

Bepaling van de drempelwaarde voor de landhoedanigheid "berijdbaarheid" op zandbouwland

F.A. Wopereis

Rapport 196

DLO-Staring Centrum, Wageningen, 1991

INHOUDSOPGAVE

blz.

WOORD VOORAF	7
SAMENVATTING	9
1 INLEIDING	11
2 MATERIALEN EN METHODE	13
2.1 Beschrijving testlokatie	13
2.2 Gegevens trekkercombinatie	13
2.3 Voorbereiding	14
2.4 Berijdbaarheidstest	14
3 RESULTATEN EN DISCUSSIE	17
4 CONCLUSIE	27
LITERATUUR	28
FIGUREN	
1 Trekker met gevulde tank op het hoge deel van het perceel vlak voor de berijdbaarheidstest uitgevoerd werd	14
2 Insporing door trekker in combinatie met volle drijfmesttank op oud maïsland d.d. 7 april 1988 ROC de Cranendonck te Maarheeze. Het profiel bestaat uit een matig dikke gooreerdgrond op Gt VI ontwikkeld in sterk lemig, matig fijn zand.	18
3 Insporing door trekker in combinatie met volle drijfmesttank op oud maïsland d.d. 7 april 1988 ROC de Cranendonck te Maarheeze. Het diep humeuze vergraven profiel is een sterk lemige enkeerdgrond ontwikkeld in matig fijn zand op Gt V*.	18
4 Insporing door trekker in combinatie met volle drijfmesttank op oud maïsland d.d. 7 april 1988 ROC de Cranendonck te Maarheeze. Het profiel bestaat uit een matig dikke beekeerdgrond op Gt III ontwikkeld in sterk lemig, matig fijn zand.	19
5 Insporing door gestrande trekkercombinatie met volle drijfmesttank op oud maïsland d.d. 7 april 1988 ROC de Cranendonck te Maarheeze. Het profiel bestaat uit een matig dikke beekeerdgrond op Gt III ontwikkeld in sterk lemig, matig fijn zand.	19
6 Zicht op het spoor dat de combinatie bij het rijden van hoog naar laag in de grond achterliet, vanaf het punt waar de combinatie vast kwam te zitten	20
7 Indringingsweerstand (n = 10) gemeten tijdens de berijdbaarheidsproef op het maïsland van ROC de Cranendonck. a = hoog, ongestoord b = hoog, ingespoord c = midden, ongestoord d = midden, ingespoord d = laag, ongestoord f = laag, ingespoord	22

blz.

8 Verband tussen vochtgehalte en dichtheid van zwak lemige veldpodzolgrond met 4% organische stof bij verschillende belastingen en volgens de proctorproef (pr.)	23
--	----

TABELLEN

1 Drukhoogten en volumefracties vocht uit de bouwvoor van perceel 26 voorafgaand aan en volgend op de insporingsproef d.d. 7 april 1988 ROC	17
2 Dichtheden en volumefracties vocht tijdens de insporingsproef gemeten naast en in het rijspoor met de daarbij opgetreden verdichting bij de verschillende meetopstellingen in perceel 26	21

WOORD VOORAF

Om structuurbederf van grond te voorkomen, wachten boeren met grondbewerking tot het vochtgehalte in de bouwvoor onder een bepaalde kritische waarde is gedaald. Deze waarde, ook wel drempelwaarde of threshold value genoemd, beïnvloedt de lengte van het groeiseizoen en daarmee de gewas-productie.

Om bij gewasgroeisimulatie rekening te kunnen houden met het effect van uitgestelde grondbewerkingen op de groei en ontwikkeling van een gewas, is het nodig het tijdstip waarop een bepaalde grond zich leent voor de noodzakelijke voorjaarswerkzaamheden te kunnen voorspellen. Daarom is in een praktijksituatie nagegaan, onder welke bodemfysische omstandigheden de bouwvoor van een sterk lemige zandgrond zich, bij een bepaalde bandspanning, bandbreedte en asbelasting, nog net leent voor het uitrijden van drijfmest voor de maïsteelt. Deze praktijkproef is uitgevoerd op het Regionaal Onderzoek Centrum (ROC) de Cranendonck te Maarheeze in Noord-Brabant.

Dank is verschuldigd aan de medewerkers van het ROC en aan collega's van de afdeling Landevaluatiemethoden die genegen waren een dagje hand- en spandiensten te verrichten voor het drempelwaarde-onderzoek.

SAMENVATTING

Het drempelwaarde-onderzoek vormt een deelonderzoek binnen het raamwerk van de kwantitatieve landevaluatie. Om produktieverliezen als gevolg van uitgestelde voorjaarsgrondbewerkingen te kunnen kwantificeren, zijn voor gewasgroeisimulaties gegevens nodig over het tijdstip waarop een grond zich leent voor berijden c.q. bewerken. Dat tijdstip wordt in hoofdzaak bepaald door de vochttoestand in de bouwvoor en is met tensiometers als een drukhoogte vast te leggen. De tensiometerwaarde waar beneden het wel en waar boven het niet verantwoord is (naar het oordeel van de boer) het land te berijden, wordt de drempelwaarde genoemd. Als onderdeel van genoemd drempelwaarde-onderzoek is op het proefbedrijf van het Regionaal Onderzoek Centrum (ROC) de Cranendonck te Maarheeze een berijdbaarheidsproef uitgevoerd op sterk lemig bouwland dat deels onder helling ligt en waarop voor de maïsteelt drijfmest moest worden uitgereden.

In de eigenlijke proef werd een trekker/tank-combinatie met een volle tank (spoelwater) vanaf het hoge deel van het perceel in de richting van het lage deel gereden, langs een vooraf vastgesteld traject. De insporing nam daarbij gaande van hoog naar laag snel toe en overschreed op een gegeven moment naar het oordeel van de bedrijfsleider de grens (drempelwaarde) van wat nog acceptabel is.

Voor de vaststelling van de drempelwaarde is het rekenkundig gemiddelde genomen van de tensiometerwaarden die even hoger en lager dan dit punt op de helling geplaatst stonden en vlak voor de test waren afgelezen. Het gemiddelde bedroeg -60 cm. Voor de extrapolatie van gegevens naar andere zandgebieden zijn bij de proef met de Bush penetrometer indringweerstand gemeten en ringmonsters genomen voor bepaling van de bodemdichtheid en de vochtfractie. Dit onderdeel van de proef verschaftte inzicht in de bruikbaarheid van de penetrometer voor een snelle bepaling in het veld van de berijdbaarheid en voor het aantonen van verdichte lagen. Omzichtigheid is geboden bij de interpretatie van indringingsweerstand verzameld op natte grond kort na berijden.

1 INLEIDING

Op het Regionaal Onderzoek Centrum (ROC) de Cranendonck is een berijdbaarheidstest op bouwland uitgevoerd op 7 april 1988. Deze test was onderdeel van het drempelwaarde-onderzoek voor de kwantitatieve landevaluatie. Doel van deze test was, kwantitatieve gegevens te verzamelen over de mate van berijdbaarheid van zandbouwland, in afhankelijkheid van vochtspanning en vochtgehalte in de bouwvoor. Vooral de drukhoogte in de bouwvoor (in hoge mate bepalend voor de berijdbaarheid) is sterk seizoens- en weersafhankelijk. Om verschillen in berijdbaarheid gedurende het groeiseizoen te kunnen simuleren en kwantificeren zijn gegevens nodig over drukhoogte in relatie tot insporingsdiepte.

2 MATERIALEN EN METHODE

2.1 Beschrijving testlokatie

Het bouwland (perceel 26 van het ROC) waarop de berijdbaarheidstest is uitgevoerd, ligt op de flank van een beekdal vlak achter het gemeentehuis van Maarheeze. Op zeer korte afstand komen hier parallel aan elkaar liggend drie verschillende bodemeenheden voor. Op het hoogste deel van het perceel treft men een zogenaamde matig dikke gooreerdgrond aan; een gooreerdgrond met een cultuurdek van 30-50 cm dikte. Op het lage stuk een matig dikke bekeerdgrond. De smalle onder helling liggende overgangszone is door graafwerkzaamheden voor een gasleiding tot boordiepte humeus en als een vergraven enkeerdgrond getypeerd. Alle drie bodemeenheden zijn ontwikkeld in sterk lemig, matig fijn zand. De bijbehorende grondwatertrappen zijn:

- gooreerdgrond: Gt VI;
- enkeerdgrond: Gt V* (vergraven);
- bekeerdgrond: Gt III.

In het vervolg van dit verhaal worden de bodemeenheden ook wel aangeduid met hoog voor de gooreerd-, middelhoog voor de enkeerd- en laag voor de bekeerdgrond.

2.2 Gegevens trekkercombinatie

De trekker was van het merk Fendt (Farmer 306 LS). De spoorbreedte van de achterwielen hart op hart gemeten was 150 cm. De achterbanden van de trekker hadden een diameter van 147 cm en een breedte van 40 cm. De tankwagen (eenassig) was een Joskin type 7000 van 1986. De tankbanden waren van het merk Rib implement 21/80-20. De formule betekent dat de band een breedte heeft van 21 inch (52 cm) en dat de bandhoogte 80% bedraagt van de bandbreedte; het laatste getal geeft de velgbreedte in inches weer. De banden van de tankwagen hadden een diameter van 125 cm en een bandspanning van ongeveer 0,9 bar.

De totale combinatie is te zien in figuur 1 en had een gewicht van 11 710 kg waarvan 7420 kg op de as van de tankwagen rustte. Op harde ondergrond besloeg het contactvlak tussen wiel van de tankwagen en grond een oppervlakte van ongeveer 0,35 m² per wiel. Bij een aslast van 7420 kg is de wioldruk 104 kPa. Omdat trekker- en tankband niet geheel hetzelfde spoor volgden, bleek per saldo de breedte van het spoor 60 cm te zijn.



Fig. 1 Trekker met gevulde tank op het hoge deel van het perceel vlak voor de berijdbaarheidstest uitgevoerd werd

2.3 Voorbereiding

Als voorbereiding op de proef zijn op het hoge en middelhoge deel enkele weken voor de berijdbaarheidstest op 8 en 18 cm - mv. in zesvoud tensiometers ingebracht. De tensiometer bestaat uit een poreuze cup van fijn keramisch materiaal gevuld met ontlucht water. Als de grond uitdroogt wordt water aan de cup onttrokken tot er evenwicht heerst tussen de druk van het bodemvocht en het water in de cup. Met een speciale drukopnemer kan de onderdruk in de cup en daarmee indirect de heersende onderdruk van het bodemvocht worden gemeten.

De tensiometers op het lage deel zijn 3 weken later geplaatst, omdat dit gedeelte half maart nog goeddeels blank stond. Wekelijks zijn met behulp van een drukopnemer de vochtspanningen in de bouwvoor gemeten en is de bijbehorende grondwaterstand opgenomen. Tevens zijn vochtmonsters genomen in de laag van 5-10 cm - mv. De drukhoogtemetingen zijn op het lage deel nog enige weken voortgezet tot ook dit gedeelte van het perceel volgens de bedrijfsleider redelijk berijdbaar was.

2.4 Berijdbaarheidstest

In de eigenlijke berijdbaarheidstest werd een trekker met volle mesttank van het hoge deel naar het lage deel van het perceel gereden. De te rijden route leidde vlak langs

de drie vaste tensiometeropstellingen die even voor de proefrit nog waren opgenomen. De insporing die de combinatie veroorzaakte is vastgelegd met een reliëfmeter en gerelateerd aan de drukhoogte van dat moment in de bouwvoor. Direct na de berijdingsproef zijn in en vlak naast het spoor op alle drie bodemeenheden indringingsweerstand (Iw 's) gemeten (zie tabel 1 en 2) en ringmonsters genomen voor het bepalen van de vochtfractie en de bodemdichtheid.

De Iw's zijn gemeten in tienvoud met behulp van een Bushpenetrometer voorzien van een conus met een tophoek van 30 graden en een oppervlakte van $1,3 \text{ cm}^2$. Op elk object zijn tevens op 3 diepten ringmonsters genomen in duplo voor bepaling van het droog volumegewicht en massafractie vocht. Door de bedrijfsleider is op grond van de insporing aangegeven waar de grond zijns inziens nog juist wel en waar ze net niet meer berijdbaar was. Dit omslagpunt, ook wel drempelwaarde genoemd, is zo goed mogelijk getraceerd in termen van drukhoogte.

3 RESULTATEN EN DISCUSSIE

De figuren 2 tot en met 5 geven een indruk van de insporing zoals die door de reliëfmeter is vastgelegd. Figuren 2 tot en met 4 hebben respectievelijk betrekking op de objecten "hoog, middelhoog en laag", figuur 5 heeft betrekking op de plek waar de combinatie tenslotte bleef steken. De combinatie liet op het hoge deel (fig. 2) een spoor achter van ongeveer 6 cm diepte. Op het middelhoge deel (fig. 3) bedroeg de insporing 11 cm en op het lage deel (fig. 4) bedroeg de insporing 14 cm. Ongeveer 10 meter voorbij de laatste meetopstelling kwam de combinatie vast te zitten. De insporing bedroeg hier 24 cm (fig. 6) bij een drukhoogte van -8 cm. Tabel 1 geeft een overzicht van de gemeten drukhoogten en grondwaterstanden voor, tijdens en na de insporingsproef en de bijbehorende volumefracties vocht.

Tabel 1 Drukhoogten (cm) en volumefracties vocht uit de bouwvoor van perceel 26 voorafgaand aan en volgend op de insporingsproef d.d. 7 april 1988 ROC

Opname datum	17-3	22-3	5-4	7-4	11-4	14-4	18-4
Dag nr	77	82	96	98	102	105	109
hoog cZn53 op Gt VI							
grondwst. cm - mv.	53	59	85	87			
drukhoogte op -8 cm	-28	-36	-65	-69			
drukhoogte op -18 cm	-26	-34	-58	-58			
volumefractie vocht op -8 cm	0,32	0,34	0,22	0,19			
midden EZa55 op Gt V*							
grondwst. cm - mv.	20	29	62	52	58	64	64
drukhoogte op -8 cm	-8	-12	-44	-48			
drukhoogte op -18 cm	+2	-3	-34	-37			
volumefractie vocht op -8 cm	0,59	0,43	0,37	0,25			
laag cZga55 op Gt III							
grondwst. in cm - mv.				24	30	36	34
drukhoogte op -8 cm				-21	-33	-52	-46
drukhoogte op -18 cm				-10	-16	-41	-36
volumefractie vocht op -8 cm				0,43			

In tabel 2 staat een overzicht van de gemeten dichtheden op de verschillende objecten met bijbehorende volumefracties vocht. Het verschil in dichtheid tussen de monsters genomen naast en onder het spoor kan worden opgevat als een maat voor de verdichting.

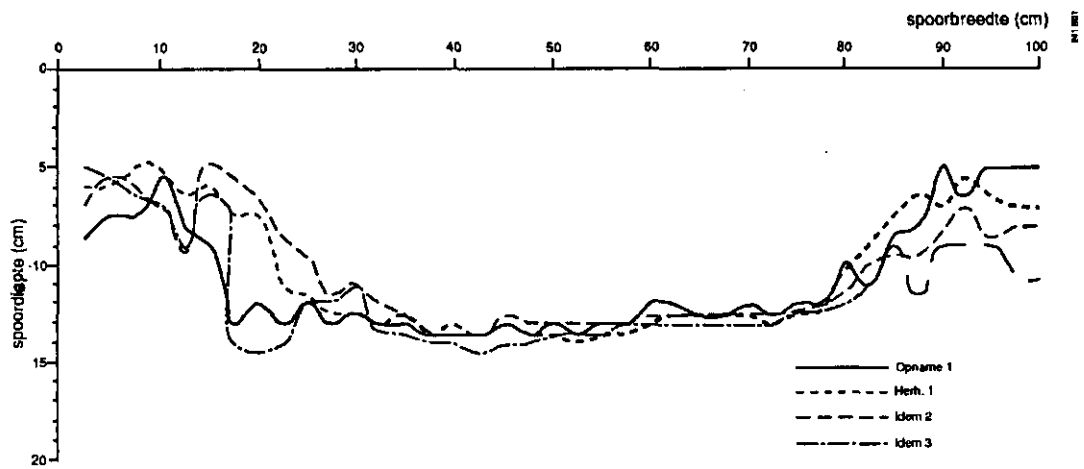


Fig. 2 Insporing door trekker in combinatie met volle drijfmesttank op oud maisland d.d. 7 april 1988 de Cranendonck te Maarheeze. Het profiel bestaat uit een matig dikke gooreerdgrond op Gt VI, ontwikkeld in sterk lemig, matig fijn zand.

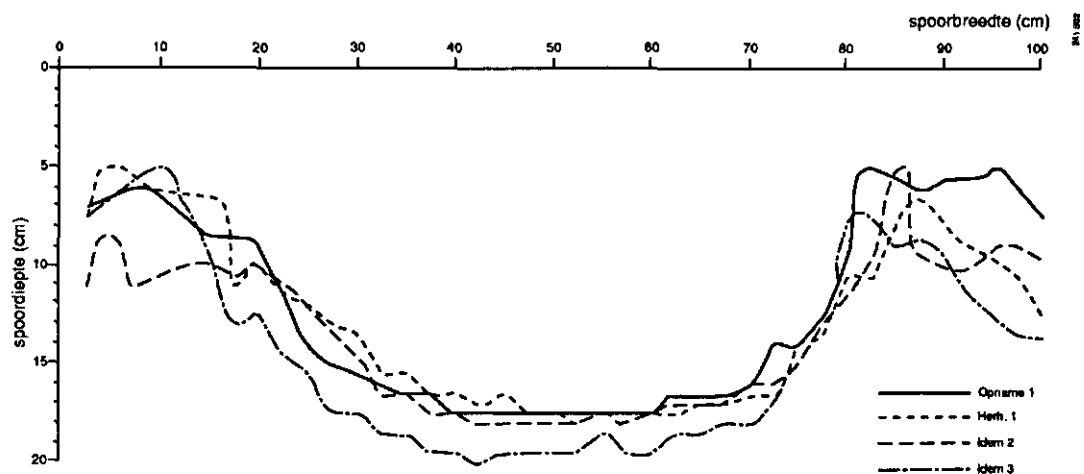


Fig. 3 Insporing door trekker in combinatie met volle drijfmesttank op oud maisland d.d. 7 april 1988 ROC de Cranendonck te Maarheeze. Het diep humeuze, vergraven profiel is een sterk lemige enkeerdgrond, ontwikkeld in matig fijn zand op Gt V*.

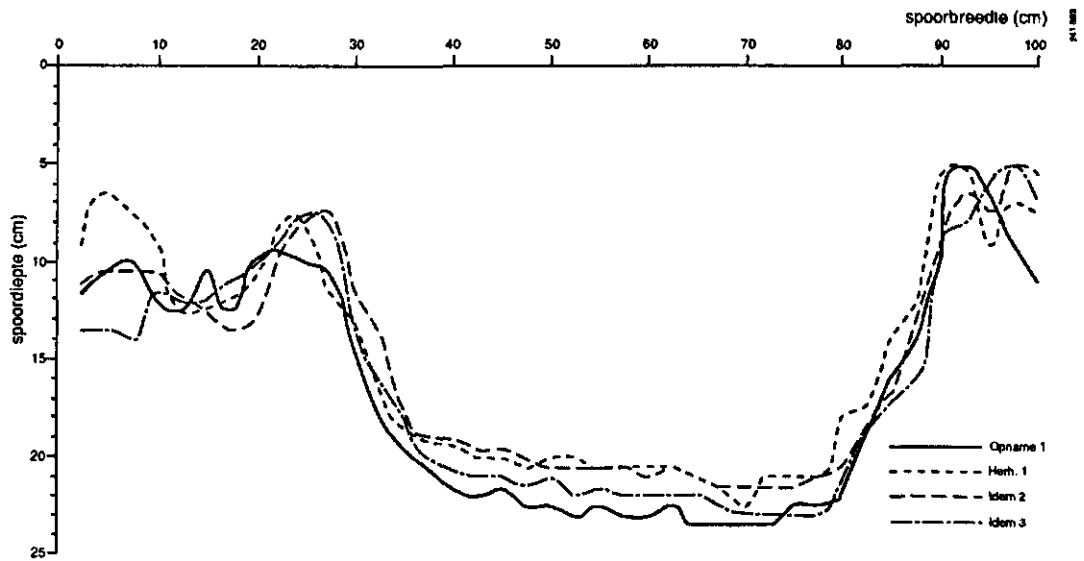


Fig. 4 Insporing door trekker in combinatie met volle drijfmesttank op oud maïsland d.d. 7 april 1988 ROC de Cranendonck te Maarheeze. Het profiel bestaat uit een matig dikke bekeergrond op Gt III, ontwikkeld in sterk lemig, matig fijn zand.

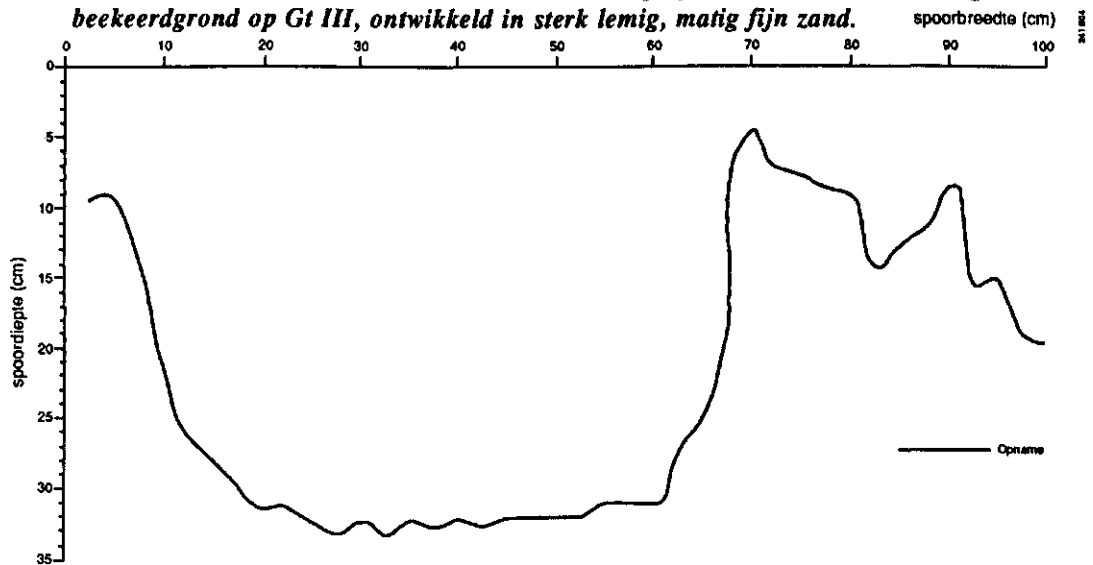


Fig. 5 Insporing door gestrande trekkercombinatie met volle drijfmesttank op oud maïsland d.d. 7 april 1988 ROC de Cranendonck te Maarheeze. Het profiel bestaat uit een matig dikke bekeergrond op Gt III, ontwikkeld in sterk lemig, matig fijn zand.



Fig. 6 Zicht op het spoor dat de combinatie bij het rijden van hoog naar laag in de grond achterliet, vanaf het punt waar de combinatie vast kwam te zitten

Het valt op dat de grond van het middelhoge object in de toplaag veel sterker lijkt te zijn verdicht dan van het hoge object en dat de toplaag van het lage object nauwelijks is verdicht. De verklaring hiervoor is dat elke grond een eigen optimum heeft voor verdichting afhankelijk van het vochtgehalte. Droge grond laat zich moeilijker verdichten dan vochtige, omdat de haakweerstand van het grondskelet dan te groot is. Natte grond is niet verdichtbaar (wel vervormbaar) omdat water niet samendrukbaar is. Kennelijk ligt het optimum voor verdichtbaarheid bij deze grond bij een volumefractie vocht van ongeveer 0,25.

Tabel 2 *Dichtheden en volumefracties vocht tijdens de insporingsproef gemeten naast en in het rijspoor met de daarbij opgetreden verdichting bij de verschillende meetopstellingen in perceel 26*

Diepte (cm)	Dichtheid (kg/m ³)	Volumefr. vocht	Diepte (cm)	Dichtheid (kg/m ³)	Volumefr. vocht	Toename (%)
hoog ongestoord			hoog ingespoord			
02-07	1342	0,14	02-07	1522	0,13	+13
27-32	1524	0,14	27-32	1494	0,15	-2
35-40	1460	0,19	35-40	1586	0,16	+8,5
midden ongestoord			midden ingespoord			
02-07	1326	0,26	02-07	1625	0,24	+22,5
17-22	1521	0,22	17-22	1582	0,19	+4
37-42	1414	0,22	37-42	1532	0,22	+8
laag ongestoord			laag ingespoord			
02-07	1252	0,35	02-07	1270	0,35	+1,5
17-22	1312	0,34	17-22	1402	0,25	+7
27-32	1432	0,25	27-32	1612	0,20	+12,5

In de figuren 7a, c en e is de gemiddelde indringingsweerstand (n = 10) met spreiding weergegeven voor de ongestoorde situatie. De figuren 7b, d en f geven overeenkomstige informatie over de situatie beneden spoorniveau. Het blijkt dat de indringingsweerstand in het trekkerspoor op het object "hoog" over de volle diepte van 50 cm met een nagenoeg gelijk verschil is toegenomen. Voor de objecten "middelhoog en laag" is er in de bovenste 30 cm van het profiel eveneens sprake van een toename van de indringweerstand ten opzichte van de ongestoorde situatie. De toename bedroeg gemiddeld voor:

"hoog"	350 kPa
"middelhoog"	95 „
"laag"	100 „

De indringingsweerstand (Iw) die op het hoge deel met gemiddeld 350 kPa toeneemt heeft zijn grootste toename (ongeveer 500 kPa) tussen 20 en 30 cm onder het spoorniveau. Bij de ringmonsters is er niet over de hele linie een positief effect van belasting op dichtheid. In de tweede bemonsteringslaag op 28 cm diepte waar juist sprake is van een forse toename in Iw werd een terugval in dichtheid gemeten van 2% t.o.v. de uitgangssituatie.

Op het middelhoge object is tot 28 cm beneden spoorniveau sprake van toename in Iw met gemiddeld 235 kPa. Beneden 30 cm onder spoorniveau is sprake van een terugloop in indringingsweerstand met gemiddeld 170 kPa. De dichtheid onder het spoor is in alle 3 bemonsterde lagen hoger dan in de uitgangssituatie. De dichtheid van de derde laag (37-42 cm) is dus niet in overeenstemming met de gemeten Iw's die op deze diepte juist een lagere Iw te zien gaven.

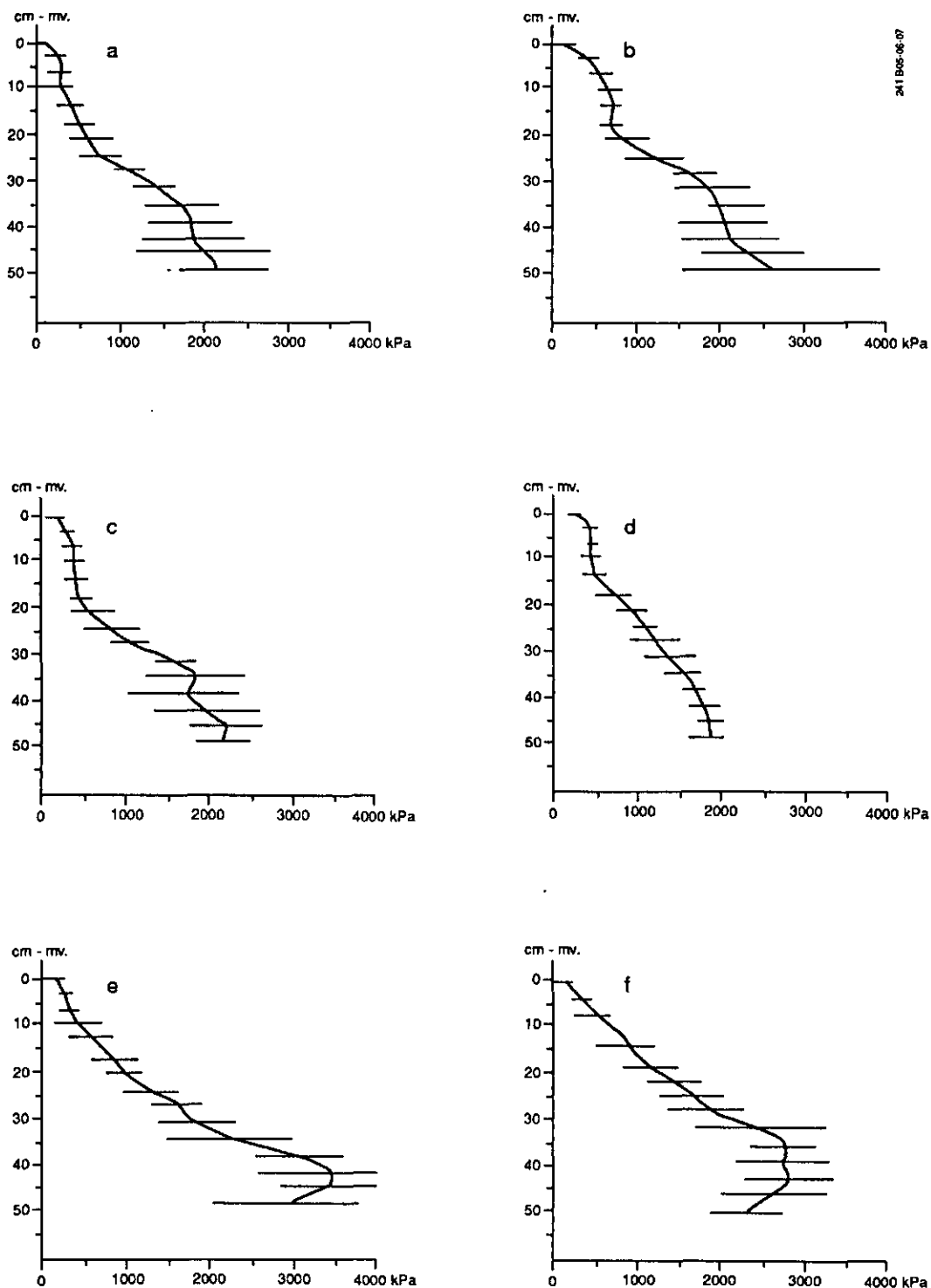


Fig. 7 Indringingsweerstand (n = 10) gemeten tijdens de bereikbaarheidsproef op het maïsland van ROC de Cranendonck.

a = hoog, ongestoord **b = hoog, ingespoord**
c = midden, ongestoord **d = midden, ingespoord**
e = laag, ongestoord **f = laag, ingespoord**

Op het lage object vonden we een soortgelijk effect als op het middelhoge object nl. tot 35 cm een toename in Iw en daarna een forse afname met gemiddeld bijna 600 kPa. Dichtheidsmonsters op het lage deel in de ongestoorde situatie zijn redelijk in overeenstemming met de gemeten Iw's. Evenals de Iw neemt de dichtheid met de diepte toe. Vanwege de hoge grondwaterstand zijn op het lage object geen ringmonsters genomen onder het spoor in het traject waarin de Iw's scherp teruglopen. Dit terugvallen van de Iw is echter waarschijnlijk het gevolg van het voorkomen van een kleilaag vanaf 40 cm. Het hoge lutumgehalte hiervan zorgt onder natte omstandigheden voor een smerende werking en dus voor een lage Iw bij een overigens hoge dichtheid (1806 kg/m^3).

Een verklaring voor het verschillend gedrag van grond bij dezelfde belasting geeft de proctorproef. Om grond optimaal te kunnen verdichten moet het vochtgehalte zich binnen zekere grenzen bevinden. Figuur 8 geeft een voorbeeld van een proctoranalyse uitgevoerd op perceel 32 van de Cranendonck.

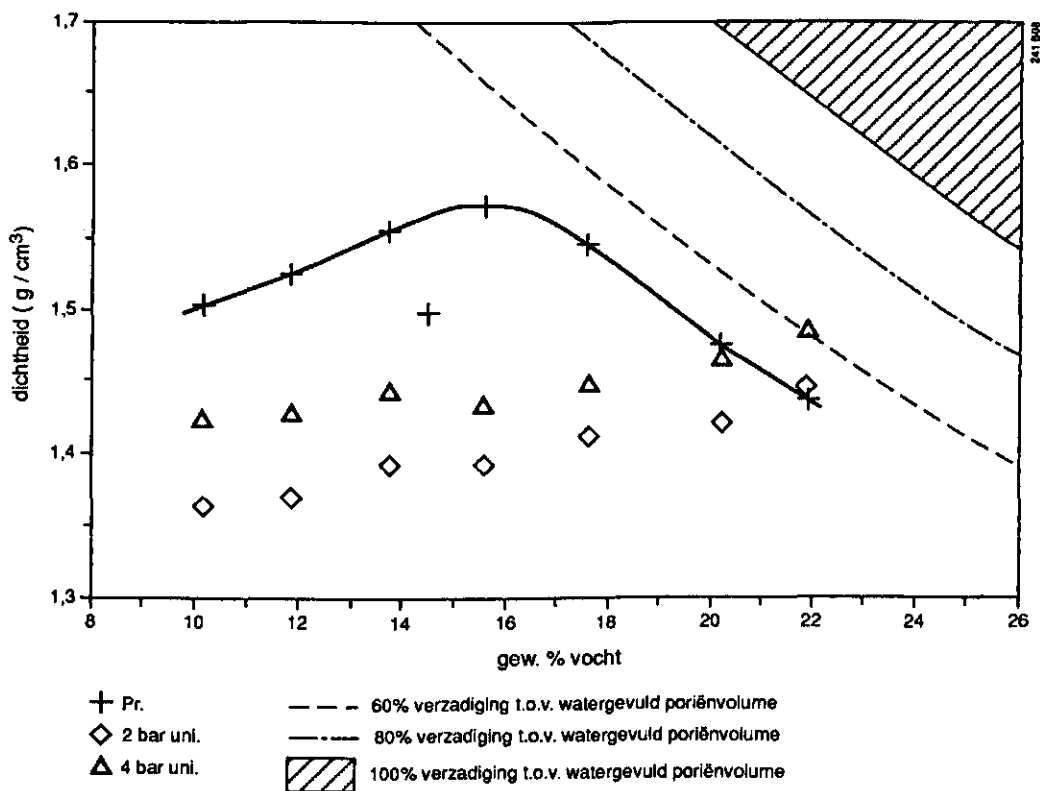


Fig. 8 Verband tussen vochtgehalte en dichtheid van zwak lemige veldpodzolgrond met 4% organische stof bij verschillende belastingen en volgens de proctorproef (pr.)

Uit deze analyse is af te lezen dat de grond van dat proefveld het meest gevoelig is voor verdichting bij een gewichts-vochtgehalte van 16%, wat bij een stoofdrome dichtheid van $1,5 \text{ g/cm}^3$ neerkomt op een volumefractie vocht van 0,24. Als de betreffende grond droger of natter is dan overeenkomend met deze 16 gewichts-

respectievelijk 24 volumeprocenten vocht, dan is het effect van verdichting kleiner. De proctortest van perceel 32 is niet zonder meer van toepassing op perceel 26 van het ROC. De matig dikke gooreerdgrond van het hoge deel is qua leemgehalte en de enkeerd op het middenobject is qua ontwater-ingssituatie nog het best vergelijkbaar met de veldpodzolgrond van perceel 32.

Als we de uitslag van de proctortest ook van toepassing achten voor deze twee delen van perceel 26, dan was de vochttoestand op het moment van de proef op het object hoog redelijk voor verdichting. In de laag 2-7 cm werd 14 en in de laag 19-24 werd 16 volumeprocenten vocht gemeten. Dit heeft dan ook geresulteerd in een toename van de dichtheid voor de laag 2-7 cm met 13% ten opzichte van de uitgangssituatie. De gemeten indringingsweerstand (gemiddeld 350 kPa hogere Iw over de volle diepte) lijken hiermee in overeenstemming. Kijken we echter naar de dichtheid van de tweede bemonsterde laag (tabel 2) dan blijkt de dichtheid daar met 2% te zijn teruggelopen in plaats van toegenomen.

Op het middelhoge object bedroeg de volumefractie vocht 25%. Bij vergelijkbare omstandigheden met het monster van perceel 32 dus een ideale vochttoestand om te verdichten. De grond voelt iets lemiger aan en mag misschien niet helemaal gelijk gesteld worden met de eerder genoemde veldpodzolgrond van perceel 32. In de laag 2-7 cm werd echter een zeer sterke toename in dichtheid gemeten (22,5%) ten opzichte van de uitgangssituatie. Deze toename kwam echter niet of nauwelijks tot uiting in de Iw (slechts 170 kPa) op 7 cm diepte.

Oorzaak van dit afwijkende gedrag is waarschijnlijk het verstoren van de cohesie tussen de gronddeeltjes onderling door berijding onder te natte omstandigheden. Het herstel van de cohesie tussen de gronddeeltjes duurt enige tijd en voor humeuze gronden vaak enkele dagen (Van den Akker en Lerink, 1990).

In het lage en meest natte object werd in de bovenlaag nog een zeer kleine toename (1,5%) in dichtheid na berijden vastgesteld. De reactie van de Bushpenetrometer is echter nagenoeg equivalent als bij het middelhoge object waar sprake was van een toename met 22,5%. De zware sterk verdichte beekklei die in dit profiel beneden 35 cm voorkomt, wordt door de Bush als een gemakkelijk te penetreren laag weergegeven, met Iw's die in vergelijking met de uitgangssituatie ongeveer 600 kPa lager liggen. De Bushpenetrometer is kennelijk niet onder alle omstandigheden even betrouwbaar om verdichte lagen in de ondergrond aan te tonen.

In de uitgangssituatie is voor de objecten middelhoog en laag alleen een sterk verband gevonden tussen Iw en volumefractie vocht met $-0,92 < R < -0,96$, met een verklaarde variantie van respectievelijk 77 en 88%. Op het hoge object was sprake van een positief verband tussen Iw en volumefractie vocht en van een matige correlatie tussen Iw en dichtheid.

Na de berijdingsproef werd in het spoor op het middelhoge object een zwak verband gevonden ($R = -0,44$) tussen Iw en volumefractie vocht terwijl er op het lage object sprake is van een redelijk goed verband $R = -0,89$. Behalve op het hoge object werd op geen van de objecten een bevredigende correlatie tussen Iw en de dichtheid

vastgesteld. Tenslotte moet bedacht worden dat zeer moeilijk is te bepalen welke monsterdiepte na insporing nog als representatief geldt voor de uitgangssituatie. Aangenomen is dat de belasting het materiaal in verticale richting heeft verplaatst. Stellig is op de nattere objecten ook een deel van het materiaal zijdelings weggedrukt. De lage correlaties tussen Iw en dichtheid wijzen daar waarschijnlijk op.

4 CONCLUSIE

Het staat vast dat de indringingsweerstand zoals gemeten door de Bush penetrometer geen goede afspiegeling is van de werkelijke dichtheid zoals die uit de ringmonsters te voorschijn komt. Met name op het middelhoge en lage deel van het perceel geeft de Bush een aanzienlijk lagere indringingsweerstand dan op grond van de dichtheid verwacht mocht worden.

In geroerde grond zijn de verbindingen tussen de gronddeeltjes verbroken, is het bodemvocht herverdeeld en de vochtspanning drastisch gewijzigd. Dit komt ook tot uiting in de lage correlatiecoëfficiënten. Om effecten van berijding op verdichting met een penetrometer te kunnen vaststellen zal de grond daarom enige dagen de tijd moeten krijgen voor consolidatie. Omdat al voor 7 april op het hoge object drijfmest was uitgereden, waarbij een insporing van 5 à 7 cm werd getolereerd, kan gesteld worden dat een insporing van 6 cm overeenkomend met een drukhoogte van -70 cm nog niet limiterend is voor de berijdbaarheid van dit soort gronden. In absolute zin was ook bij 11 cm insporing de grond op het middelhoge object (drukhoogte -50cm) nog berijdbaar. De schade die hier door de insporing aan de grond werd toegebracht kon echter naar het oordeel van de bedrijfsleider niet of onvoldoende door zaaibedbehandeling worden gecompenseerd. De drempelwaarde was dus kennelijk bij deze spoordiepte overschreden.

De volumefractie vocht in de laag 2-7 cm waarbij 11 cm insporing werd gemeten was 0,25. Pelgrum (1977) stelt een gewichtsvochtgehalte van 23% voor als grens voor bewerkbaarheid. Boekel kwam in (1979) tot een vergelijkbare of iets lagere waarde. Afgaande op de praktijk zoals die op het ROC wordt gehanteerd ligt de acceptabele insporingsdiepte voor een lemige zandgrond dus tussen 6 en 10 cm. Beuving (1982) en Koolen et al. (1990) leggen de bewerkbaarheid van humeuze zwak en sterk lemige veldpodzolgronden bij een drukhoogte van $h = -70$ cm. Omdat berijdbaarheid onder nog iets nattere omstandigheden kan worden uitgevoerd (er volgt immers meestal nog een grondbewerking/zaaibedbereiding) zal de drempelwaarde voor berijdbaarheid dus liggen tussen -50 en -70 cm.

Als richtgetal voor de drempelwaarde voor berijdbaarheid lijkt -60 cm voor dit soort gronden daarom een acceptabel compromis.

LITERATUUR

AKKER, J.J.H. VAN DEN en P. LERINK, 1990. *Verandering van bodemkwaliteiten door berijding*. Wageningen, IMAG. Themaboekje Management en bodemstructuur 1990.

BOEKEL, P., 1979. "De bewerkbaarheid van de grond in het voorjaar." *Cultuurtechnisch tijdschrift* 18, 4: 211-219.

BOUMA J., and H.A.J. VAN LANEN, 1987. *Transfer functions and threshold values: From soil characteristics to land qualities*. In: K.J. Beek, P.A. Burrough, and D.E. McCormack (eds.), *Quantified land evaluation procedures*. Proc. Int. workshop Washington. Enschede, ITC. Publication 6. pp.106-110.

KOOLEN, A.J., P. BOEKEL, U.D. PERDOK en A.L.M. VAN WIJK, 1987. *Werkbaarheids-grenzen en hun bodemfysische achtergrond*. Themadag "Werkbaarheid en Tijdigheid". Lelystad, PAGV. Verslag nr. 64.

PELGRUM, A., 1975. *De bewerkbaarheid van de grond in het voorjaar en de invloed van enkele factoren daarop*. Haren, IB. Rapport 4.

NIET GEPUBLICEEERDE BRONNEN

BEUVING, J., 1982. *Onderzoek naar bodemkundige en waterhuishoudkundige gegevens voor invoer in en verificatie van een model voor berekening van de effecten van de waterhuishouding*. Wageningen, Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding. Nota 1378.