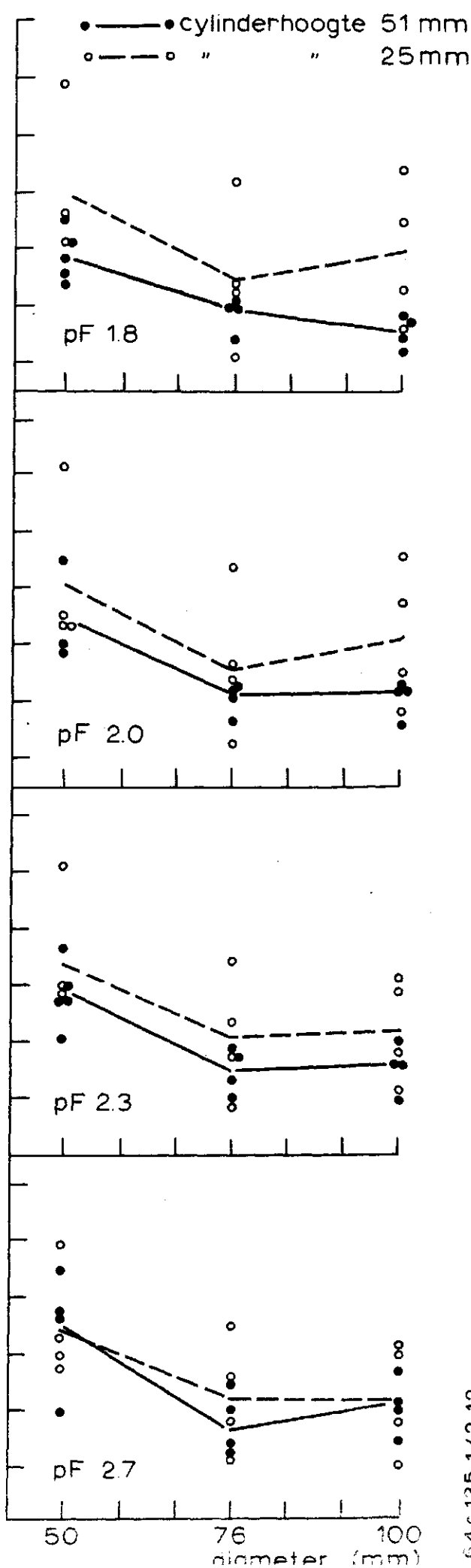
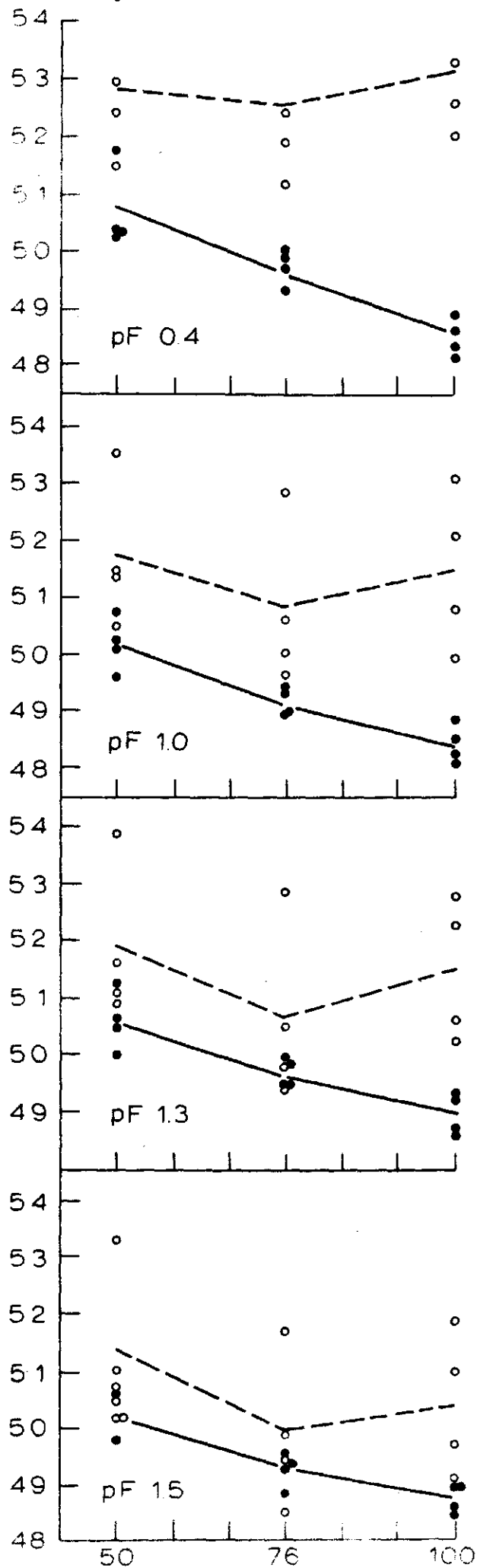
BOEKEL, P., 1961 - De bepaling van het soortelijk gewicht van grond.

Rapport IX - Instituut voor Bodemvruchtbaarheid, Groningen

POST, J.J., 1946 - Handleiding voor de opzet en de verwerking van Fisherproeven. Algemene Landsdrukkerij, 's-Gravenhage

invloed van de cylinderhoogte en diameter op de vochtinhoud bij verschillende pF waarden

vol %
water



GRONDWATERSTANDSPROEFVELD "DE VLIERD"

fig. 2

Invloed van de cylinderhoogten en diameter op de pF curve

- —● cylinderhoogte 51 mm
- —○ cylinderhoogte 25 mm

