

## Laboratoriumonderzoek naar de invloed van bezanding op de consistentie van kleigronden

B. C. BAKKER

*Instituut voor Bodemvruchtbaarheid, Groningen*

### Inleiding

De laatste jaren vormen de fysische eigenschappen van zware kleigronden in toenemende mate een ernstig probleem. De bewerkbaarheid van deze gronden laat in het algemeen nogal te wensen over, hetgeen de grondbewerking duur maakt en de mechanisatie van bepaalde werkzaamheden, b.v. het rooien van hakvruchten, bemoeilijkt. Een ander bezwaar van de zware gronden vormt de geringe weerstand onder natte omstandigheden tegen de invloed van zware machines, waardoor ernstige verdichtingen kunnen optreden. Door de ongunstige bewerkbaarheid is de aangebrachte schade moeilijk te herstellen.

Het zal duidelijk zijn dat in deze tijd van toenemende mechanisatie de genoemde bezwaren van de zware kleigronden steeds zwaarder gaan wegen. Mede door de beperktere gewassenkeuze en de lagere opbrengsten bij bepaalde gewassen als pootaardappelen, erwten (VOLLEMA en HIBMA 1963) en bieten (GROOTENHUIS 1961) worden de zware gronden de laatste jaren lager gewaardeerd dan de lichte.

Het is dus begrijpelijk dat men zoekt naar wegen om de genoemde nadelen van zware kleigronden te verminderen. Eén van de mogelijkheden daartoe is vermenging van de klei met materiaal, dat een aanmerkelijk hoger gehalte aan grovere bestanddelen bevat. In de praktijk komt dit neer op diepploegen of bezanden. De laatste jaren zijn hierover verschillende proeven aangelegd. Het resultaat van een dergelijke grondverbetering, waarbij in het algemeen in de bouwvoor klei met zand wordt vermengd, zal niet alleen worden bepaald door de mengverhouding, maar ook door de fijnheid van het opgebrachte zand. Wordt de bouwvoor te licht gemaakt, of wordt zeer fijn zand gebruikt, dan bestaat de kans dat de gevoeligheid voor verslemping sterk toeneemt, terwijl bij gebruik van veel grof zand het waterhoudende vermogen te gering wordt. Volgens recent onderzoek van BOEKEL varieert het in bodemfysisch opzicht optimale gehalte aan afslibbare delen van 17 tot 30%, afhankelijk van de fijnheid van het zand en van de vraag welk structuuraspect – bewerkbaarheid, gevoeligheid voor verslemping, vocht- en luchtvoorziening – als het belangrijkste moet worden beschouwd, waarbij het bouwplan een rol speelt. Dit onderzoek heeft plaatsgevonden op gronden die van nature in zwaarte verschilden (BOEKEL 1963). In hoeverre de te verwachten fysische eigenschappen van door menging van zand en klei verkregen gronden met die van natuurlijke gronden overeenkomen, is nog niet bekend.

Het leek ons gewenst na te gaan hoe de fysische eigenschappen van kleigronden veranderen door toevoeging van verschillende hoeveelheden zand en welke invloed de fijnheid van het zand daarbij heeft. Voor dit doel werd in het laboratorium van een groot aantal mengsels van klei en zand de consistentie bepaald, zoals door BOEKEL (1959) is beschreven. Hieruit kan worden afgeleid hoe het bij de lichtere gronden gesteld is met de gevoeligheid voor verslemping en bij de zwaardere met hun weerstand tegen mechanische krachten en met hun bewerkbaarheid.

### Wijze van onderzoek

Bij het onderzoek werd gebruik gemaakt van twee zware kleigronden die onder praktijkomstandigheden vaak een zeer slechte structuur hebben, nl. een zeeklei uit het Geestmerambacht en een rivierklei uit de Bommelerwaard.

Enkele fysische en chemische gegevens van deze gronden zijn vermeld in tabel 1.

TABEL 1. Eigenschappen van de gebruikte kleigronden (gehalten in procenten van de droge stof)

Grondsoort	pH-KCl	Org. stof	CaCO <sub>3</sub>	Granulaire samenstelling										
				<16 μ	16 - 50 μ	50 - 75 μ	75 - 105 μ	105 - 150 μ	150 - 210 μ	210 - 300 μ	300 - 420 μ	420 - 600 μ	600 - 850 μ	850 - 1200 μ
zeeklei	7,1	2,9	1,9	59,2	20,7	8,6	3,2	0,9	0,9	0,8	0,3	0,3	0,2	0,1
rivierklei	4,9	3,0	0,0	57,0	19,2	4,4	2,6	4,2	4,1	2,8	1,1	0,8	0,6	0,2

Aanvankelijk was het de bedoeling deze kleigronden te mengen met acht typen zand van verschillende fijnheid (U-cijfers van ongeveer 30, 70, 120 en 200) en van uiteenlopende gelijkmatigheid\* (een hoge gelijkmatigheid, aangeduid als type A en een lagere, als type B). In bijna alle gevallen moesten hiertoe twee of meer zandgronden, of bepaalde subfracties daaruit, worden vermengd in tevoren berekende verhoudingen. Door gebrek aan een voldoende hoeveelheid van bepaalde subfracties, voornamelijk van 75-105 en 105-150 μ, konden twee typen niet worden samengesteld, nl. die met een U-cijfer van 70 en 120 met een hoog gelijkmatigheidspercentage. De granulaire samenstelling van de overige zes typen zand is weergegeven in figuur 1.

De aan de lucht gedroogde, fijngemaakte en door een zeef met maaswijdte 0,6 mm gezeefde kleigrond werd met zodanige hoeveelheden van de typen zand gemengd, dat het gehalte aan afslibbare delen afnam tot resp. 45, 35, 25 en 15%.

\* Het begrip „gelijkmatigheid” dient ter onderscheiding van zandmonsters met gelijk U-cijfer en met verschillende verdelings- en sommeringskrommen. Met het gelijkmatigheidspercentage wordt de gelijkmatigheid door één enkel cijfer weergegeven. Het is het grootste percentage aan een subfractie, waarvan de grenzen der korrelgrootten zich verhouden als 1:2 (zie normaalblad N 209, 210 en 213).

## INVLOED BEZANDING OP CONSISTENTIE VAN KLEIGRONDEN

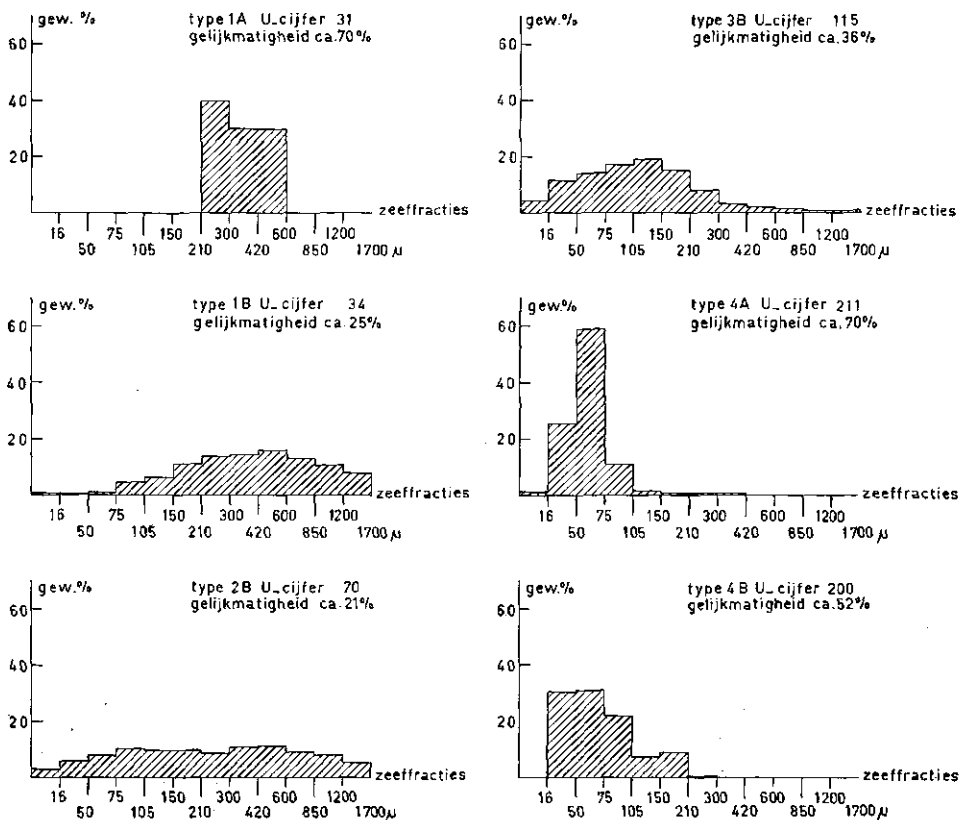


FIG. 1. Verdeling der subfracties van de gebruikte typen zand

Bij de berekening van de mengverhoudingen werd gemakshalve voor beide kleigronden het oorspronkelijke gehalte aan afslibbare delen op 60% gesteld en geen rekening gehouden met een geringe hoeveelheid slibfractie, aanwezig in sommige gebruikte zandgronden.

Van de op deze wijze verkregen mengsels werd uitrolgrens, vloeigrens en vochtgehalte bij pF 2 („veldcapaciteit”) bepaald (BOEKEL 1959).

### Invloed van bezanding op de gevoeligheid voor verslemping

De weerstand van een grond tegen de dispergerende werking van water komt in het veld tot uiting in de mate van oppervlakkige verslemping; de weerstand tegen plastische vervorming van een natte bovengrond in de mate waarin de bouwvoor ineengezakt is.

Een maat voor deze weerstand wordt gevonden door vergelijking van de veldcapaciteit en de vloeigrens. Bij een grote weerstand tegen structuurverval onder natte omstandig-

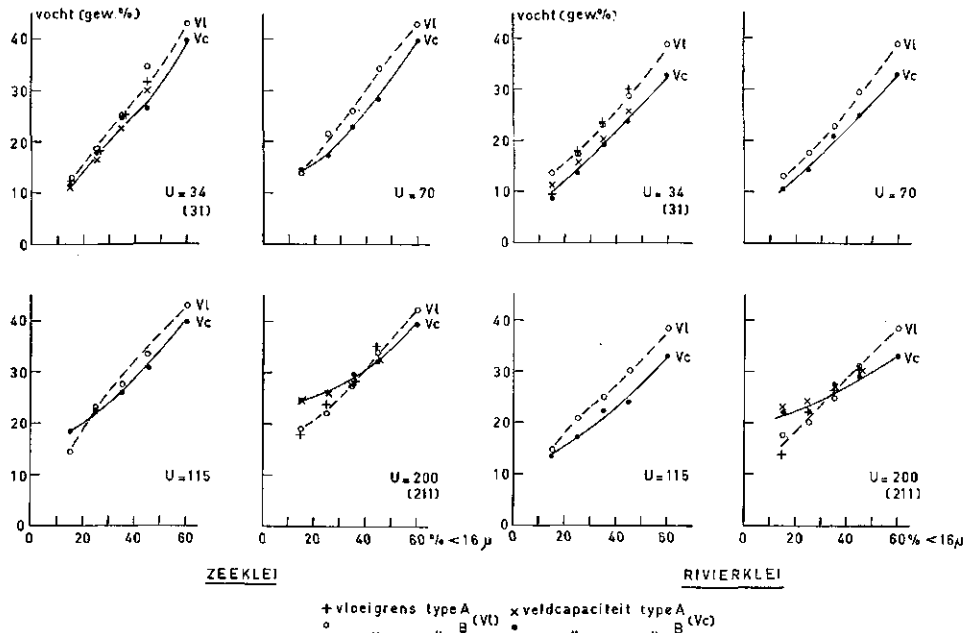


FIG. 2. Verandering van vloeigrens en veldcapaciteit na menging met zand

heden zal in het algemeen de veldcapaciteit ver beneden de vloeigrens liggen. Is de vloeigrens van een grond weinig groter dan of gelijk aan zijn veldcapaciteit, dan betekent dit dat hij onder natte omstandigheden gemakkelijk ineen zal vloeien.

De verandering van de vloeigrens en de veldcapaciteit na vermenging met verschillende hoeveelheden zand is weergegeven in figuur 2. Daaruit blijkt in de eerste plaats dat bij de zeeklei zonder zand de veldcapaciteit niet veel lager ligt dan de vloeigrens, hetgeen erop wijst, dat deze grond onder natte omstandigheden enige neiging tot ineenzakken zal vertonen. Uit ander onderzoek (BOEKEL 1963) is gebleken dat een geringe verslemming kan optreden wanneer het verschil tussen vloeigrens en veldcapaciteit kleiner dan 3 gew. % wordt, terwijl ernstige verslemming voorkomt wanneer de veldcapaciteit groter is dan de vloeigrens. De rivierklei is in dit opzicht minder gevoelig.

Door toevoeging van zand neemt zowel de veldcapaciteit als de vloeigrens duidelijk af, maar naarmate het zand fijner is, wordt de afneming van de veldcapaciteit minder groot dan die van de vloeigrens. Dat heeft tot gevolg dat bij gebruik van een bepaalde hoeveelheid fijn zand de veldcapaciteit gelijk aan of zelfs hoger dan de vloeigrens wordt, hetgeen op een grote gevoeligheid voor verslemming wijst. Ter voorkoming van ernstige verslemming zal men bij gebruik van fijn zand minder zwaar moeten bezanden dan bij gebruik van grof zand. Uiteraard spelen daarbij ook andere factoren die van invloed zijn op de gevoeligheid voor verslemming (kalktoestand, gehalte aan organische stof) een rol.

Verskil in gelijkmatigheid van het gebruikte zand heeft geen duidelijke invloed uitgeoefend op de bepaalde fysische eigenschappen.

## INVLOED BEZANDING OP CONSISTENTIE VAN KLEIGRONDEN

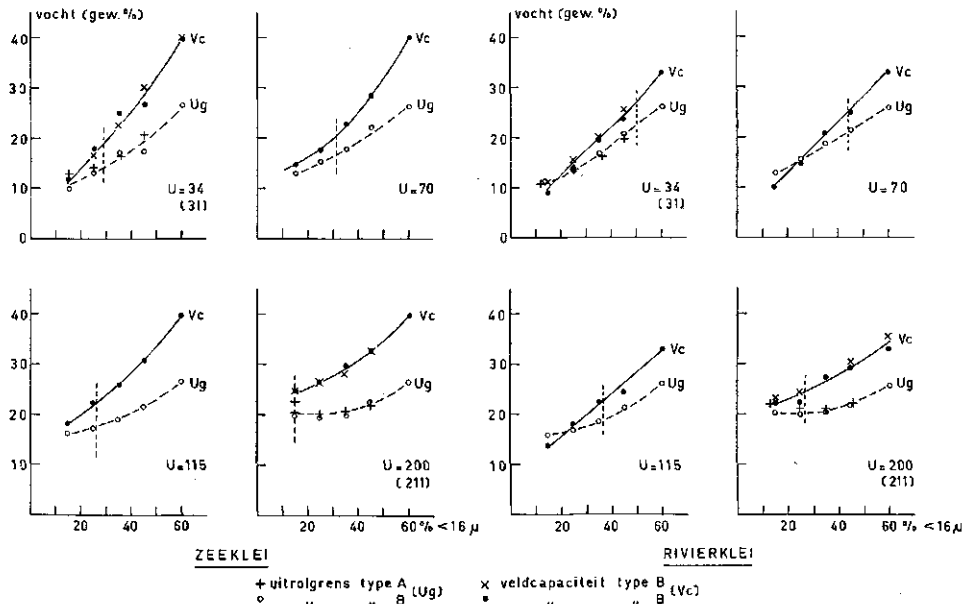


FIG. 3. Verandering van uitrolgrens en veldcapaciteit na menging met zand

### Invloed van bezanding op de weerstand tegen mechanische krachten

De weerstand van de grond tegen plastische vervorming en tegen verdichting door mechanische krachten – en in zeker opzicht ook de verkruijmelbaarheid van de grond – kunnen worden gekarakteriseerd door de uitrolgrens en de veldcapaciteit (vochtgehalte bij pF 2). Is de veldcapaciteit veel hoger dan de uitrolgrens, dan wijst dat op een geringe weerstand en een slechte verkruijmelbaarheid. Een dergelijke grond op veldcapaciteit is plastisch en moeilijk te verkruijmeljen. Dit is het geval bij de onbehandelde zee-klei en in mindere mate bij de rivierklei. Is de veldcapaciteit niet of weinig hoger dan de uitrolgrens, dan heeft de grond een behoorlijke weerstand en kan gemakkelijk worden verkruijmeld.

In het in de inleiding genoemde onderzoek (BOEKEL 1963) is onder meer aangenomen, dat voor een goede verkruijmeling en voor het tegengaan van vervorming en verdichting een verschil van ten hoogste 4 gew. % tussen beide vochtgehalten mag bestaan. Wanneer aangenomen wordt dat deze maatstaf ook geldt voor de kunstmatige grondmengsels, dan kan uit de resultaten van dit onderzoek (zie fig. 3) worden afgeleid dat in alle gevallen door sterkere bezanding de ligging van de veldcapaciteit ten opzichte van de uitrolgrens gunstiger wordt. Dit is in overeenstemming met de opgedane ervaringen. Van belang is ook dat er een duidelijke invloed van de fijnheid van het zand op de weerstand tegen vervorming en verdichting door mechanische krachten en de verkruijmelbaarheid van de grond kan worden aangetoond. Wordt in de grafieken van figuur 3 het kritieke verschil in vochtgehalte (Vc-Ug) van 4 gew. % aangegeven (gedeelte van

de stippellijn tussen de krommen Vc en Ug), dan blijkt duidelijk bij de rivierklei maar ook wel bij de zeeklei, dat naarmate het zand fijner wordt, dit kritieke verschil bij een lager gehalte aan afslibbare delen zal worden gevonden. In onderstaande tabel wordt een en ander nog eens samengevat.

U-cijfer van het zand	34	70	115	200
% afslibbare delen moet kleiner zijn dan:				
voor zeeklei	29	31	26	15
voor rivierklei	50	45	36	27

Met de fijnere typen zand zal dus sterker moeten worden bezand dan met de grovere om uit het oogpunt van stabiliteit en verkrumelbaarheid een gunstig resultaat te mogen verwachten.

De gelijkmatigheid van de fractieverdeling van het gebruikte zand blijkt ook op dit punt van geen betekenis te zijn.

### Bespreking van de resultaten

Uit het voorgaande is reeds duidelijk geworden dat men bij het bezanden, gezien uit het oogpunt van verslemping en weerstand tegen mechanische krachten, aan bepaalde grenzen gebonden is. Vooral bij gebruik van fijnere zandsoorten zullen de mogelijkheden beperkter zijn. Een overmaat van dergelijk zand kan ernstige moeilijkheden door verslemping opleveren, terwijl men ter verbetering van de verkrumelbaarheid juist niet gauw teveel geeft.

Het is dus van belang de grenzen van het gehalte aan afslibbare delen vast te stellen, waarbinnen zowel de weerstand tegen mechanische krachten als die tegen water zo gunstig mogelijk wordt. Combinatie van beide structuuraspecten in één figuur kan hierbij behulpzaam zijn (figuur 4). De lijn M geeft de kritieke grens aan met betrekking tot de verkrumelbaarheid en de vervorming en verdichting door mechanische krachten. In het gebied rechts van deze lijn liggen de gronden, waarvan de veldcapaciteit meer dan 4 gew. % boven de uitrolgrens ligt en die volgens het voorgaande dus geen voldoende weerstand en verkrumelbaarheid hebben. Lijn V geeft de kritieke grens met betrekking tot de gevoeligheid voor verslemping aan. Bij de links van deze lijn gelegen gronden ligt de veldcapaciteit boven de vloiegrens, zodat men daar ernstige verslemping kan verwachten. Het gebied begrensd door de X-as en de lijnen M en V tot hun snijpunt S omvat de punten die een goede weerstand tegen mechanische krachten en tegen water aangeven.

Duidelijk blijkt uit deze figuur dat bij toenemende fijnheid van het zand het traject waarbinnen het uiteindelijke gehalte aan afslibbare delen moet liggen, kleiner wordt. De rivierklei biedt in dit opzicht wat ruimere mogelijkheden dan de zeeklei.

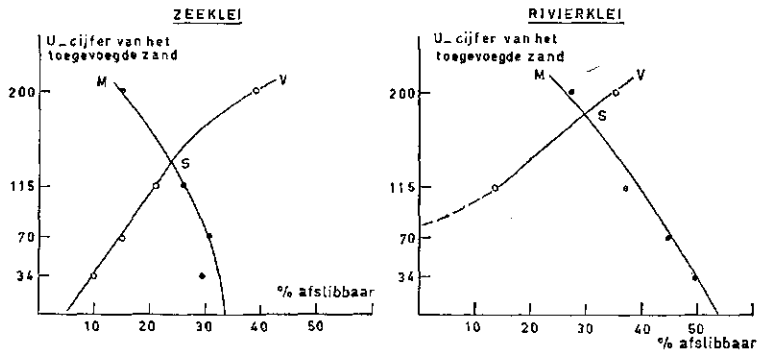


FIG. 4. Kritieke grenzen van het gehalte aan afslibbare delen met betrekking tot verkruimelbaarheid (M) en gevoeligheid voor verslamping (V) bij bezanding met zand van verschillende fijnheid

Welk punt binnen het in figuur 4 begrensde gebied optimaal is, hangt af van de betekenis van de beide in beschouwing genomen structuuraspecten. Is het b.v. erg belangrijk een grond met een goede bewerkbaarheid te hebben, terwijl de gevoeligheid voor verslamping niet zo'n grote rol speelt (b.v. bij percelen met poot aardappelen), dan moet men binnen de driehoek zo ver mogelijk links van lijn M proberen te komen. Wanneer men echter verslamping zoveel mogelijk wil voorkomen en een wat slechtere bewerkbaarheid geen bezwaar is, moet men binnen de driehoek zo ver mogelijk rechts van lijn V trachten te geraken. In het algemeen zal men in dit opzicht de gunstigste resultaten krijgen bij gebruik van grof zand.

Overigens moet erop worden gewezen dat aan de hand van de resultaten van dit onderzoek niet zonder meer een uitspraak kan worden gedaan over andere problemen op het gebied van de bodemstructuur. In dit verband wordt genoemd de kans op het ontstaan van zg. betonstructuren, een verschijnsel waarvoor men vooral op de rivierkleigronden nogal beducht is. De mening wordt wel geuit dat bij toepassing van te grof zand het ontstaan van betonstructuren in de hand gewerkt zou worden. Deze mening berust vaak op de veronderstelling dat de grove zanddeeltjes in de grofzandige (lichte) kleigronden zich gedragen als grind in beton (MASCHHAUPT 1926). Volgens onderzoeken van HOOGHOUTD was de hardheid gemeten aan gedroogde grond in dichte packing, bij grofzandige kleigrond kleiner dan bij fijnzandige (HOOGHOUTD 1950). Ook volgens de resultaten van ons onderzoek, waaruit bleek dat de weerstand van de grond tegen dispergerende en mechanische krachten toeneemt bij het grover worden van het zand, kan worden verwacht dat grofzandige kleigronden in het algemeen minder zullen worden verdicht en bij uitdroging minder hard zullen worden dan fijnzandige. Het is niet onmogelijk dat het hard worden van grofzandige rivierkleigronden, dat in de praktijk nogal eens wordt waargenomen, aan andere oorzaken moet worden toegeschreven. Dit zal nader moeten worden onderzocht.

## Samenvatting en conclusies

Het gehalte aan afslibbare delen van een zeeklei en een rivierklei werd verlaagd door toevoeging van zand van verschillende fijnheid. Consistentie-onderzoek van de aldus verkregen klei-zandmengsels leidde tot de volgende conclusies.

- a. De weerstand van de grond tegen water vermindert bij afnemend gehalte aan afslibbare delen. Kans op verslemping neemt dus toe. Naarmate het gebruikte zand fijner is, is het gevaar voor verslemping groter.
- b. De weerstand tegen vervorming en verdichting door mechanische krachten en de verkruiembaarheid van de grond nemen toe bij afnemend gehalte aan afslibbare delen. De grond wordt dus minder goed samendrukbaar en in het algemeen beter bewerkbaar. Het effect van grof zand is groter dan van fijn zand.
- c. Uit de combinatie van beide structuuraspecten volgt, dat bij het gebruik van de fijnere zandsoorten voor bezanding de mogelijkheden beperkter zijn en voorzichtigheid geboden is. Dit geldt in sterkere mate voor de zeeklei dan voor de rivierklei. Voor beide kleigronden worden de grenzen voor het U-cijfer van het te gebruiken zand en voor het uiteindelijke gehalte aan afslibbare delen aangegeven.

## Literatuur

1. BOEKEL, P., Evaluation of the structure of clay soils by means of soil consistency. Meded. van de Landbouwhogeschool en de opzoekingsstations van de Staat te Gent. 24, 1959, 363-368.
2. ——— Invloed van de zwaarte op enkele fysische eigenschappen van de grond. *Landbouwk. Tijdschr.* 75 (1963) 11 (juni) 507-518.
3. GROOTENHUIS, J. A., Zwaarte van de grond en stikstofbehoefte van suikerbieten. Landbouwkundig Onderzoek in de Noordoostpolder, 1961, 53-67.
4. HOOGHOUTD, S. B., Bijdragen tot de kennis van enige natuurkundige grootheden van de grond. No. 10: De drukvastheid, de buigvastheid, de slagbuisvastheid, de trekvastheid en de hardheid van gronden in gedroogde toestand I. *Versl. Landbouwk. Onderz.* 56, 3 (1950).
5. MASCHHAUPT, J. G., De praktische beteekenis van het mechanisch grondonderzoek. *Landbouwk. Tijdschr.* 38 (1926) 57-67.
6. VOLLEMA, J. en H. HRBMA, De zwaarte van de Noordfriese kleigronden en de bedrijfsuitkomsten in de akkerbouw. Rijkslandbouwconsulentschap voor noordelijk Friesland. Coöp. Centr. Landbouwboekhouding, 1963.

Groningen, januari 1964