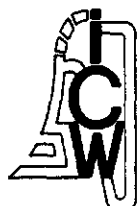


NN31545.1813

ICW nota 1813 I

oktober 1987



nota

instituut voor cultuurtechniek en waterhuishouding, wageningen

KWALITEITSASPEKTEN GRONDWERK I.
Verdichting na grondtransport ('87) van rij- en
werkstroken op zavel in de ruilverkaveling
Stedum-Loppersum.

ing. J.G.S. de Wilde
R. Wiebing
ir. D. Boels

Nota's van het Instituut zijn in principe interne communicatie-
middelen, 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 onderzoek
nog niet is afgesloten.

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



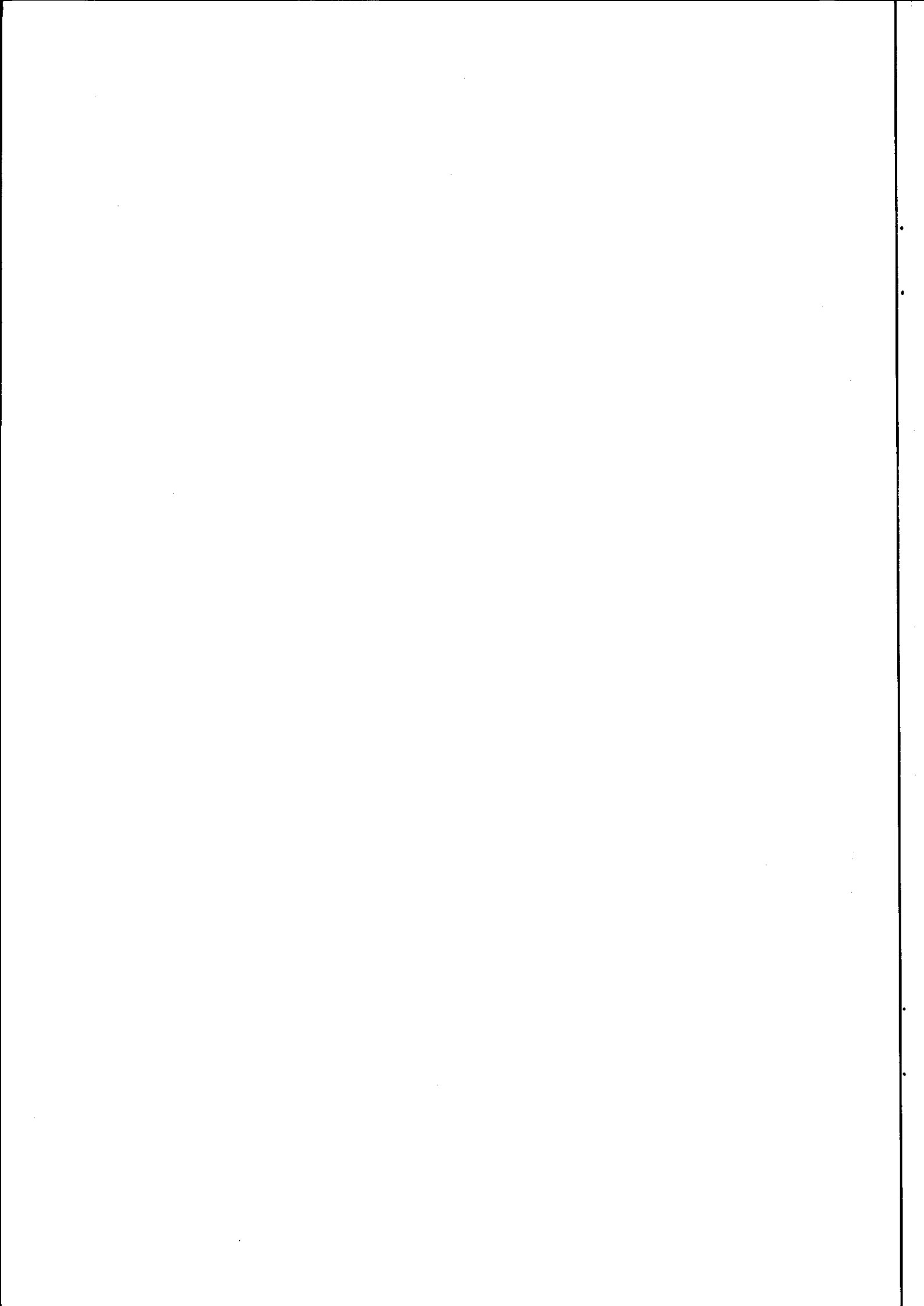
0000 0240 0493

19 JAN 1988

ISBN = 260605 *

INHOUD

	blz.
1. INLEIDING	1
2. METHODE VAN ONDERZOEK	
2.1. Gebied	3
2.2. Meting	6
3. RESULTATEN	
3.1. Monstername	7
3.2. Beschrijving meetpunt	8
3.3. Penetrometer	13
3.4. Insporingsdiepte (Grontmij.)	14
4. CONCLUSIES	15
LITERATUUR	18
BIJLAGEN 1 tot en met 9	19



1. INLEIDING

Sinds enkele jaren is de Landinrichtingsdienst bezig met de invoering van bestekken volgens het RAW-systeem. De filosofie achter deze richtlijnen is dat het resultaat van de werken zo nauwkeurig mogelijk wordt omschreven. Tevens wordt aangegeven aan welke criteria de resultaten moeten voldoen en op welke wijze dat éénduidig en objectief kan worden gemeten.

Niet alleen direct resultaat dient te worden omschreven, maar ook welke degradatie van de bodem (bodemverdichting, ongewenste verschroming van de bouwvoor enz.) nog toelaatbaar wordt geacht. Dit laatste leidt er toe dat soms het werk moet worden gestaakt om niet geaccepteerde schaden te voorkomen. In zulke gevallen moeten criteria worden geformuleerd voor het stilleggen van het werk.

In het verleden is er door het ICW onderzoek verricht waarvan de resultaten gebruikt kunnen worden voor de omschrijving van enkele voornoemde criteria en meetmethoden. Aldus heeft het onderzoek naar profielverbeteringen van veenkoloniale gronden geleid tot een resultatsomschrijving en een beoordelingsmethode voor deze profielverbeteringen. Het onderzoek naar bodemverdichting tijdens egalisatie heeft inzicht opgeleverd betreffende de mate van verdichting die ontstaat bij een bepaalde insporing van de bulldozer en het effect daarvan op de gewasopbrengst (BOELS, 1976). De samenhang tussen insporingsdiepten en bodemverdichting op zandgronden is ook onderzocht (HAVINGA en BOELS, 1982).

Nu is het denkbaar dat bij grondtransport geen limiet aan bodemdegradatie wordt gesteld. Immers door een grond te woelen kan op eenvoudige en relatief goedkope wijze een verdichting worden opgeheven.

In werkelijkheid blijkt dit minder algemeen te gelden. Woelen van met name zavelgronden met een gedeeltelijk met het oog zichtbare poriënstructuur leidt vrijwel altijd tot verlies van deze poriën (macro-poriën) en meestal ook tot een uiteindelijke verdichting. Boels (1982) spreekt in dit verband van een evenwichtsdichtheidsprofiel dat kenmerkend is voor een bepaalde mechanisatiegraad. Gronden die dichter zijn dan de evenwichtsdichtheid zijn met blijvend succes te verbeteren door ze los te maken. Gronden die daarentegen minder dicht zijn worden niet blijvend lossener van een dergelijke bewerking. Die gronden zullen eerder dichter worden.

Bij de uitvoering van cultuurtechnische werken vindt veel grondverzet plaats met dumpers. Wiellasten van 2,5 - 4 ton bij bandspanningen van meer dan 4 à 5 bar zijn daarbij geen uitzondering. Deze bodembelastingen zijn veel groter dan in de reguliere landbouw en op de transportbanen mag dan ook bodemverdichting verwacht worden. In veel bestekken wordt dan ook voorgeschreven dat rij- en werkstroken na afloop moeten worden gewoeld.

Uit het voorgaande mag duidelijk zijn dat deze activiteit alleen zinvol lijkt indien de dichtheden groter zijn dan de evenwichtsdichtheden waarvan Havinga (1975) en Boels (1982) spreken.

In overleg met de LD, Grontmij en ICW is besloten een nader onderzoek in te stellen. Centraal staat daarbij de vraag in hoeverre een insporingsdiepte een unieke maat is voor de bodemverdichting. Bijkomend is hoe de insporing moet worden gemeten. Een volgende vraag is of een eventuele bodemverdichting zodanig is dat woelen een nuttig effect sorteert. Hierover bestaat onvoldoende inzicht. Gedurende 1987 is een onderzoek ingesteld naar deze verdichting op rij- en werkstroken tengevolge van grondtransport, de insporing en het zonodig losmaken van de rijbaan. Resultaten daarvan worden hier gegeven.

2. METHODE VAN ONDERZOEK

2.1. Gebied

Het voorgaande onderzoek had betrekking op lichte zavel. Daarom is gezocht naar een toetsingsgebied waar transport op deze gronden plaats heeft. Dit werd gevonden in de ruilverkaveling 'Stedum-Loppersum', waar men aanvang 1987 begonnen is met de uitvoering van een waterlopen-kavelinrichtingsbestek. Hierbij vindt overwegend grondtransport plaats over rijbanen van beperkte breedte, die voor een groot gedeelte in een zavelgebied liggen. Voor het meten van dichtheden en insporingsdiepten kunnen daar meetpunten komen.

In overleg met de Grontmij. en de Landinrichtingsdienst werd zowel voor 1987 als voor 1988 een gebied bepaald, zie figuur 1. Het onderzoeksgebied voor 1987 beperkt zich tot het niet gearceerde deel op deze figuur, dat zich noord-westelijk van de hoogspanningsleiding (van zuid-west naar noord-oost) bevindt.

In dit gebied werd aan de hand van de bodemkaart van het gebied ruilverkaveling Stedum-Loppersum (KAMPING en RUTTEN, 1968) de begrenzing van de zavelige gronden aangegeven. Daarna zijn de potentiële meetpunten aangewezen, zie figuur 2, met behulp van deze gebiedskaart, de geplande rij- en werkstroken (Grontmij) en een terreinverkenning. De preciese plaats werd daarna zo veel mogelijk met behulp van blijvende markeringspunten vastgelegd, zie bijlage 1 en 2. Dit is nodig omdat tijdens de uitvoering de plaats vaak onherkenbaar verandert en in een dergelijk geval oriëntatie nauwelijks mogelijk is. Op deze wijze zijn 13 meetpunten voor 1987 vastgelegd voor het meten van insporingsdiepten en dichtheden. Eén meetplaats werd ter vergelijking buiten het zavelgebied gekozen.

Het geheel moet worden opgevat als een verkenning uitsluitend bedoeld om de bruikbaarheid van het insporingscriterium aan de praktijk te toetsen.

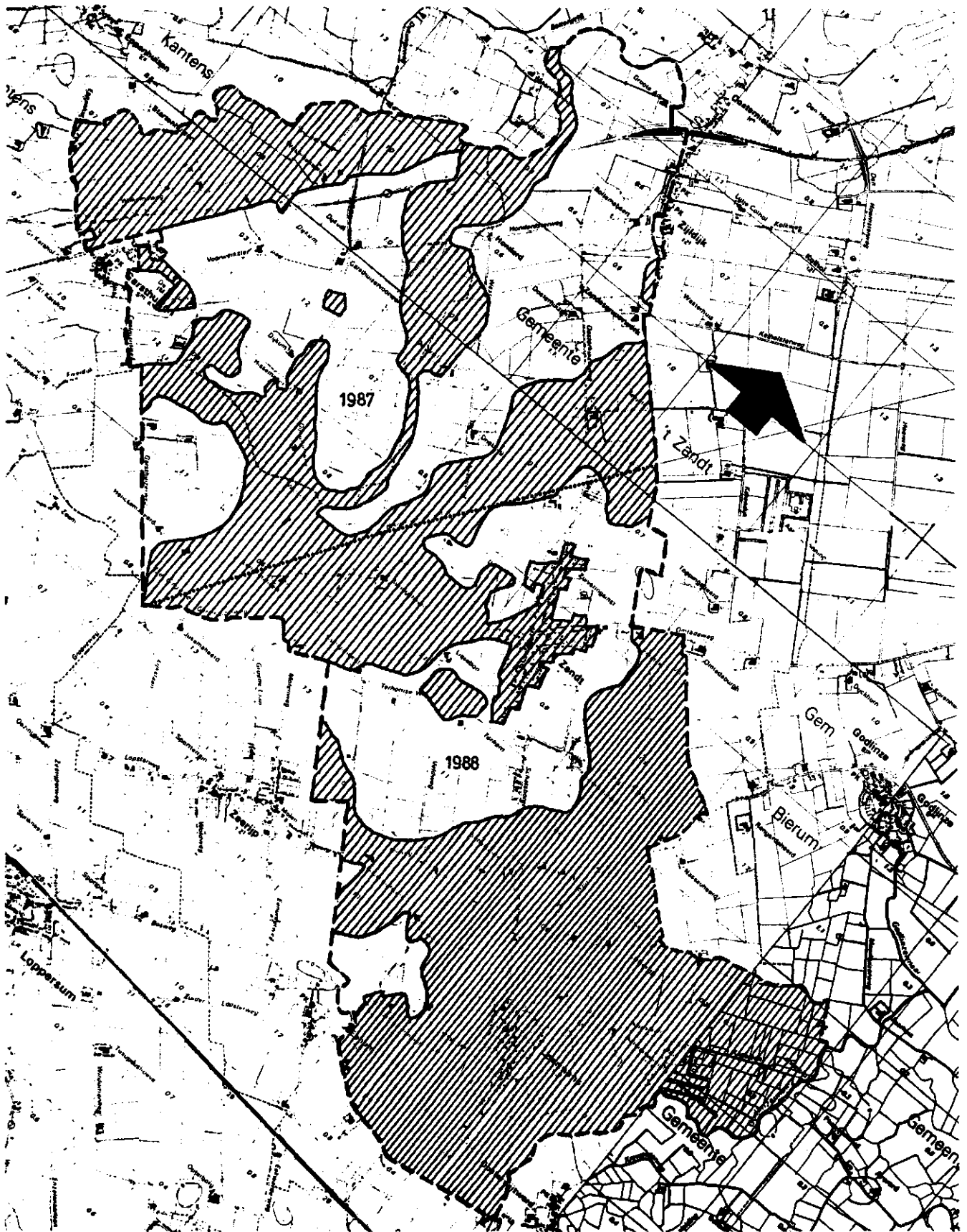


Fig. 1. Het onderzoeksgebied betreft de zavelgronden, dit zijn de binnen de streeplijnen gelegen en niet gearceerde delen.

2.2. Meting

Voor het vaststellen van de verdichting op de rij- en werkstroken voor en na het transport zijn op de meetplaatsen ringmonsters gestoken. De grootste dichtheid wordt meestal bereikt direct onder de bouwvoor. De verdichting zet zich voort tot op vrij grote diepte (80 cm -mv). Daarom zijn na de bouwvoor, die ongeveer 20 cm dik is, laagsgewijs en dwars op de rijrichting om de 10 cm diepte (6) ringmonsters gestoken (ICW) tot een diepte van 80 à 90 cm -mv, zie figuur 3.

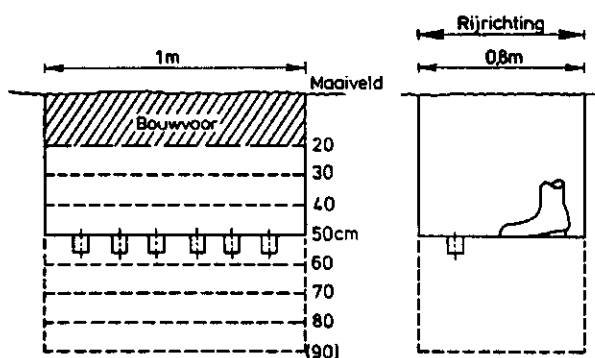


Fig. 3. Monstername

Tijdens de bemonstering zijn de bijzonderheden van de betreffende laag geregistreerd. Van de monsters is later in het laboratorium het droogvolumegewicht (g.cm^{-3}) bepaald, om de dichtheidstoename vast te stellen.

Nadat al het grondtransport heeft plaatsgevonden is de gemiddelde insporingsdiepte gemeten ter plaatse van de meetpunten (Grontmij.). Binnen 2 dagen na beëindiging van dit transport is vervolgens weer een bemonstering, de 'na' bemonstering, uitgevoerd.

3. RESULTATEN

3.1. Monstername

Het merendeel (9) van de 13 meetplaatsen kon zowel voor als na transport bemonsterd worden, zie hiervoor de bijlagen 1 en 2. Dat op 4 punten de 'na' bemonstering niet verwezenlijkt kon worden had te maken met de slechte weersomstandigheden gedurende het onderzoeksjaar 1987. Hierdoor ontstond veel onwerkbaar weer en kon niet al het voor 15 oktober 1987 geplande transport gerealiseerd worden (op die datum wordt het onderzoeksverslag besproken).

De resultaten van de droog-volumegewicht bepalingen zijn voor de 13 punten (9 punten 'na' transport) in grafiekvorm weergegeven in de bijlagen 3 tot en met 9. In deze bijlagen is het droog-volumegewicht (g.cm⁻³) uitgezet tegen de diepte beneden maaiveld. De punten zijn vervolgens door vloeiende lijnen verbonden. Op deze wijze ontstaan krommen die de toestand voor en na transport weergeven. Om nu te kunnen bepalen of op de meetplaatsen wel of niet gewoeld dient te worden is als referentie de relatie getekend die het kritische droog-volumegewicht voor zavelige gronden vormt (BOELS, 1982). Deze relatie wordt beslissingscurve genoemd en geeft de grens aan tussen het verwachte negatieve of positieve effect.

Zonder raadplegen van de beschrijving van de monsterplaats kunnen we uit de bijlagen 3 tot en met 9 opmaken, dat:

- de dichtheid van de grond 'voor' het transport is groot. Op de monsterplaatsen 1, 2, 6, 11 en 12 is deze over het gehele profiel zo hoog, dat daar zelfs verwacht mag worden dat woelen voordat transport plaats vindt een blijvend positief effect heeft. Dit na het hanteren van de beslissingscurve voor genoemde plaatsen. Voor de monsterpunten 3, 5, 8 en 9 geldt ditzelfde gedeeltelijk. Door deze grote aanvangsdichtheid is het niet verwonderlijk dat bij verdere toename van de dichtheid het positief effect van het woelen steeds groter wordt.
- dat op alle volledig (voor en na transport) bemonsterde meetplaatsen de uiteindelijke verdichting zo groot is dat van woelen positief resultaat verwacht mag worden.

Volgens het bestek zal dit woelen op de rij- en werkstroken plaats vinden tot een diepte van minimaal 0,60 m.

Op slechts enkele meetplaatsen, op nummer 2, 6 en 10, werd een verwacht beeld waargenomen betreffende de toename van de verdichting over het gehele bemonsterde profiel. In iets mindere mate geldt dit voor de punten 5, 8, 11 en 13. In sommige gevallen snijden de krommen die het verloop van de droog-volumegewichten voor en na transport aangeven elkaar. Dit snijden wordt veroorzaakt doordat niet op dezelfde plaats bemonsterd mag worden en dientengevolge per monsterpunt sterke verschillen kunnen optreden. Het doornemen van de beschrijving, indien aanwezig, voor het betreffende monsterpunt is daarom belangrijk.

Monsterpunt 1 geeft zelfs over het grootste deel van de monsterdiepte een aanvangsdichtheid te zien die groter is dan na het berijden. Hier kon geen verklaring voor gevonden worden.

Eén en ander heeft tot gevolg gehad dat na het vergelijken van de dichtheden voor en na transport besloten is ook dichtheden (weerstand) te meten met de penetrometer. Aanvankelijk was het de bedoeling dit uit te voeren voor meerdere meetpunten, docht tengevolge van de natte bodemgesteldheid door slechte weersomstandigheden, kon dit uitsluitend voor meetpunt 1 worden gerealiseerd. Op de rijstrook is daar tot 70 cm -mv tot op een afstand van ongeveer 20 m van het monsterpunt gemeten. Hierdoor kan nagegaan worden of de dichtheden op dat monsterpunt als representatief zijn te beschouwen voor de gehele rijstrook. De penetrometerwaarden worden in paragraaf 3.3 gegeven.

3.2. Beschrijving meetpunt

Van een aantal meetpunten zijn tijdens het graven van de monsterkuilen enkele bevindingen geregistreerd en is een globale profielbeschrijving gemaakt. Mede door slechte weersomstandigheden was dit niet voor ieder meetpunt op de rij- en werkstrook mogelijk.

VOOR TRANSPORT

- Punt 4 Gemaaid grasland, achter schuurtje,
 ----- 0 - 40 cm humeuse kleiige zavel
 40 - 60 cm gemengde grond zavel
 60 - 90 cm zeer veel grote kleiig zand
 wormgangen, bewor-
 teling tot 90 cm-mv
 90 cm en dieper zand (nagenoeg)
- Punt 5 In grasstrook (ingezaaid vermoedelijk najaar
 ----- 1986) bemonsterd, rest van perceel aardappelen.
 0 - 27 cm hard kleiige zavel
 27 - 34 cm hard, poreus kleiige zavel
 34 - 80 cm poreus lichte zavel
 80 cm en dieper zandige zavel
 zeer matige structuur in de bouwvoor, na 27 cm
 poreus met enkele wormgangen. Beworteling tot
 circa 90 cm.
- Punt 6 Pas ingezaaid gras.
 ----- 0 - 26 cm bouwvoor, lichte lichte zavel
 grond
 26 - 40 cm wormgaten, lichte zandige zavel
 grond
 40 cm en dieper, lichte grond kleiig zand
 fijn poreuse spons-
 structuur, tot 50 cm vrij veel worm-
 gangen, na 70 cm geen wormgangen.
- Punt 7 Aardappelen.
 ----- 0 - 28 cm bouwvoor zware klei (35%)
 28 - 55 cm lichter gekleurd, zware klei (35%)
 slechte structuur,
 moeilijk te bemonsteren, zeer stijf.
 55 - 75 cm sponsstructuur met lichte zavel
 grote wormgangen
 75 cm en dieper, sponsstruc- kleiig zand
 tuur met nog enkele
 wormgangen tot circa 90 cm.

Punt 8 Geen gewas (in 1986 aardappelen), rest van per-
----- ceel pootaardappelen na ontsmetting.

[Boer ploegt al enige jaren met een vier-scha-
rige ploeg met een zogenaamd strokenrister
(rister met gleuven). Tegelijkertijd woelt hij
met twee penwoelers, achter de trekker. Ploeg-
diepte is 31 cm en woeldiepte ongeveer 43 cm.]
Onder de bouwvoor een scherpe hoekige brokjes-
structuur waargenomen die van 37 tot 52 cm -mv
dichte indruk maakt.

0 - 37 cm bouwvoor	zavel
37 - 42 cm gemengde grond	zavel
42 - 52 cm zeer matig poreus	zandige zavel
52 - 90 cm wel weer poreus,	zandig

wormgaten.

Punt 9 (Sinds 1 jaar in gebruik bij boer, zie punt 8,
----- geploegd met strokenrister.)

0 - 37 cm bouwvoor	zavel
37 - 56 cm	zavel
56 - 80 cm lichtere kleur,	zandige zavel
vrij los, poreus	

Punt 12 gewas: suikerbieten.

----- 0 - 30 cm bouwvoor	zavel
30 - 50 cm	kleiige zavel
50 - 80 cm gaten en iets	zandige zavel
roest	

Punt 13 gewas: suikerbieten.

----- 0 - 30 cm bouwvoor	zavel
30 - 45 cm wormgaten	zandige zavel
50 - 70 cm	kleilig zand
70 - 90 cm	zand (nagenoeg)

beworteling van graan (1986) 60 à 70 cm.

NA TRANSPORT

- Punt 1 In spoor bemonsterd, circa 5 cm lager dan oorspronkelijke maaiveld. Na droge korst is grond nog erg nat en plastisch (moeilijk goed te bemonsteren in laag 15-20 cm). Vermoedelijk heeft er grond in depot gelegen.
- | | | |
|------------|---------|---------------|
| 0 - 30 cm | humeuse | kleiige zavel |
| 30 - 55 cm | | lichte zavel |
| 55 - 70 cm | | zandige zavel |
- Na 30 a 35 cm grote wormgangen tot circa 80 cm
Na 70 cm nagenoeg puur zand.
- Punt 2 In vlak spoor bemonsterd. Grond tot 45 cm erg stug, vooral 20 - 30 cm -mv. Hier ringen met hamer ingetikt. Na 45 cm lijkt de grond weinig verdicht te zijn.
- | | | |
|--------------|----------------|-----------------|
| 0 - 30 cm | humeuse | kleiige zavel |
| | van 20 - 33 cm | blauw |
| 30 - 45 cm | | zavel |
| 45 - 60 cm | | zandig |
| 60 en dieper | | zand (nagenoeg) |
- Wormgaten van 45 - 70 cm.
- Punt 5 In spoor bemonsterd, monsterplaats is licht bewerkt.
- | | | |
|--------------|--|-----------------|
| 0 - 45 cm | gemengd opgebrachte grond en oude bouwvoor | zavel |
| 45 - 65 cm | ondergrond | zandige zavel |
| 65 en dieper | | zand (nagenoeg) |
- Beworteling tot 65 cm.
- Punt 6 Vlak spoor, vrij veel bereiden.
- Grond is nat en plastisch, moeilijk te bemonsteren tot 45 cm. Tot 35 cm met hamer ingetikt.
- | | | |
|--------------|----------------|--------|
| 0 - 25 cm | plastisch | zavel |
| 25 - 45 cm | zeer plastisch | zavel |
| 45 en dieper | | zandig |

Punt 8 Na de berijding is strook door de boer gecul-
 ----- tiveerd. De losse laag van circa 12 cm is zeer
 nat (plasvormig). Het lijkt niet onmogelijk
 dat er ook nog gewerkt is met een dieper gaan-
 de woelpoot of mes. In de profielkuil werd tot
 circa 70 cm een smalle strook waargenomen
 waar de grond lossier was. Op 70 cm is een vrij
 grote holte gezien.

0 - 40 cm bouwvoor en verwerkte grond	zavel
40 - 50 cm	lichte zavel
50 - 60 cm	zavelig zand
60 cm en dieper	zand

Op 30 cm gedeeltelijk en op 40 cm geheel met
hamer ingetikte ringen.

Punt 10 Bemonsterd in spoor.

----- 0 - 30 cm gemengde grond	zavel
30 - 50 cm	zavelig zand
50 - 60 cm zavelenzen in >	zand
60 cm en dieper wormgaten	zand

van 10 - 20 cm -mv stroresten.

Punt 11 Bemonsterd in spoor.

----- 0 - 35 cm gemengd met vloei- vlakken	zavel
35 cm en dieper	zand

Grond tot 35 cm zeer stijf, monsterringen
voorzichtig met hamer ingetikt. Vanaf 70
cm roestringen rond dichtgespoelde (zee-)
wormgangen.

Punt 12 Rijbaan is erg modderig, in spoor bemonsterd.

----- 0 - 25 cm gemengd, gelaagd (vloeivlakken)	zavel
25 - 45 cm	kleilige zavel
45 - 75 cm wormgaten	zandige zavel
75 cm en dieper	zand

15 - 25 cm blauwe kleuring

Punt 13 In spoor bemonsterd. Bovengrond geeft geen
----- dichte indruk en is plastisch. Van 45 - 60 cm
is de grond waarschijnlijk dichter.

0 - 30 cm gelaagdheid zavel
(vloeivlakken)

30 - 50 cm kleiige zavel

50 - 60 cm zandige zavel

60 cm en dieper zand

Na 70 cm roest en enkele wormgangen.

3.3. Penetrometer

Op 8 oktober '87 zijn op de rijstrook bij meetpunt 1 penetrometer-
weerstand gemeten. Het doel van deze metingen is om vast te stellen
of de eerder, voor 1 punt op de rijstrook uit ringmonsters, bepaalde
dichtheden na transport representatief zijn voor de dichtheden op de
gehele rijstrook. Daarvoor zijn zowel in de directe omgeving van het
meetpunt als op 12 m ten noorden en 22 m ten zuiden daarvan, weer-
standmetingen met de 'Bush' penetrometer uitgevoerd. Op iedere plaats
werd twee maal gemeten, waarbij elke meting bestond uit 10 weerstand-
prikken.

Op dezelfde manier als bij de ringbemonstering werd de bouwvoor, die
20 cm dik was, verwijderd. Van 20 - 70 cm -mv werd om de 3,5 cm de
weerstand gemeten die de penetrometer in de grond ondervond. De
doorsnede van de gebruikte penetrometerconus is 1 cm² en de conushoek
is 60 graden. De gemiddelden van de twee metingen per meetplaats wor-
den voor het meetpunt 1 gegeven in figuur 4.

De gemeten weerstanden mogen zeer hoog genoemd worden, zeker gezien de
natte omstandigheden waaronder gemeten is. De weerstandswaarden van de
op enige afstand gelegen meetplaatsen bleken gemiddeld, over de diep-
teaflezingen per meetplaats, circa 10 % af te wijken van die uit de
directe omgeving. Hierbij waren de weerstanden op de zuidelijke meet-
plaats (22 m) circa 10 % lager dan die in de directe omgeving en die
op de noordelijke (12 m) circa 10 % hoger.

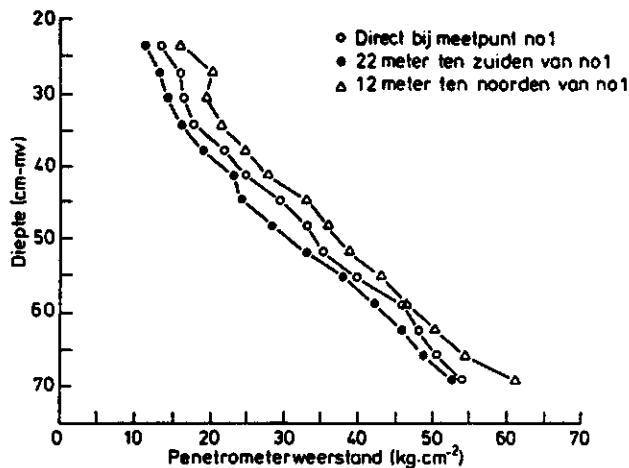


Fig. 4. Penetrometerwaarden van de grond in de rijstrook bij meetpunt 1 (Ruilverkaveling Stedum-Loppersum. Conus oppervlak 1 cm², hoek 60 graden)

Aangezien de penetrometerweerstand van de grond een sterke correlatie heeft met de dichtheid, mag voor meetpunt 1 gesteld worden dat de dichtheid elders op de rijstrook 10 % kan afwijken van hetgeen door middel van de ringbemonstering werd vastgesteld. De ringbemonstering uitgevoerd als puntwaarneming mag dus redelijkerwijze representatief genoemd worden voor een groot oppervlak.

3.4. Insporingsdiepte (Grontmij.)

De insporingsdiepten ter plaatse van de meetpunten worden gegeven in tabel 1.

Tabel 1. Insporingsdiepten in cm bij de monsterpunten (Grontmij.)

punt	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	15	25	*	*	60	60	*	50	#	15	20	45	25

* Transport heeft nog niet plaatsgevonden
 # Transport nog niet beëindigd

De rijbanen waar de punten 5, 6 en 8 liggen, zijn na het transport geëgaliseerd.

4. CONCLUSIES

Door de zeer slechte weersomstandigheden in 1987 ontstond een achterstand bij de uitvoering van grondwerk in de ruilverkaveling Stedum-Loppersum. Door het stilleggen van werk waaruit het grondtransport diende voort te komen was op 4 meetplaatsen het geplande transport niet beeindigd voor de gestelde 15 oktober 1987. Op deze meetplaatsen kon daarom geen monstername na het transport plaatsvinden. Een van deze 4 meetplaatsen, punt 7, was met opzet (vergelijking) buiten het zavelgebied gekozen en betrof zware klei.

De monstername op de overige meetplaatsen, de punten 1, 2, 5, 6, 8, 10, 11, 12 en 13, toonden alle aan dat, bij het hanteren van de beslissingscurve, verwacht mag word dat het geplande woelen een blijvend positief effect zal hebben. Over de 9 punten in de zavel, die na transport bemonsterd zijn, bedroeg het droog-volumegegewicht na transport over de laag van 20 - 80 cm -mv, over iedere 10 cm laagdiepte, respectievelijk 1,71; 1,70; 1,64; 1,61; 1,59; 1,58 en 1,57 g.cm^{-3} . Gemiddeld bedroeg het droog-volumegegewicht over deze punten na transport voor die 20 - 80 cm -mv 1,63 g.cm^{-3} .

De aanvangsdichtheid (voordat transport plaatsvond) was hoog, varieerde sterk en nam voor de meeste plaatsen af naarmate de diepte groter was. Tussen de 20 (direct onder de bouwvoor) en 80 cm -mv bleek het droog-volumegegewicht voor de meeste punten tussen 1,55 - 1,65 g.cm^{-3} te liggen. Voor de punten in de zavel die zowel voor als na transport bemonsterd werden was het verloop van het droog-volumegegewicht voordat transport plaatsvond over de 20 - 80 cm-mv, per 10 cm laagdiepte, gemiddeld respectievelijk 1,60; 1,60; 1,57; 1,54; 1,55; 1,55 en 1,55 g.cm^{-3} . Gemiddeld bedroeg het droog-volumegegewicht over deze punten na transport voor die 20 - 80 cm -mv 1,57 g.cm^{-3} . De gemiddelde (over alle meetpunten die zowel voor als na transport bemonsterd zijn) waarden van het droog volumegegewicht voor en na transport om de 10 cm diepte zijn uitgezet tegen de monsterdiepte -mv, zie figuur 5. In deze figuur is ook de zogenaamde beslissingscurve getekend.

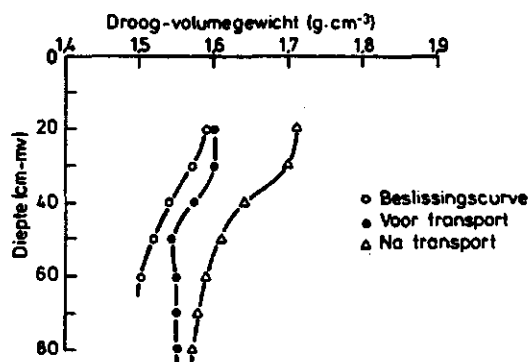


Fig. 5. Gemiddeld droog-volumegewicht van zavel voor en na transport versus de monsterdiepte

Uit de loop van de krommen van figuur 5 kan men de indruk krijgen dat de beslissingscurve aan revisie toe is. De gehanteerde curve kwam namelijk circa 13 jaar geleden tot stand. Nadien is de mechanisatie in de landbouw voortdurend toegenomen, hetgeen grotere bodemdichtheden tot gevolg kan hebben die zich waarschijnlijk tot op grotere diepte voortzetten. De grote aanvangsdichtheid, zie figuur 5, wijst in die richting. We moeten echter wel bedenken dat de meetpunten op de perceelsranden liggen.

Over alle voor en na transport bemonsterde punten in de zavel bedroeg de gemiddelde toename van het droog-volumegewicht gemiddeld 3,8 %. Aan de hand van de bijlagen 3 tot en met 9 wordt verwacht dat woelen positief effect heeft betreffende het losmaken tot een diepte van 40 cm -mv voor punt 12, tot 50 cm -mv voor punt 10, tot 60 cm -mv voor de punten 1, 2 en 8 en tot 70 cm -mv voor de punten 5, 6, 11 en 13. De gemeten penetrometerweerstand van de grond in de rijstrook waren hoog. Door het meten van deze weerstanden op meerdere plaatsen op de rijstrook kan worden nagegaan of de dichtheid in het meetpunt representatief is voor de gehele strook. Voor meetpunt 1 werd bepaald dat een afwijking van 10 % van de dichtheid in een bepaald meetpunt mogelijk is. De puntwaarneming is dus redelijkerwijze representatief voor een groter oppervlak.

Voor de meetpunten waar zowel voor als na het transport bemonsterd is, werd per meetplaats de verdichting, als som van de verdichtings- (toename) per 10 cm laag (van 20 - 80 cm -mv) in g.cm^{-3} , uitgezet tegen de insporingsdiepte in cm. De punten worden gegeven in figuur 6.

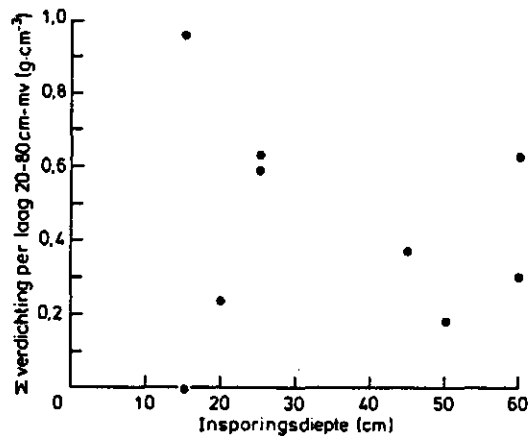


Fig. 6. Insporing versus de verdichtingssom per meetpunt

Aan de hand van de resultaten van dit onderzoek, zie figuur 6, kan worden vastgesteld dat de gemiddelde insporingsdiepte, die hierbij als eindresultaat na het transport over de breedte van de rijstrook gemeten is, geen goede maat is voor de mate van bodemverdichting. Het is mogelijk dat vaker of op een ander tijdstip tijdens het transport gemeten moet worden. Ook zal de bodemgesteldheid tijdens het transport meer in de beschouwing betrokken worden, want een erg natte bodem aan het eind van de transporten geeft door vervorming van de bodem een foutief beeld van de insporingsdiepte. Discussie dient hierover nog gevoerd te worden.

LITERATUUR

- BOELS, D. en L. HAVINGA, 1974. Effect van woelen op een verdichte zavelgrond. Cultuurtechn. Tijdschrift 14,1. Verspreide Overdrukken 162. ICW, Wageningen. 9 pp.
- , 1978. Kanttekeningen bij besteksvoorwaarden ter beperking van bandspanning van dumpers en trekkers. Nota 1081. ICW, Wageningen. 11 pp.
- , 1982. Physical soil degradation in the Netherlands. in: Boels, D. et al (eds), Physical soil degradation, Land use seminar on soil degradation, Wageningen, okt. 1980. Balkema, Rotterdam en Technical Bulletins n.s. 12. ICW, Wageningen. 19 pp.
- HAVINGA, L., en C.J.B. VAN GREUNINGEN, 1973. Langdurig effect van diepe grondbewerking. Nota 762. ICW, Wageningen. 12 pp.
- , 1975. Blijvend effect van diepe grondbewerking. Cultuurtechn. Tijdschrift 15,3. Verspreide Overdrukken 180. ICW, Wageningen. 5 pp.
- en D. BOELS, 1982. Bodemverdichting op een verbeterde veldpodzolgrond, 'een proef met verschillende wiellasten'. Nota 1388. ICW, Wageningen. 38 pp.
- KAMPING, G., en G. RUTTEN, 1968. De bodemgesteldheid van het ruilverkavelingsgebied Stedum-Loppersum. Rapport 786. Stiboka, Wageningen. 35 pp. + bijlagen.

BIJLAGE 1.

File-naam : MONSTERP. UNT
 File-aanmaakdatum : 27 MEI 1987
 File-revisiedatum : 870914
 File-onderwerp : KWALITEITSASPEKTEN GRONDWERK
 Monsterpunten RVK Stedum-Loppersum

Te gebruiken in combinatie met Grontmij tek. nr. 70-6818-57 en naam: Verdichtingsonderzoek rij- en werkstroken ICW (Cirkels staan op deze tekening niet precies op de plaats)

Bemonsterd : voor : (na) : uitvoering	Mon- ster- punt	Ligging [waarde tussen () geeft de afstand aan van het monsterpunt na uitvoering]
14-05-87 (16-07-87)	1.	6 m naast hartlijn nieuw te graven sloot en 24 (26) m vanaf insteek oude sloot.
14-05-87 (16-07-87)	2.	30 (26) m evenwijdig provinciale weg in zuid-westelijke richting vanaf hm-paal 32,3 en 4 (4) m vanaf insteek verbrede sloot.
25-05-87 ()	3.	Aan Honderdsterweg, tegenover hart 2e dam (rechts) vanaf kruising Honderdsterweg met Oosthuizerweg en 3 m vanaf sloot-insteek op de geplande rij- en werkstrook, zuid-oostelijk van de Honderdsterweg.
04-06-87 ()	4.	Achter rood-stenen schuurtje, in verlengde n.w.-gevel en 4 m vanaf leiding-insteek (tegenover dakafvoerpijp van het schuurtje).
04-06-87 (11-09-87)	5.	20 (17) m vanaf hart nieuwe sloot en 7 m vanaf hart oude sloot ((16 m) vanaf kop duiker zuidkant).
04-06-87 (11-09-87)	6.	15 (23) m vanaf hart dam en 7 (7) m vanaf hart oude sloot (dam niet op juiste plaats op tekening).
05-06-87 ()	7.	7 m vanaf hart oude sloot en 50 m van insteek nieuwe hoofdafvoer.
05-06-87 (12-08-87)	8.	7 (7) m vanaf hart te dempen sloot langs het perceel en 40 (45) m vanaf hart te dempen achtersloot (zuidwest-noordoost).
05-06-87 ()	9.	40 m vanaf as van de zandweg en 7 m vanaf hart oude sloot.
25-05-87 (07-08-87)	10.	Snijpunt denkbeeldig doorgetrokken

BIJLAGE 2.

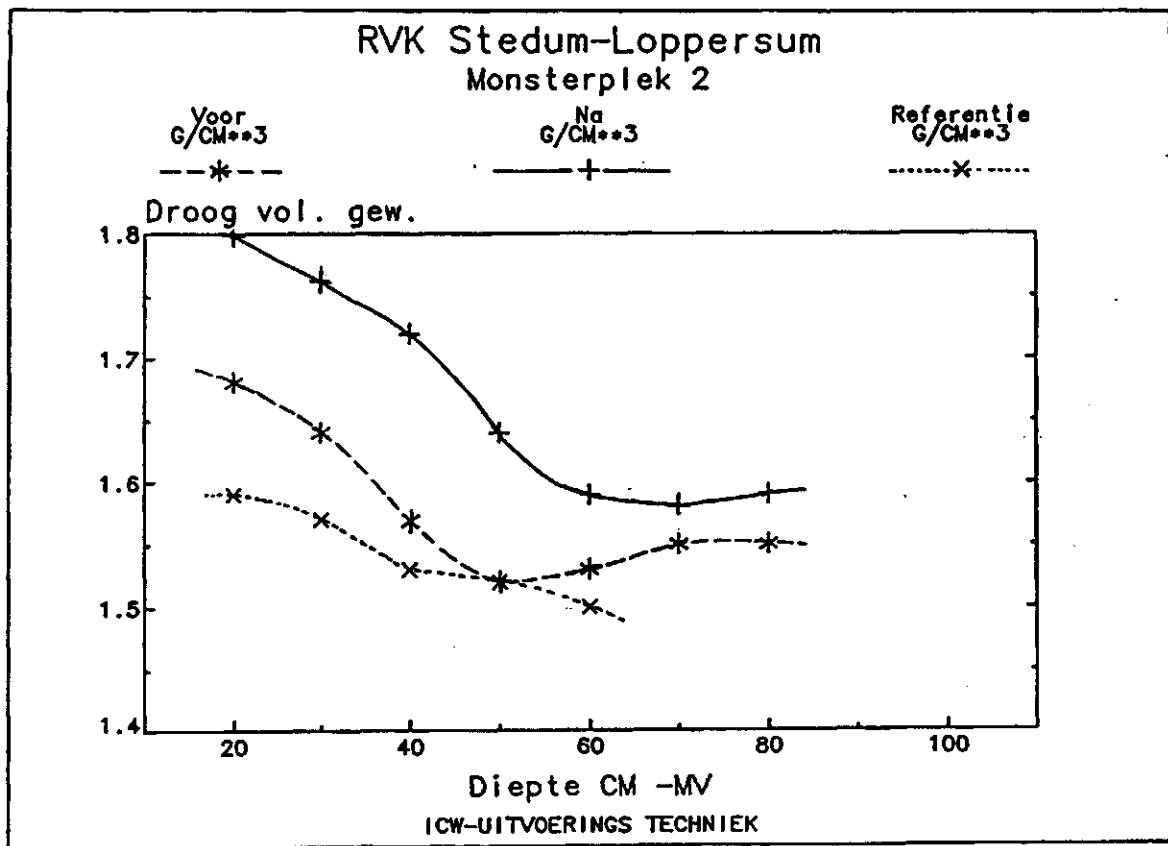
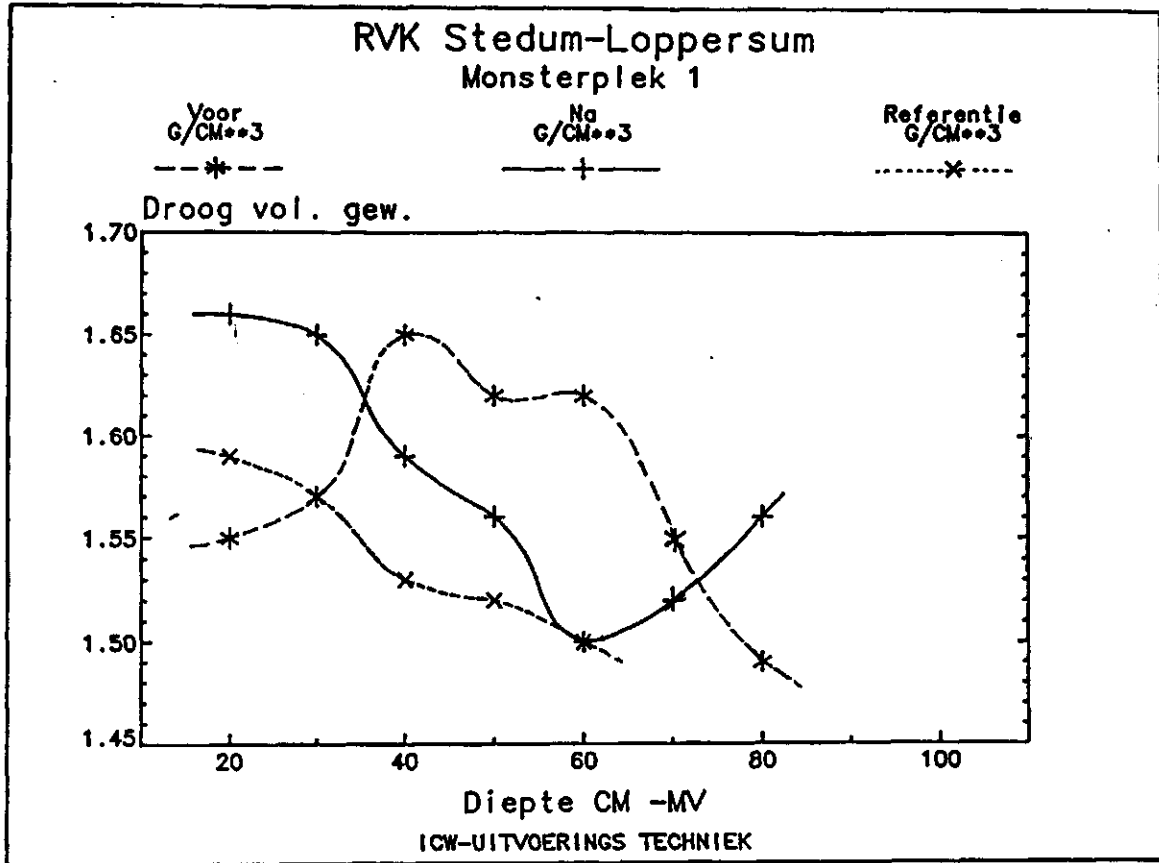
rechte deel van de Dijkumerweg voor de bocht komende van Garsthuizervoorwerk met de geplande rij- en werkstrook (na uitvoering: 8 m zuid-westelijk van in-steek nog bestaande oude sloot die zuid-oostelijk op de te verbreden sloot uitmondt) en 6 (9) m vanaf hart van de te verbreden sloot.

- 25-05-87 (07-08-87) 11. Op geplande rijstrook 70 (65) m noordelijk vanaf hart oude sloot aan Voorwerksterpad en 10 (5) m noord-oostelijk van hart te dempen sloot (die in het verlengde van de nieuwe sloot liep).
- 25-05-87 (05-08-87) 12. Op geplande rijstrook 20 (8) m noord-oostelijk vanaf hart nieuw te graven sloot en 12 (20) m zuid-oostelijk vanaf hart te dempen sloot.
- 25-05-87 (05-08-87) 13. Op geplande rijstrook 20 (9) m (zuid-westelijk) vanaf hart nieuw te graven sloot en circa 12 (14) m noord-westelijk vanaf hart te dempen sloot.

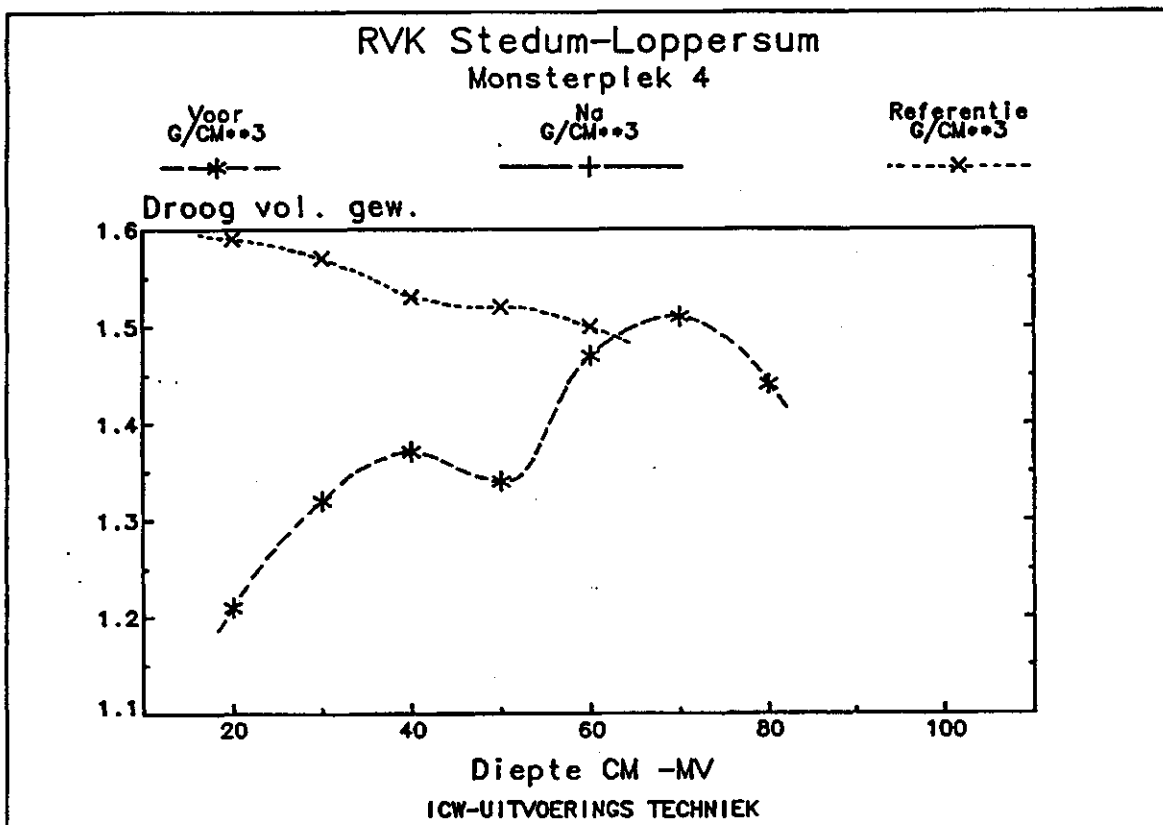
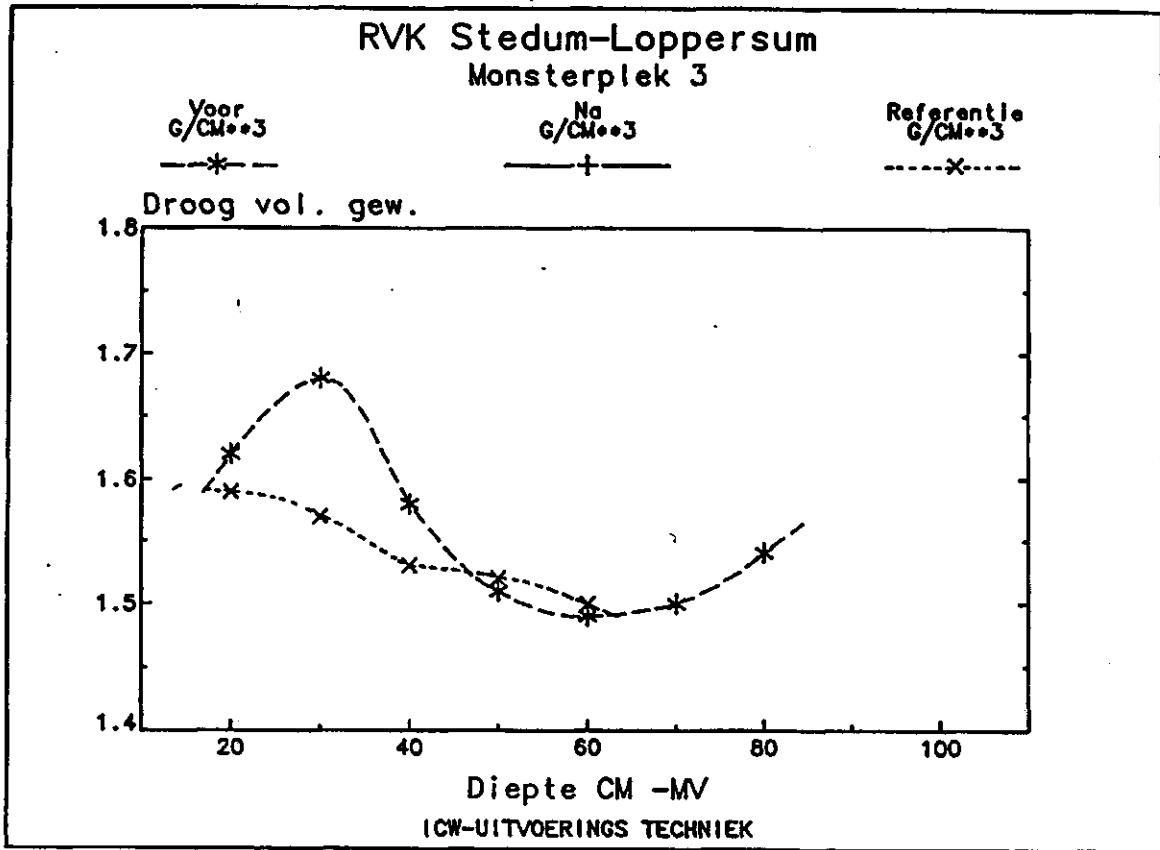
OPMERKING

Het bestek heeft een kleine wijziging ondergaan ten aanzien van de te ploegen en af te schuiven percelen Bakker aan de Honderdsterweg (aldus hr. Haveman d.d. 13-08-87). Een gedeelte van de grond om deze percelen op te hogen zal nu van elders worden aangevoerd. De wijziging is niet van invloed op het ploeg- en afschuifwerk, dat normaal doorgang zal vinden. Momenteel is door het aanhoudende slechte weer een vertraging ontstaan van 2 maanden op de uit te voeren werkzaamheden in de ruilverkaveling. Aan de gebruikers c.q. eigenaren van de percelen, waarover grondtransport plaats heeft, zal nogmaals worden medegedeeld dat het niet is toegestaan dat bewerking van de grond door de boer plaats vindt alvorens daartoe het sein is gegeven. Tot nu toe is het voorgekomen dat de rijbaan bewerkt werd voordat het transport beëindigd was of dat bemonstering na uitvoering was uitgevoerd.

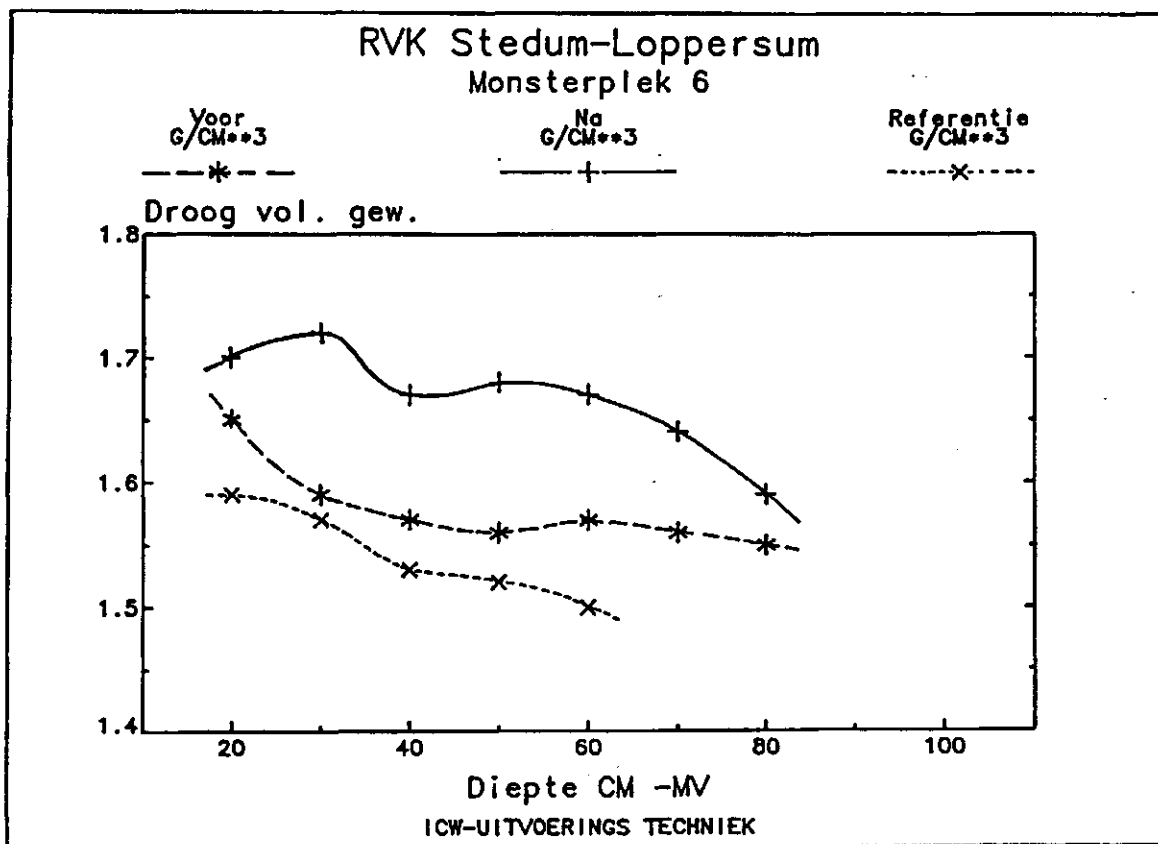
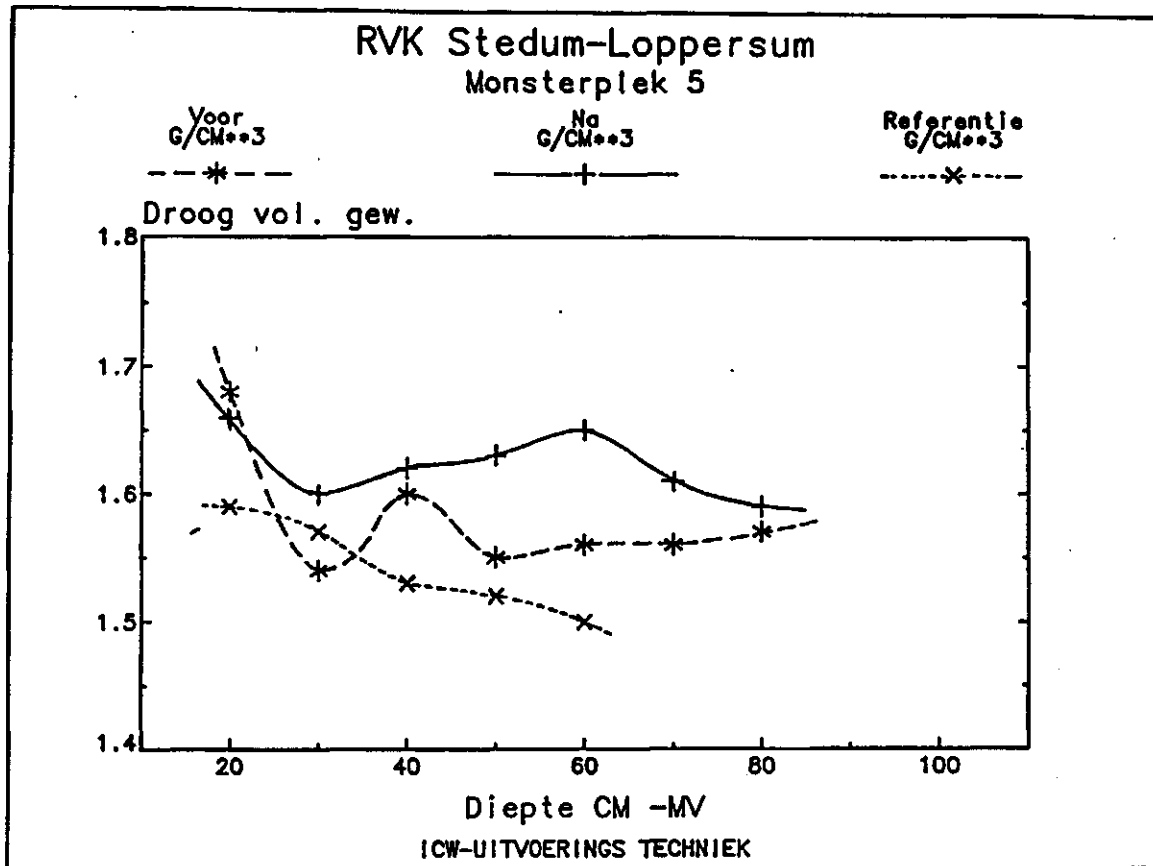
BIJLAGE 3.



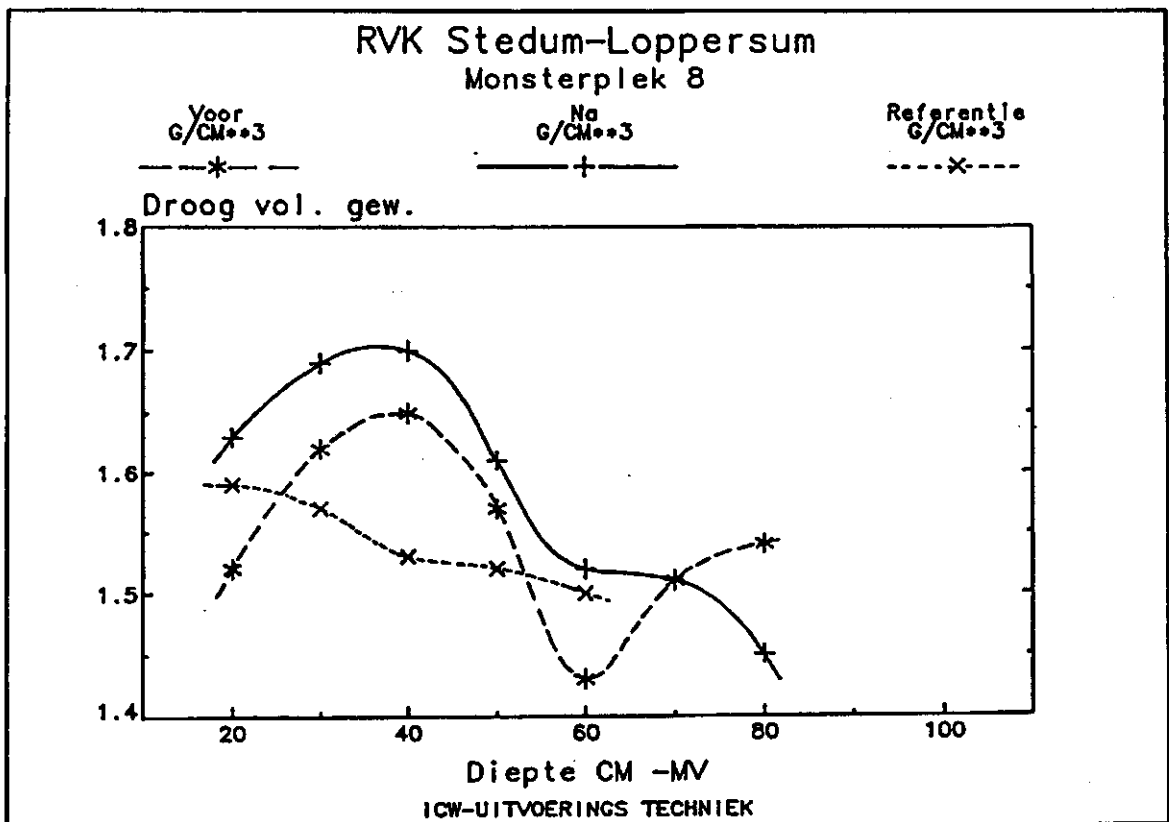
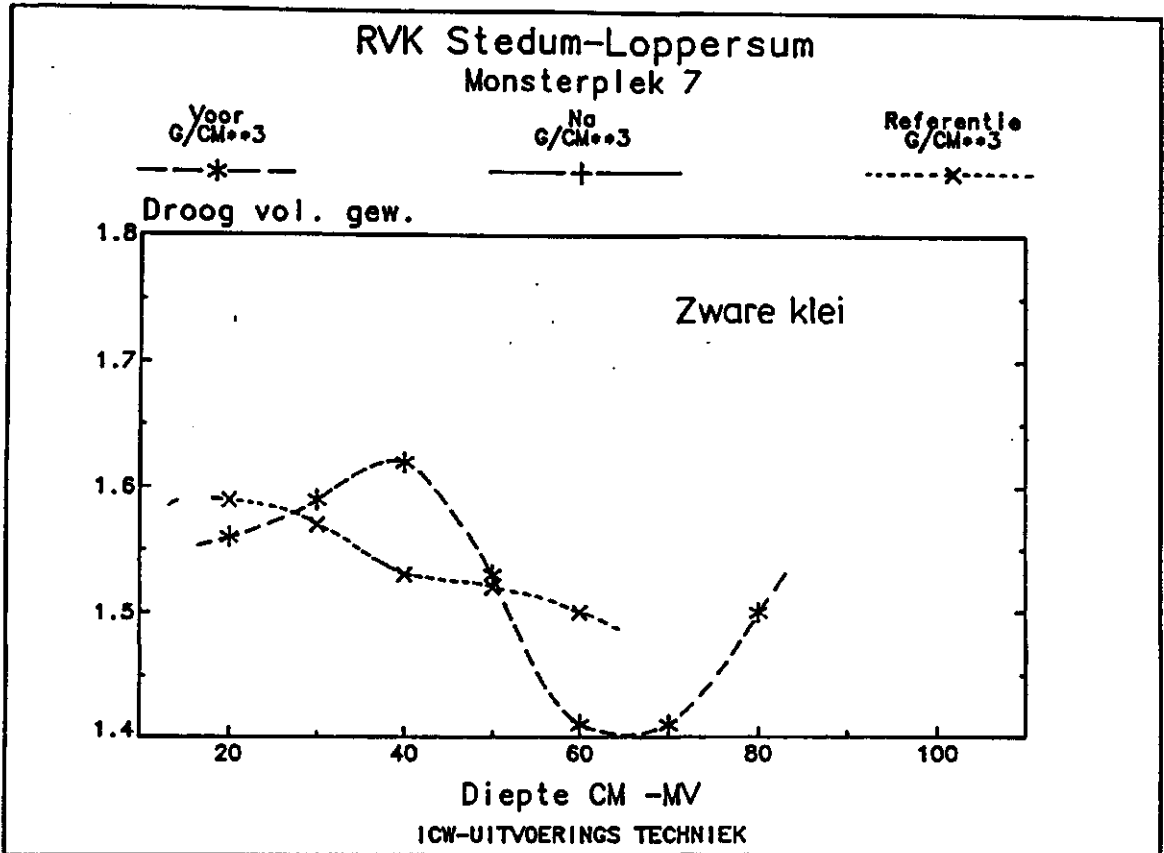
BIJLAGE 4.



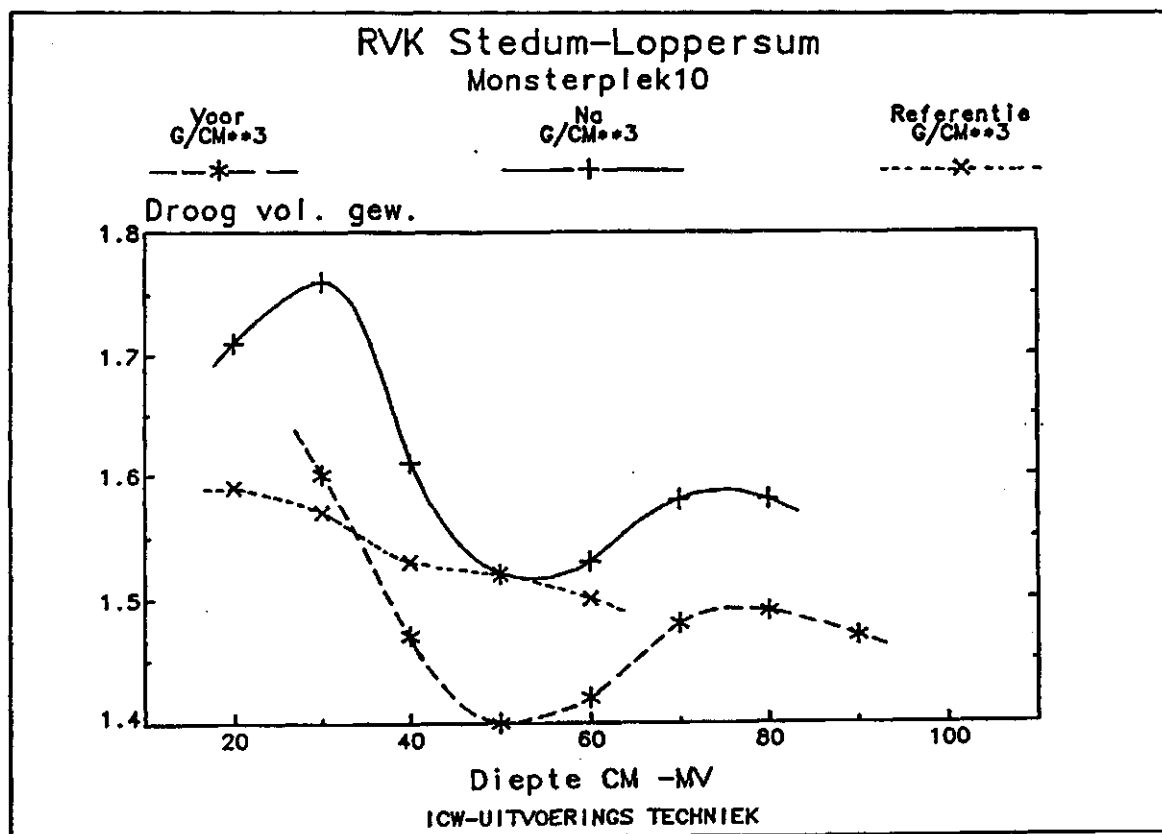
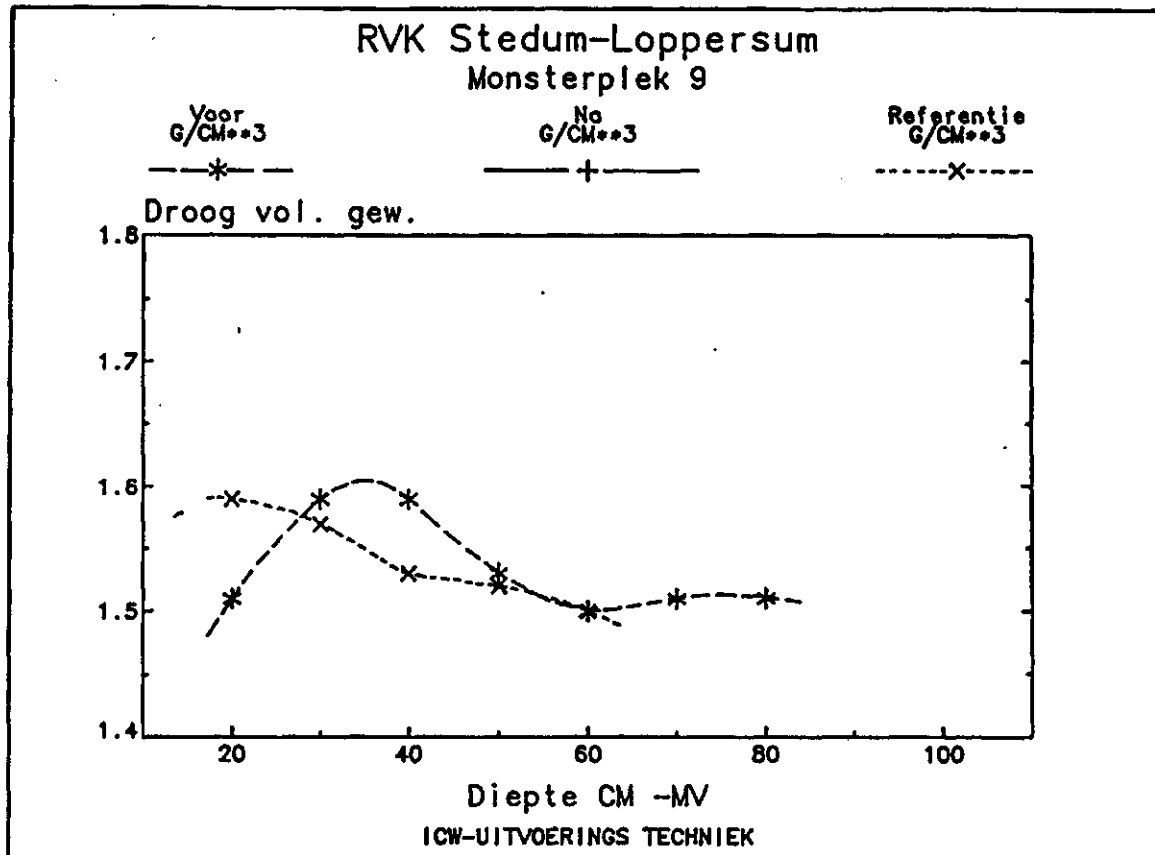
BIJLAGE 5.



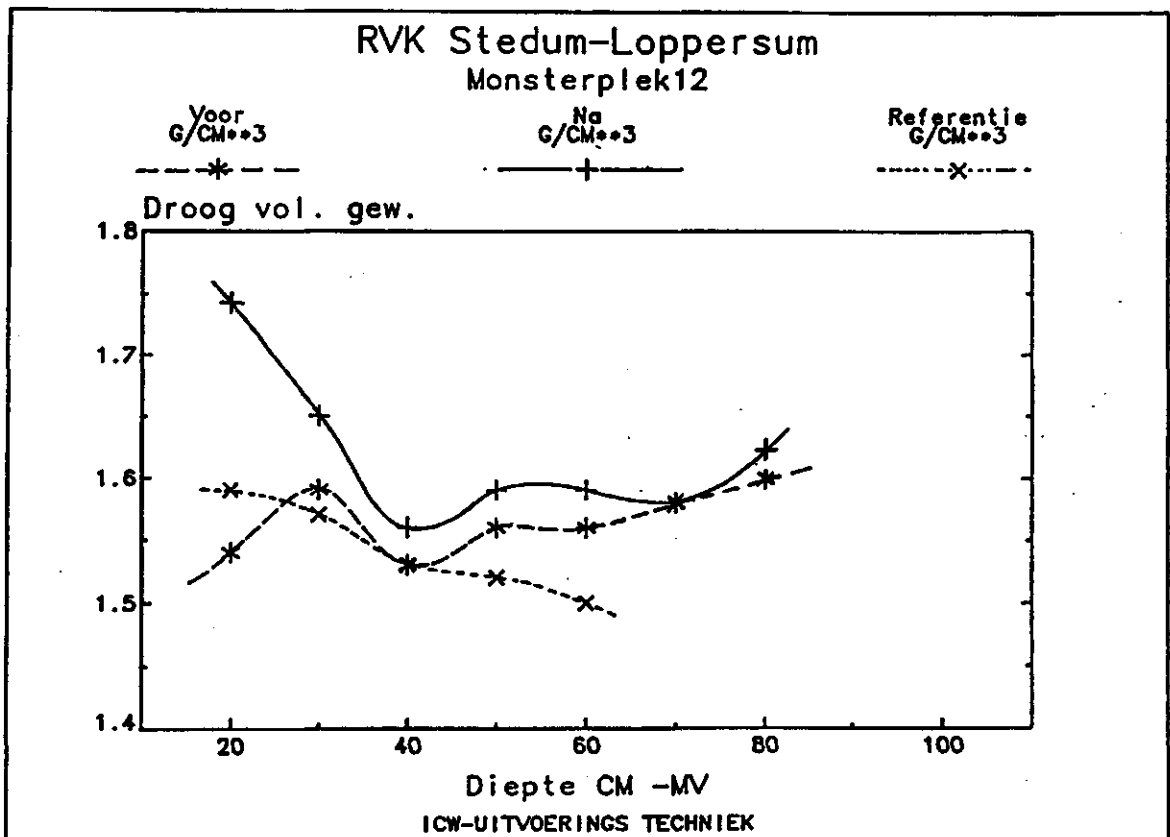
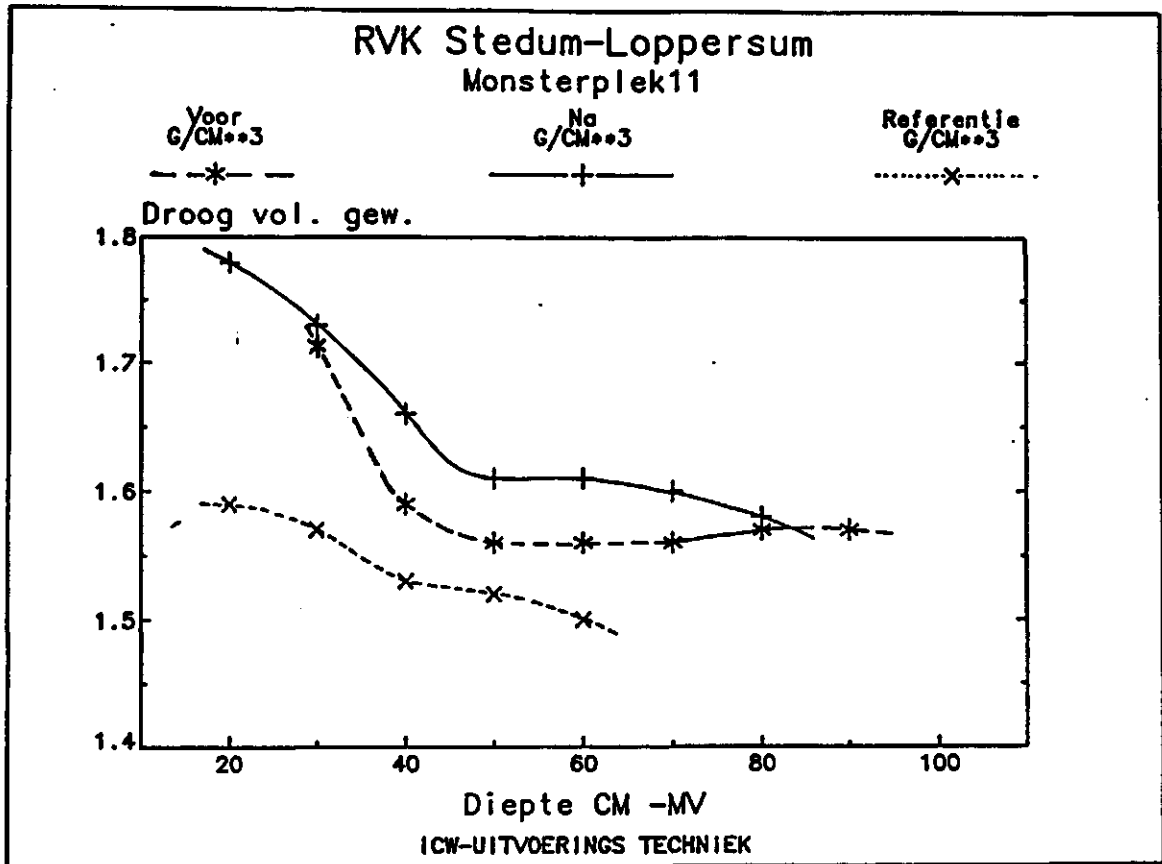
BIJLAGE 6.



BIJLAGE 7.



BIJLAGE 8.



BIJLAGE 9.

