

NN31545.0320

INSTITUUT VOOR CULTUURTECHNIEK EN WATERHUISHOUDING

NOTA 320, d. d. 11 november 1965

Bodemverdichting als gevolg van de wijze van  
uitvoering van grondverbeteringswerkzaamheden

dr. ir. F. A. M. de Haan en ir. G. P. Wind

BIBLIOTHEEK DE HAAFF  
Droevendasiseesteeg 3a  
Postbus 241  
6700 AE Wageningen

---

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.

---

mfu820



Bodemverdichting als gevolg van de wijze van uitvoering van grondverbeteringswerkzaamheden

dr. ir. F.A.M. de Haan en ir. G.P. Wind\*

Het doel van grondverbetering is gelegen in het scheppen van gunstiger groeiomstandigheden voor de plant, voorzover deze door bodemeigenschappen worden bepaald. Het zwaartepunt ligt hierbij meestal in een verbetering van de fysieke groeivoorwaarden (water- en luchthuishouding, bewortelbaarheid), aangezien deze in de uitgangstoestand veelal in het minimum verkeren. Ook aan de verbetering van de bewerkbaarheid van de grond wordt de laatste tijd veel aandacht geschonken (HIDDING, 1965). Uiteraard dient bij de te nemen maatregelen niet alleen te worden gestreefd naar een verbetering in vergelijking met de uitgangstoestand maar naar het bereiken van optimale productie-omstandigheden.

De aard van de grondverbeteringsmaatregel kan velerlei zijn en wordt voornamelijk bepaald door de eigenschappen van het uitgangsprofiel. Voornamelijk, aangezien in sommige gevallen de grondverbeteringswerkzaamheden tevens moeten dienen voor het bereiken van andere doeleinden. Soms zelfs zijn deze laatste hoofdzaak en de grondverbetering zelf bijzaak. Zo wordt in veenkoloniale ruilverkavelingen, waarbij wijken gedempt moeten worden, vaak gediëpploegd en afgeschoven op profielen, welke bodemkundig gezien eigen goed, zo niet beter, geschikt zijn om te worden gewoeld. Het is welhaast onvermijdelijk dat door dit afschuiven vanuit de ondergrond bovengeploegd zand het grondverbeteringseffect ten dele wordt teniet gedaan; weliswaar blijft de wijziging van de oorspronkelijke onderlinge ligging der verschillende bodemhorizonten gehandhaafd, doch het effect van breking van storende lagen en vergroting van de waterdoorlatendheid kan in belangrijke mate worden verkleind. In extreme situaties kan een dergelijke combinatie van cultuurtechnische maatregelen dan ook leiden tot een duidelijke verslechtering ten opzichte van de oorspronkelijke toestand. Het spreekt vanzelf dat, wanneer deze mogelijkheid zich voordoet, men zich dient af te vragen of de voordelen van de (op deze wijze) gedempte wijk nog wel opwegen tegen de oogstdervingen voortvloeiend uit een verkeerde bodembehandeling na de diepè grondbewerking.

\* Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding te Wageningen.



Foto 1: Over-egalitatie in ruilverkaveling Veendam-Wildervank.  
Kleurverschil is gevolg van verschil in vochtgehalte.

Echter niet alleen voor het dempen van wijken en sloten wordt afschuiven van grond toegepast, doch veelvuldiger nog met het doel om over geringe afstand voorkomende hoogteverschillen op te heffen. Het effect van deze grondverbeteringsmaatregel werd uitvoerig bestudeerd door OTTO (1959) waarbij het nut van egalisatie evident bleek voor die gevallen, waarin de hoogteverschillen aanzienlijk en de onderlinge afstanden klein zijn. Op basis van hun onderzoekingen komen WIND en BOS (1964) tot de conclusie dat egalisatie van bouwland slechts verantwoord is wanneer én de lage delen regelmatig te nat én de hoge delen regelmatig te droog zijn. In dit licht gezien is het dan ook verwonderlijk, dat in de Veenkoloniën op grote schaal egalisatiewerkzaamheden worden verricht daar in dit gebied, incidentele situaties daargelaten, egalisatiebehoefte op basis van bovengenoemde criteria niet of nauwelijks aanwezig is. Foto 1 (genomen in de ruilverkaveling Veendam-Wildervank) geeft een duidelijk beeld van over-egalisatie, waarbij slechts als uiteindelijk doel lijkt voor te staan om het land glad als een biljartlaken aan de boer op te leveren. Na diepploegen is de ligging van het land inderdaad onregelmatig, doch deze onregelmatigheden op korte afstand zijn op eenvoudiger en minder kostbare wijze op te heffen dan door het inzetten van zware werktuigen. Zo werd dit probleem bij toepassing van de brede woeler op bedredigende wijze opgelost door aan het werktuig een verzwaarde eg te koppelen; hierdoor kan het land voldoende effen worden opgeleverd voor uitvoering van de normale grondbewerking. Op diepploegkavels is, voornamelijk in verband met het dichten van de eindvoor, enig grondverzet vaak onvermijdelijk. Dit grondverzet dient dan echter tot het minimaal vereiste te worden beperkt.

Afgezien van onnodig gemaakte kosten door overbodig grondverzet dient namelijk ernstig rekening te worden gehouden met een mogelijke verdichting van het bodemmateriaal door een intensief berijden van de grond met zware voertuigen. In het navolgende worden de resultaten van enkele voorlopige onderzoekingen weergegeven, die er op wijzen dat het gevaar voor een dergelijke bodemverdichting niet geheel denkbeeldig is. Met nadruk zij erop gewezen dat deze data slechts een tendens aangeven. Conclusies met een meer definitief karakter zullen dan ook pas getrokken kunnen worden wanneer het onderzoek, dat omtrent deze bodemverdichting wordt uitgevoerd, een beter inzicht heeft verschaft in enkele met het probleem samenhangende vraagstukken.

### Aanleiding tot het onderzoek

Bij een aantal grondverbeteringsobjecten in de Veenkoloniën blijkt het resultaat beneden de verwachtingen te blijven; in een enkel geval werd zelfs een toestand gecreëerd, die duidelijk minder verkieslijk is dan de situatie vóór het ingrijpen. Ondanks een vrij behoorlijk ontwateringssysteem komt langdurige wateroverlast voor. Er kan nauwelijks enig verband worden gelegd tussen het tijdstip van uitvoering (in verband met de weersgesteldheid) en het resultaat. Dit wijst erop dat een eventueel werken onder te natte omstandigheden, welks effect werd bestudeerd door KOENIGS (1964) en v.d. MEER en WILLET (1964) in deze gevallen niet de hoofdoorzaak van het slechts matige resultaat kan zijn. Bij vrijwel al deze objecten blijkt grondverzet te hebben plaatsgehad, hetzij voor het dempen van wijken, hetzij voor egalisatie.

Op een perceel, dat zes weken voor het tijdstip van meting werd gediëpploegd, werd met behulp van een penetrometer een relatief dichte laag aangetroffen op een diepte van 25-50 cm. Deze verdichting werd verondersteld te zijn veroorzaakt doordat het perceel na het diepploegen veelvuldig werd bereiden met zware machines. In de bovenste 25 cm was de verdichting opgeheven door de normale grondbewerking in verband met de inzaai van lupine. De vochttoestand van de grond tijdens de uitvoering, van de werkzaamheden was gunstig.

Met opzet werd tot op heden de term 'samendrukking' vermeden; de verdichting is dusdanig dat men deze zich moeilijk voor kan stellen als het gevolg van een zuiver samendrukkende werking, temeer daar de druk (in  $\text{kg/cm}^2$ ) van de gebruikte machines slechts gering is. De oorzaak van de verdichting dient dan ook veel eerder te worden gezocht in een vast-trillen van het oorspronkelijk losse bodemmateriaal. Het gewicht van de trillingsbron speelt dan waarschijnlijk een veel grotere rol in verband met de trillingsoverdracht op de grond dan in verband met een directe samendrukkende werking. Op deze wijze kan ook het tot stand komen van een verdichting onder droge omstandigheden worden verklaard; in laboratoriumproeven werd droog, los zand met behulp van een triltafel in een minuut verdicht van een porienvolume van 40% tot 30%.

Op basis van de bovenbeschreven veronderstelling werd een proef opgezet, waarbij metingen werden verricht in de wel en niet met een caterpillar D6 bereiden gedeelten van een diepploegkavel in de ruilverkaveling Veendam-Wildervank. Er werden waarnemingen verricht omtrent de

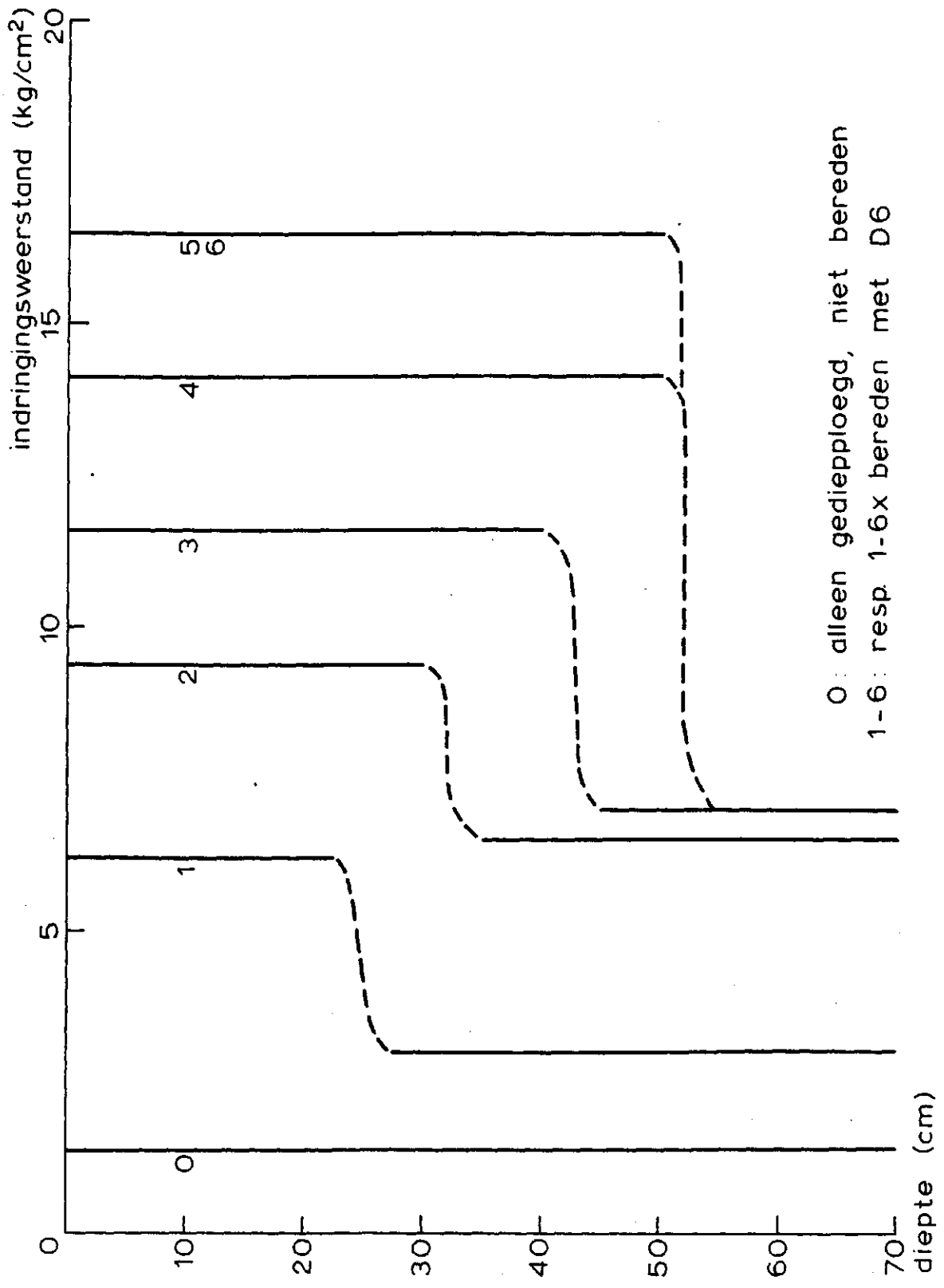
indringingsweerstand, het poriënvolume en de verzadigde waterdoorlatendheid.

#### 1) De indringingsweerstand

Deze werd gemeten met behulp van een penetrometer; hierbij wordt een conusvormig stalen lichaam van bekende oppervlakte in de grond gedrukt; de hiervoor benodigde kracht is direct op een manometer afleesbaar. Penetrometerwaarnemingen werden gedaan in de losse grond en na 1 t/m 6 maal berijden met een D6. De metingen werden uitgevoerd in de sporen van de rupsen. Een oriënterend onderzoek gaf, afgezien van de bovenste 5-10 cm geen waarneembaar verschil te zien in de verdichting tussen de sporen en in de sporen.

De resultaten zijn weergegeven in figuur 1, waarin iedere lijn het gemiddelde van 15 waarnemingen vertegenwoordigt. Terwijl de indringingsweerstand in het losse materiaal ongeveer  $1 \frac{1}{2} \text{ kg/cm}^2$  bedroeg is deze na 1 x berijden in de bovenste 25 cm toegenomen tot ruim  $6 \text{ kg/cm}^2$ , daaronder tot  $3 \text{ kg/cm}^2$ . Voor 2 x berijden nam deze weerstand zowel in de boven- als ondergrond nog belangrijk toe, namelijk tot  $9 \frac{1}{2}$  en  $6 \frac{1}{2} \text{ kg/cm}^2$  respectievelijk. Bij de daarop volgende gangen bleek de weerstand in de ondergrond (op een diepte van 50-70 cm) nauwelijks verder toe te nemen; in de bovengrond liep de weerstand echter geleidelijk op tot  $16 \frac{1}{2} \text{ kg/cm}^2$  na 5 gangen, terwijl ook de diepte, waarover het verdichtingseffect waarneembaar was geleidelijk toenam tot 50 cm. Na de vijfde gang waren eventuele veranderingen niet op deze wijze aantoonbaar.

Het is dus duidelijk dat een aanzienlijke verdichting van het bodemmateriaal is opgetreden. Vooral nog werd niet voldoende ervaring opgedaan om een praktisch gerichte interpretatie van deze absolute weerstandgegevens te rechtvaardigen. Vermeld zij slechts dat een diepploegde grond van vergelijkbare samenstelling met een gerenommeerd slechte doorlatendheid indringingsweerstandenvoortoonde in de orde van grootte van  $20-25 \text{ kg/cm}^2$ .



0 : alleen gediëpplagd, niet bereiden  
 1-6 : resp. 1-6x bereiden met D6

## 2) Het poriënvolume

Op een onderlinge afstand van 3 meter werden in het bereden en onbereden deel twee evenwijdige sleuven gegraven voor bemonstering van de grond ten behoeve van poriënvolume- en doorlatendheidsmetingen. Drie soorten materiaal werden voor dit doel bemonsterd, namelijk de oorspronkelijke bouwvoor, bruin zand uit de ondergrond en geel zand uit de ondergrond. Enkele gegevens omtrent humusgehalte en korrelgrootteverdeling worden vermeld in tabel 1. Bij de monsternamen werd nauwkeurig gelet op een goede vergelijkbaarheid, zowel wat bemonsteringsdiepte als samenstelling van de monsters betrof. Per materiaal en behandelingen werden voor elk der metingen 20 monsters genomen.

De gemiddelde waarden van de poriënvolumina zijn weergegeven in tabel 2. De standaardafwijking bedroeg 5%. Tengevolge van het berijden blijkt het poriënvolume te zijn gedaald met 6-10 volumeprocenten. Het is voor de hand liggend dat de mate van verdichting gecorreleerd is met de waarde van het poriënvolume vóór berijden; zo bedroeg de daling voor het bouwvoor-materiaal (uitgang 57%) 10%, voor het gele zand (uitgang 43%) 6 %.

Het bruine zand werd dusdanig verdicht dat de critieke grens voor doorwortelbaarheid (een poriënvolume van 40% volgens HIDDING en v.d. BERG, 1961) wordt benaderd. Bij het gele zand is deze grens al ruimschoots overschreden, zodat verwacht moet worden dat de in het profiel voorkomende banen van geel zand tot op ca. 50 cm voor plantenwortels niet meer toegankelijk zijn.

De afname van het verdichtingseffect met de diepte komt ook in de poriënvolumegegevens duidelijk tot uiting. Het gele zand werd bij beide behandelingen bemonsterd op dieptes van 20-30 cm en 60-70 cm. Op het bereden deel is het poriënvolume in de ondergrond 4,5 % hoger dan in de bovengrond (vergelijk ook figuur 1).

## 3) De verzadigde waterdoorlatendheid

Resultaten van doorlatendheidsmetingen (wederom als gemiddelde van 20 bepalingen) zijn weergegeven in tabel 3. Hierbij dient te worden opgemerkt dat de spreiding van de afzonderlijke waarden aanzienlijk groter was dan bij de poriënvolume-metingen, doch wel van dien aard dat een middeling van de gegevens verantwoord is.

Alhoewel de verkleining van de doorlatendheid door berijden voor



Tabel 1: Gehalte aan organische stof en korrelgrootteverdeling van de minerale fractie van de drie bemonsterde materialen

materiaal	% org. stof	gewichts %									
		<10 $\mu$	10-20 $\mu$	20-50 $\mu$	50-75 $\mu$	75-105 $\mu$	105-150 $\mu$	150-210 $\mu$	210-300 $\mu$	>300 $\mu$	
oorspr. bouw-											
voor	10,2	1,3	1,4	3,4	5,2	14,8	31,4	26,2	10,2	5,9	
bruin zand	1,6	0,6	1,2	2,0	4,6	16,8	32,0	25,8	9,9	6,8	
geel zand	0,5	0,2	0,6	1,3	3,5	14,7	31,7	27,1	9,7	11,1	

Tabel 2: Verkleining van het poriënvolume van verschillende materialen  
ten gevolge van berijden met een D6

aard materiaal	diepte monstername (cm)	poriënvolume %	
		onbereden	bereden
oorspr.bouwvoor	10-15	57,1	47,9
bruin zand	10-15	48,8	41,2
geel zand	20-30	42,7	36,6
	60-70	42,3	41,1

Tabel 3: Verzadigde waterdoorlatendheid vóór en na berijden met een D6

aard materiaal	diepte monstername (cm)	K-factor, m/etm	
		onbereden	bereden
oorspr. bouwvoor	10 - 15	7,9	0,46
bruin zand	10 - 15	10,8	4,2
geel zand	20 - 30	4,2	2,5
	60 - 70	4,4	4,3

alle onderzochte materialen sprekend is blijft de doorlaatfactor voor het bruine en gele zand voldoende hoog, zodat hier geen directe moeilijkheden met de waterafvoer behoeven te worden gevreesd. Anders is dit met de vroegere bouwvoor; hiervan is de K-factor zo laag geworden dat met stagnatie van het watertransport rekening moet worden gehouden.

De afname van het verdichtingseffect met de diepte komt ook in deze gegevens tot uitdrukking (vergelijk K-factoren van het gele zand).

#### Samenvatting en conclusie

Zoals vastgesteld kon worden aan de hand van penetrometerwaarnemingen gaf berijden met een D6 yan een veenkoloniaal diepploegprofiel bestaande uit alternerende schuinstaande banen van oorspronkelijk bouwvoormateriaal en veen, bruin zand en geel zand, een duidelijk verdichtingseffect tot een diepte van  $\pm$  50 cm. Deze verdichting kwam ook tot uiting in poriënvolume- en doorlatendheidsgegevens. Aangaande de laatste twee grootheden zij opgemerkt, dat het effect als beschreven enigszins overtrokken is, aangezien de waarden in het onbereden losse materiaal ook door het bezakken van de grond en de normale bewerking enigermate zullen wijzigen.

Ofschoon de absolute meetwaarden na berijden over het algemeen geen directe aanleiding tot ongerustheid lijken te geven, dient men toch te beseffen dat het beschouwde profiel in een weinig gewenste toestand is gebracht: van de drie betrokken bodemmaterialen is er een matig doorlatend, een ander ondoorwortelbaar geworden. Dit wijst erop dat voor bedoeld profiel het berijden met zware werktuigen tot het uiterste dient te worden beperkt; indien berijden onvermijdelijk is lijkt het gewenst aan het losmaken van intensief bereden percelen of perceelsgedeelten aandacht te schenken. Dat dit tot op heden voor de veenkoloniale gronden in het geheel niet gebeurde wekt temeer bevreemding wanneer men bedenkt, dat aan een nieuw ontworpen woeler een speciale tand werd geconstrueerd voor het losmaken van slechts éénmalig bereden bodemmateriaal.

Literatuur

- HIDDING, A.P. en C. VAN DEN BERG. 1961. The relation between pore volume and the formation of root systems in soils with sandy layers. Trans. 7th Int. Congr. Soil Sci. Madison 1.38, 369-373.
- HIDDING, A.P. 1965. Resultaten van een aantal bezandingsproeven. Tijdschr. Kon. Ned. Heidemij, 283-288.
- KOENIGS, F.F.R. 1964. Vochtgehalte bij de bewerking en doorlatendheid van zandgronden. Tijdschr. Kon. Ned. Heidemij, 617-626.
- MEER, K. VAN DER en J.R. WILLET. 1964. The pedomorphological aspects of mechanical soil improvement. Lecture to the 8th Intern. Congr. Soil Science.
- OTTO, W.M. 1959. Grondverbetering op lage zandgronden. Versl. Landbouwk. Onderz. 65.2 : 1-203
- WIND, G.P. en H. BOS. 1964. Egalisatiebehoefte van bouwland. Tijdschr. Kon. Ned. Heidemij : 1-11.