

Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding
Wageningen

KWALITEITSASPECTEN BIJ HET LEGGEN VAN DRAINAGE

MET LASER GESTURDE DIEPTEREGELING

(Resultaten 1980)

C.P. Glas en M.P.J. Hijne

**BIBLIOTHEEK
STARINGGEBOUW**

Nota's van het Instituut zijn in principe interne communicatiemiddelen, 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

15N 148755-02

I N H O U D

	Blz.
1. INLEIDING	1
2. WERKMETHODE	3
2.1. Inzet machine	3
2.2. Instelling werkdiepte	4
3. RESULTATEN METING	6
3.1. Laservlak	6
3.2. Eindbuizen	11
3.3. Ligging van drains in het verticale vlak	13
4. SAMENVATTING	16
LITERATUUR	17
BIJLAGEN	

1. INLEIDING

De snelle ontwikkeling op het gebied van drainage materieel en materiaal en de toepassing van lasertechnieken hebben ertoe bijgedragen dat de produktiviteit en produktie verhoogd zijn. De eisen die aan de kwaliteit van het huidige drainagewerk gesteld worden stammen uit de tijd dat de machinist de hoogte moest inzichten met behulp van zichtborden. In de praktijk is gebleken dat de ligging van de drains die op de traditionele wijze gelegd zijn voldoen aan de gestelde eisen. Omtrent de kwaliteit die geleverd wordt door de moderne machines is weinig of niets bekend.

In overleg met de Landinrichtingsdienst is een onderzoek ingesteld naar de kwantitatieve en de kwalitatieve prestaties van draai- en neermachines die uitgerust zijn met een laser gestuurde diepteregeling. In deze nota wordt het kwalitatieve aspect behandeld, in een afzonderlijke nota (HLJNE en GLAS, 1980) de prestaties.

Middels een mededeling aan de aannemer werd het mogelijk gemaakt dat waarnemingen en metingen konden worden verricht op de binnen het bestek van de ruilverkaveling Oost- en Westdongeradeel vallende werken door medewerkers van het ICW. Zodoende kon het onderzoek als stage-opdracht worden uitgevoerd door studenten van de Bosbouw- en Cultuurtechnische School te Velp. De waarnemingsperiode van 8 april tot 15 juni 1980 was hierdoor beperkt.

De ruilverkaveling Oost- en Westdongeradeel omvat gronden van de gemeenten Oostdongeradeel, Westdongeradeel en Dantumadeel, de totale oppervlakte bedraagt 14 500 ha waarvan 13 200 ha cultuurgrond. De bovengrond varieert van lichte zavel tot zware klei met hier en daar veen een in de ondergrond (CCC, 1970).

Het merendeel van de waarnemingen is verricht in de omgeving van Engwierum (Oostdongeradeel), daarnaast zijn ook waarnemingen uitge-

voerd bij Hantumhuizen. Het drainagewerk is gedurende de waarnemingsperiode (april tot juni) onder goede weersomstandigheden uitgevoerd, zie bijlage 1.

In het besteksgebied waar de kwaliteitsmetingen zijn uitgevoerd was slechts één draineermachine werkzaam. Het betrof een sleufgravende draineermachine van het merk Hollandrain type GSS 200. Het motorvermogen van deze machine is 146 kW (198 pk) bij 2000 omw./min. Met behulp van een laser werd de diepte automatisch geregeld waardoor de machinist zich in ruimere mate kon concentreren op de besturing.

Het onderzoek was erop gericht inzicht te krijgen in de kwaliteit die een moderne draineermachine en de daarbij behorende randapparatuur levert.

Om bovenstaande redenen zijn de volgende aspecten onderzocht:

- helling waaronder de laser staat ingesteld,
- ligging van de eindbuis in het talud,
- ligging van de drain.

Om tot een oordeel te komen over de waarnemingen zijn de normen gehanteerd die door de opdrachtgever, de plaatselijke commissie voor de ruilverkaveling Oost- en Westdongeradeel, zijn omschreven in het bestel voor het blok Engwierum. Enkele van deze bestekseisen worden weergegeven in bijlage 2.

2. WERKMETHODE

2.1. In z e t m a c h i n e

Aan de hand van de drainagekaart worden door een uitzetter piketten op het te draineren perceel geplaatst, zodat de machinist kan zien in welke richting de drain moet worden gelegd en op welke diepte de eindbuis moet komen.

Bij aanvang van het draineren wordt een roterende laser opgesteld, die een bepaalde lichtstraal uitzendt.

De laser wordt, indien mogelijk, zo opgesteld dat deze op een lijn staat met de (te leggen) eindbuizen, zie fig. 1.

Het busje waarmee het personeel van de drainmachine zich van en naar het werk begeeft, wordt zodanig geplaatst dat de opstelling uit de wind staat (fig. 1).

De laser is zelf-corrigerend en zendt alleen een signaal uit als deze correct opgesteld staat. Bij harde wind kan de opstelling uit positie raken, waardoor de laser even geen signaal uitzendt.

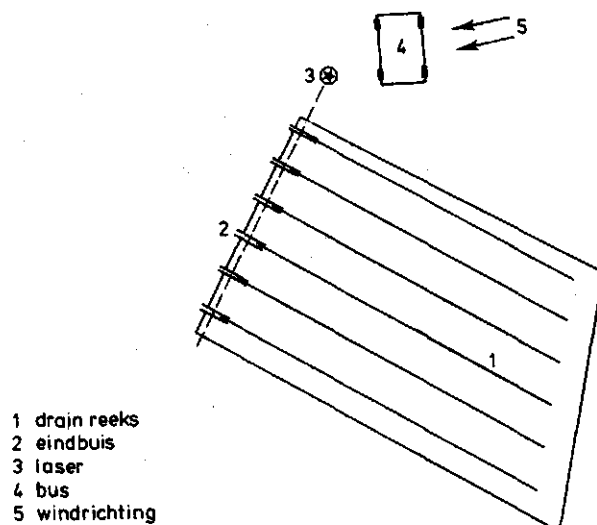


Fig. 1. Schematische weergave van te draineren perceel met opstelling laser

2.2. I n s t e l l i n g w e r k d i e p t e

Dit kan op verschillende manieren gebeuren. De wijze van instelling die het meest is waargenomen is als volgt.

Meestal is er op een te draineren perceel een piket waarop het hoogteverschil vermeld is tussen koppiket en drain (fig. 2. De machinist laat de graafarm in het talud zakken tot de legkoker op diepte is zoals op het piket is vermeld. Vervolgens wordt de ontvanger zo ingesteld dat het signaal van de laser ontvangen wordt.

In het geval dat een hoogte-piket 'ver' verwijderd is van de plaats waar drains moeten worden gelegd, wordt de volgende methode toegepast. Op een hoogte-piket wordt een 'zichtijzer' geplaatst. Over dit zichtijzer wordt naar de horizon gekeken waardoor de laser kan worden ingezicht (fig. 3).

Een derde methode is het bepalen van signaalhoogten met een laser-sensor^{*}. De hoogte van de laserstraal kan op twee wijzen worden afgesteld c.q. gemeten:

- de sensor op een baak geplaatst, wordt op y m boven NAP gezet, vervolgens wordt de laser zo in hoogte versteld dat de sensor het signaal ontvangt,
- de sensor op de baak bevestigd, ontvangt het signaal van de laser die min of meer willekeurig op hoogte is gesteld. Door sommatie van pikethoogte en baakaflezing kan de hoogte van het signaal t.o.v. NAP) berekend worden.

Vervolgens kan de hoogte van de ontvanger op de draineermachine worden afgesteld (fig. 4).

*Een laser-sensor is een instrument waarmee de positie van de laserstraal is te bepalen door middel van een licht- of akoestische-signalering

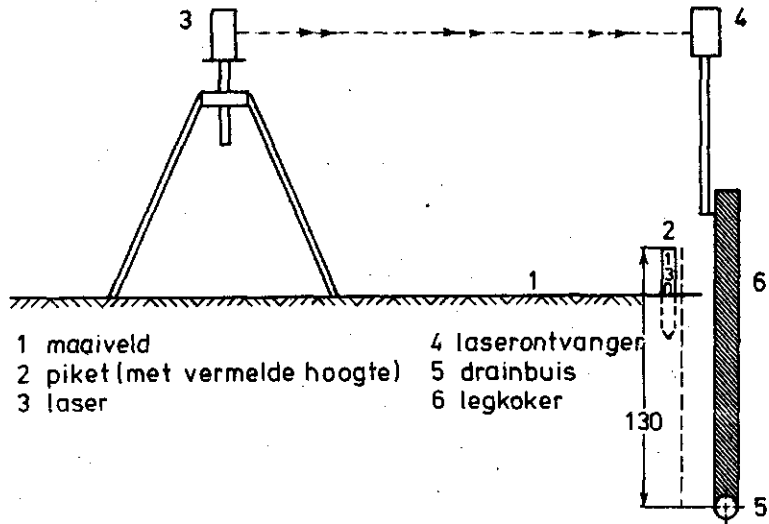


Fig. 2. Op diepte brengen van legkoker en instellen van laserontvanger met piket.

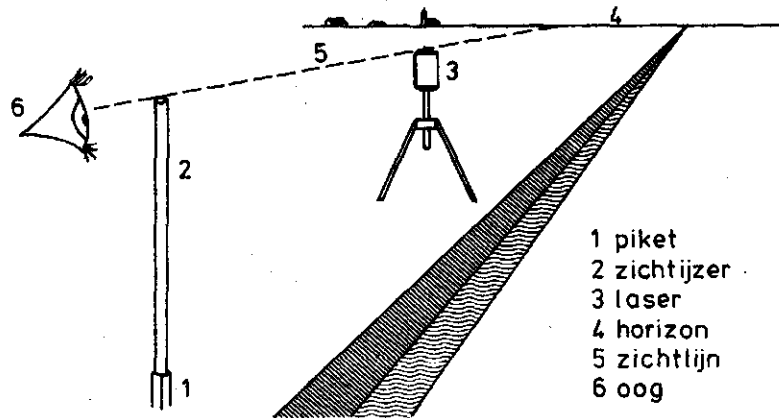


Fig. 3. Inzichten van de laser.

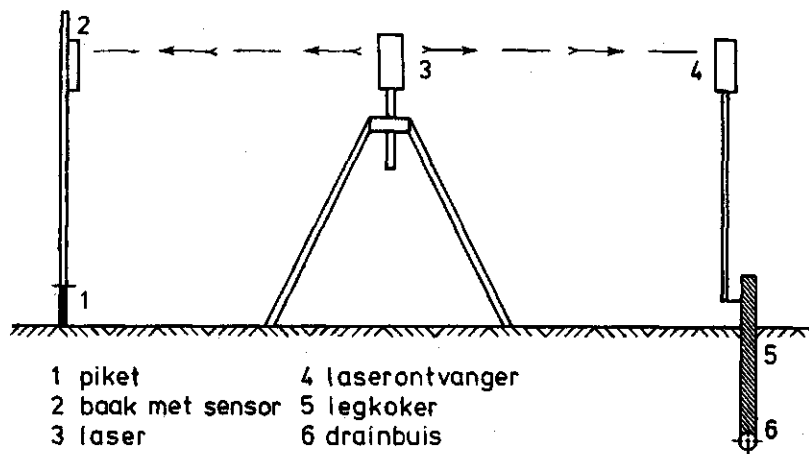


Fig. 4. Instelling laser of bepaling baakhoogte met behulp van een lasersensor.

3. RESULTATEN METING

3.1. L a s e r v l a k

3.1.1. Meetmethode en meetresultaten

Om het vlak te kunnen controleren zijn de volgende voorzieningen getroffen.

Op een perceel zijn piketten geplaatst en van deze piketten zijn de onderlinge afstanden gemeten. Wanneer de onderlinge afstanden bekend zijn kunnen de hoeken worden berekend door toepassing van de cosinusregel.

De hoogte van het lasersignaal is gemeten met piket, sensor en baak.

De signaalhoogte werd verkregen door de hoogte van het piket te tellen bij de met behulp van de sensor af te lezen baakhoogte. In principe is een vlak door drie punten bepaald, ter controle is echter steeds gestreefd naar vier of meer signaalhoogten per opstelling.

De hoogte van de laserstraal was soms moeilijk met de sensor en de baak te bepalen. Mogelijk werd dit veroorzaakt door:

- de harde windstoten waardoor, zoals eerder werd aangegeven, af en toe geen signaal werd uitgezonden,
- de constructie van de sensor,
- divergentie van de laserstraal, indien op grotere afstand van de laser werd gemeten.

De wijze waarop de helling van het laservlak werd bepaald wordt hier omschreven. Voor het berekenen van deze helling wordt gebruik gemaakt van een drietal gemeten hoogten, zie fig. 5, gelegen op de hoekpunten van de driehoek ABC. Voor iedere hoogte geldt dat de signaalhoogte (plaatselijke laservlakhoogte) gelijk is aan de som van de pikethoogte (hoogte t.o.v. NAP) en de hoogte van de baakaflezing (sensorhoogte op baak). In wezen onderscheiden wij een tweetal vlakken waarvan het ene, het NAP-vlak, wordt voorgesteld door het vlak door ABC en het tweede, het laservlak, wordt voorgesteld door het vlak door A'B'C'. Als voorwaarde wordt gesteld dat de lijnstukken AA', BB' en

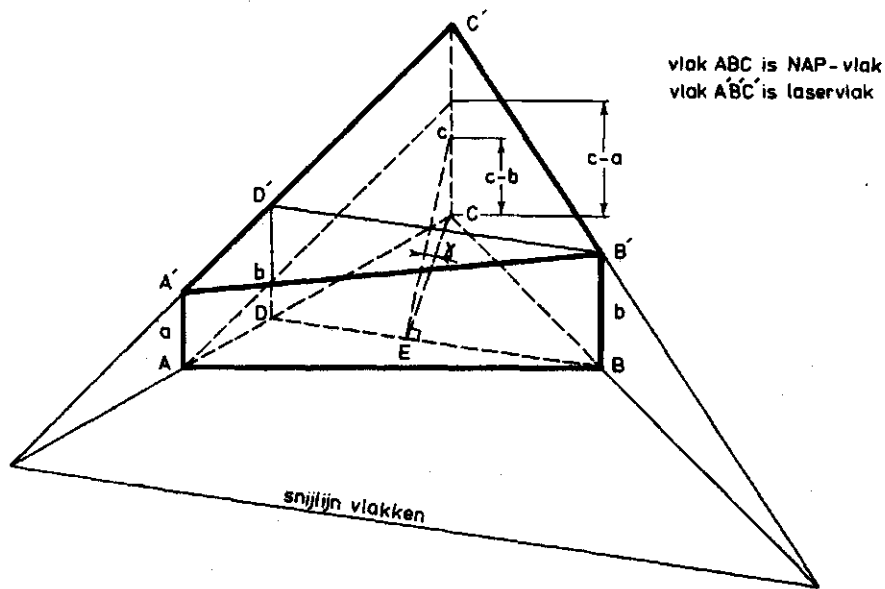


Fig. 5. Voorstelling vlakken

CC' loodrecht staan op het vlak ABC, waarbij de laagst waargenomen signaalhoogte wordt voorgesteld door het lijnstuk AA' en de hoogst waargenomen signaalhoogte door lijnstuk CC'.

De hoek tussen de vlakken wordt nu gevormd door de hoek tussen de loodlijnen neergelaten op de snijlijn (van beide vlakken) vanuit C en C'. Willen wij ons een voorstelling maken binnen de beide driehoeken ABC en A'B'C' dan zullen wij het een en ander moeten verschuiven. Hiervoor trekken wij een lijn door B evenwijdig aan de snijlijn van de vlakken. Het snijpunt van deze lijn door B en lijn AC noemen we D. De lijn loodrecht in D op vlak ABC zal A'C' snijden in D'. Er geldt nu DD' = BB' en DB/DD'B' enz. De hoek γ stelt de vlakhoek voor.

Voor het bepalen van deze hoek op de door ons gedachte wijze is het allereerst noodzakelijk dat de grootte van hoek ACB bepaald wordt. Dit kan door voor driehoek ABC de cosinusregel toe te passen, hetgeen als volgt verloopt

$$AB^2 = AC^2 + BC^2 - 2AC \times BC \times \cos(\angle ACB) \text{ hieruit volgt}$$

$$\cos(\angle ACB) = \frac{AC^2 + BC^2 - AB^2}{2AC \times BC}$$

Vervolgens is uit de verhouding $(b - a) : (c - a) = AC - DC) : AC$ de afstand DC te bepalen. Doordat hoek ACB bekend is kan de oppervlakte van driehoek BCD berekend worden want

$$1/2 \sin (\angle ACB) \times DC \times BC = \text{opp. BCD}$$

Van driehoek DCB is CE de loodlijn op DB. Voor het bepalen van γ is het nodig dat we de lengte van BD en CE weten

$$BD = \sqrt{DC^2 + BC^2 - 2DC \times BC \times \cos (\angle ACB)} \quad (\text{cosinusregel})$$

$$\text{en Opp. BCD} = \frac{1}{2} CE \times BD \quad \text{daaruit volgt } CE = \frac{2 \text{ opp. BCD}}{BD}$$

De helling van het vlak door A'B' en C' is nu te bepalen

$$\text{tg } \gamma = \frac{c - b}{CE}$$

Na substitutie en vereenvoudiging zijn wij tot het volgende gekomen

$$\text{tg } \gamma = \frac{c - b \sqrt{AC^2 \times Z^2 - Z(AC^2 + BC^2 - AB^2) + BC^2}}{2 \times Z \times \text{opp. } \Delta ABC} \quad \text{of}$$

$$\text{doordat opp. } \Delta ABC = \sqrt{S(S - AC)(S - BC)(S - AB)}$$

$$\text{tg } \gamma = \frac{c - b \sqrt{AC^2 \times Z^2 - Z(AC^2 + BC^2 - AB^2) + BC^2}}{2 \times Z \times \sqrt{S(S - AC)(S - BC)(S - AB)}}$$

$$\text{waarin } Z = 1 - \left(\frac{b - a}{c - a}\right) \text{ en } S = \frac{1}{2}(AC + BC + AB)$$

De meetresultaten van de metingen ten aanzien van de helling van het laservlak worden voor de diverse perceelsdelen weergegeven in tabel 1.

Tabel 1. Resultaten metingen laservlak

Perceel	Perceeldeel opp m ²	Helling cm/100 m	Gem.helling cm/100 m
L ₁	1115,51	10,9	
	2794,64	14,0	
	2526,06	12,9	
	571,10	9,2	12,7
L ₂	3887,69	12,9	
	904,12	13,2	
	2526,06	12,5	12,8
B*	901,69	10,8	10,8
E	1744,36	2,5	
	4314,10	2,9	
	2555,29	3,0	2,8

*Bij meting van het laservlak van perceel B zijn drie signaalhoogten ingemeten dus hier was geen controle mogelijk

De helling van een groot vlak, kan relatief nauwkeuriger bepaald worden. Daarom is de oppervlakte als wegingsfactor gebruikt om tot een gemiddelde te komen.

3.1.2. Laser-richting ten opzichte van drainage-richting

Tijdens de waarnemingen is geconstateerd dat de laser soms op een dergelijke wijze was opgesteld, dat de hellingsrichting van het laservlak niet gelijk gericht was aan die van de drainage. In een viertal voorbeelden wordt dit getoond in fig. 6.

Doordat de richting van het laservlak niet gelijk is aan de drain-richting, zal voor de in fig. 6 geschetste gevallen de helling van de drainage kleiner zijn dan de helling van het laservlak. De drain-helling ($\text{tg } \beta$) komt overeen met het produkt van de cos van de hoek tussen de richting van het laservlak en de drainagerichting (φ) en de helling van het laservlak ($\text{tg } \alpha$).

$$\text{tg } \beta = \cos \varphi \cdot \text{tg } \alpha$$

De aldus bepaalde drainhellingen worden gegeven in tabel 2. De hoek tussen beide bedoelde richtingen wordt dus voorgesteld door φ

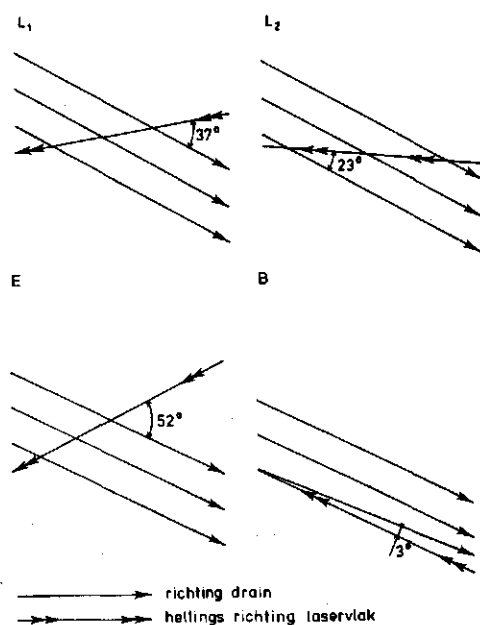


Fig. 6. Drainrichting en hellingrichting van het laservlak

Tabel 2. Helling waaronder gedraineerd is

Perceel	Helling laser cm/100 m	Hoek φ	Helling drainage cm/100 m
L1	12,7	37°	10,1
L2	12,8	23°	11,8
B	10,8	3°	10,8
E	2,8	52	1,7

3.1.3. Conclusie

De richting van de laserhelling en de richting van de drainage komen soms niet overeen.

Het een en ander heeft tot gevolg dat het drainageverhang zoals reeds werd aangegeven, kleiner is dan de helling van het laservlak. Bovendien ontstaat er binnen een perceel, mits bij dezelfde laseropstelling is gewerkt, een (klein) hoogteverschil in de ligging van de drains.

Van de vier metingen werd in drie gevallen een redelijke tot goede overeenstemming tussen drainagehelling en besteksvoorschriften, zie bijlage 2, gevonden.

3.2. Eindbuizen

3.2.1. Ligging Eindbuizen

Volgens het bestek behoren de eindbuizen zodanig te worden aangebracht dat zij 0,10 m binnen het sloot- of leidingtalud vallen.

In de verkaveling worden eindbuizen in een tweetal diameters gebruikt, namelijk met een doorsnede van 5 en 6 cm. De lengte van de eindbuis is ca. 100 cm. Bij het draineren wordt de eindbuis over de drain geschoven. In de eindbuis zijn lipjes aangebracht die tussen de ribbels van de drainbuis blijven klemmen, waardoor de eindbuis goed om de drain wordt vastgehouden. Direct nadat de drain met eindbuis is gelegd wordt de doorgraving in het talud met grond en zoden afgewerkt. De uitstroming van het drainwater wordt af en toe belemmerd en soms gestagneerd doordat er grond van de doorgraving voor de eindbuis komt te liggen.

De afstand waarover de eindbuis binnen het talud ligt is gemeten tot midden bovenkant eindbuis. Aangezien de taluds oneffen zijn is de aflezing op 5 cm afgerond. De resultaten van de metingen worden vermeld in tabel 3.

Tabel 3. Ligging van eindbuizen in het talud

Perceel	Ligging eindbuis binnen het talud in cm							\bar{x} in cm	\bar{sdev} in cm
	-10	5	0	5	10	15	20		
	aantal	aantal	aantal	aantal	aantal	aantal	aantal		
L	1	3	4	5	2	-	-	1,3	5,8
M	-	-	3	3	5	-	-	5,9	4,4
F	-	-	1	1	1	1	-	7,5	6,5
K	-	-	2	7	8	3	-	8	4,4
N	-	-	2	4	3	-	1	7,0	5,9
H	-	1	3	6	1	-	-	3,2	4,0
totaal	1	4	15	26	20	4	1		

3.2.2. Ligging van eindbuizen ten opzichte van NAP

Van enkele eindbuizen is de hoogte van de eindbuis ten opzichte van NAP gemeten. De hoogte is gemeten tot midden bovenkant eindbuis. Resultaten ligging ten opzichte van NAP zie tabel 4.

Tabel 4. Hoogte ligging eindbuis

Perceel	diameter mm	Hoogte ten opzichte van NAP in m		
		midden bovenkant buis	midden onderkant buis	bestek eis
M	60	1,23	1,29	1,30
B	60	1,21	1,27	1,30
F	60	0,69	0,75	0,60
E	60	1,36	1,42	1,30

3.2.3. Conclusie

De directie meet de lengte waarover de eindbuis binnen het talud ligt, van talud tot middenbuis. Dit betekent als wij aannemen dat de gemiddelde taludhelling $1:1\frac{1}{2}$ is, dat de door ons gemeten lengten met ca. 4 cm vermeerderd moet worden om ze te kunnen toetsen aan de eis in het bestek.

Het merendeel van de buizen 61 van de 71 liggen ca. 4 tot 14 cm binnen het talud. Vijf eindbuizen steken uit het talud wat de kans op beschadiging tijdens het opschonen verhoogd.

Gemiddeld liggen de eindbuizen als wij meten op de wijze van de directie, ca. 9 cm binnen het talud.

Er zijn weinig metingen gedaan van eindbuizen en hun ligging ten opzichte van NAP. Op diverse percelen zijn afwijkingen geconstateerd groter dan 10 cm ten opzichte van de vereiste hoogte.

3.3. Ligging van drains in het verticale vlak

3.3.1. Meting van de drainligging

Met behulp van een baak, een waterpastaestel en een drainprikker is de diepteligging van de drains gemeten (zie fig. 7).

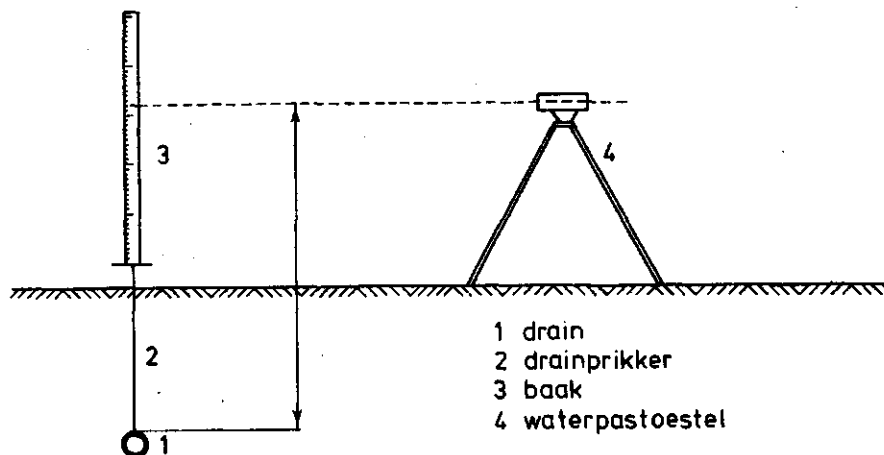


Fig. 7. Dieptemeting van drains

Om in een kort tijdbestek zoveel mogelijk drains te kunnen meten is de methode gebruikt die de afdeling Onderzoek van de Landinrichtingsdienst Drenthe ook hanteert. Deze methode houdt in dat per drain de diepteligging om de 5 meter tot 150 m vanaf de uitmonding wordt opgemeten en grafisch wordt uitgezet. Daarnaast wordt er elke 25 meter om de meter gemeten over een lengte van 5 m.

Over het algemeen zijn de drains gemeten bij gedichte sleuf binnen enkele dagen na het leggen van de drains. De drains zijn in veel gevallen gelegd voordat egalisatie heeft plaatsgevonden.

Resultaten van de metingen ten aanzien van de diepteligging worden gegeven in tabel 5.

3.3.2. Verhang

In kolom 3 van tabel 5 is het gerealiseerd verhang vermeld. Grote afwijkingen ten opzichte van het voorgeschreven verhang, dit is 1 cm per 10 m, moeten worden voorkomen in verband met de gewenste draaindiepte, berekende drainafstand of de maximaal te ontwateren oppervlakte. Bovendien kunnen in bepaalde delen van de drain tengevolge van negatief verhang water en zand achterblijven.

Tabel 5. Resultaten van de metingen ten aanzien van de diepteligging van drains

Perceel	Drain Verhang		Aantal afwijkingen ten opzichte van gerealiseerd verhang								Gemeten drain- lengte in m	
	no	Ø in mm	cm/10 m	uitmonding				5 m waarneming				
				te hoog		te laag		te hoog		te laag		
				aant. punt.	aant. punt.	aant. punt.	aant. punt.	aant. punt.	aant. punt.			
A	60	2,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	35
B	60	0,8	-	-	x	1	x	1	x	1	60	
C	60	1,2	-	-	-	-	-	-	-	-	150	
D	1 60	1,2	-	-	-	-	-	-	-	-	60	
	2 60	1,5	x	1	x	1	-	-	-	-	60	
E	60	2,2	x	1	x	2	x	1	x	1	70	
F	1 60	1,3	-	-	x	1	x	1	x	2	150	
	2 60	1,1	-	-	x	2	-	-	x	2	150	
G	1 60	0,9	x	1	-	-	-	-	-	-	90	
	2 60	1,2	-	-	-	-	x	1	x	1	85	
H	1 50	1,3	-	-	-	-	x	3	x	1	135	
	2 50	1,4	-	-	x	1	x	3	x	1	150	
K	60	1,2	-	-	x	1	-	-	-	-	150	
L	50	0,7	x	1	x	1	-	-	-	-	30	

De verhanglijnen zijn berekend door een lineaire regressie uit te voeren volgens de methode van de kleinste kwadraten (zie bijlage 3 t/m 16). De doorgetrokken lijn in de grafiek geeft het daadwerkelijk gerealiseerd verhang aan. De tolerantiegrenzen, die worden weergegeven door twee onderbroken lijnen, lopen parallel aan de lijn die het daadwerkelijk gerealiseerd verhang aangeeft. Voor drainagebuizen met een drainbuis doorsnede van 50 mm ligt de grens bij 2,2 cm en bij 60 mm bij 2,65 cm van de daadwerkelijk gerealiseerde verhanglijn.

De uitmondingen waarvan vele afweken van het daadwerkelijk gerealiseerd verhang zijn apart beoordeeld. Vanaf het begin van de eind-

buis, tot en met 10 meter van begin drain wordt als uitmonding beschouwd.

Bovenomschreven beoordelingsmethode is mede gebaseerd op het al eerder genoemde onderzoek van de Landinrichtingsdienst Drenthe. Daarin wordt tevens nagegaan hoe vaak de tolerantiegrenzen zijn overschreden. Dit is ook in tabel 5 aangegeven, waarbij bovendien het aantal meetpunten per overschrijding is genoemd.

3.3.3. Conclusie

Een groot aantal drains (zie tabel 3) vertonen afwijkingen ten opzichte van de verhanglijn. Vooral op de eerste 10 meter van de drain worden veel afwijkingen waargenomen. Betreffende de uitmonding zijn bij 9 van de 14 gemeten drains overschrijdingen van de besteks-tolerantiegrenzen waargenomen.

Bij de 5 m waarneming bij 7 van de 14 gemeten drains zijn totaal 17 afwijkingen waargenomen. Over het algemeen betreft het hier geen grote uitschieters.

Bij 3 drains is geen enkele afwijking gevonden.

Wat de oorzaak(zaken) is (zijn) van de afwijkingen kon bij het onderzoek niet worden vastgesteld.

Gezien de onregelmatigheden nabij de uitmondingen van de drains zou het zinvol zijn de meet- en beoordelingsmethode van de Landinrichtingsdienst Drenthe uit te breiden met een verdichting van de metingen in de eerste 5 meter van de drain (1 meting per meter).

4. SAMENVATTING

Over de kwaliteit van het werk dat geleverd wordt door een moderne draineermachine met randapparatuur, was onvoldoende inzicht aanwezig. Om hier meer inzicht in te krijgen is in overleg met de Landinrichtingsdienst een onderzoek ingesteld naar enkele kwaliteitsaspecten zoals gerealiseerd verhang, diepteligging en situatie eindbuizen.

Onderzocht is het werk van een sleufgravende draineermachine werkzaam in de ruilverkaveling Oost- en Westdongeradeel.

Om de meting te kunnen beoordelen zijn de normen gehanteerd welke omschreven zijn in het bestek (GRONTMIJ, 1979).

Het opstellen en afstellen van de laser kan op 3 manieren worden uitgevoerd, enkele van deze lijken discutabel. Bij vier opstellingen van de laserapparatuur is de ligging van het vlak van de roterende straal opgemeten. Het komt voor dat de hellingsrichting van het laservlak niet parallel is aan de hellingsrichting van het drainvlak, waardoor afwijking in het verhang van de drainage ten opzichte van het vereiste kan optreden.

Van een aantal eindbuizen is gemeten hoe deze ten opzichte van het talud liggen. Het overgrote deel ligt 4 à 14 cm binnen het talud, enkele steken buiten het talud. Voor een oordeel over de ligging van de eindbuizen ten opzichte van NAP zijn te weinig metingen.

Van veertien drains is de diepteligging gemeten en in grafiek gezet. Hier is gebleken dat er op de eerste tien meter van de drain veel afwijkingen voorkomen. Hoewel er ten opzichte van de verhanglijn afwijkingen voorkomen zijn deze over het algemeen niet groot. Voor beoordeling van het verhang en afwijkingen daarvan is gebruik gemaakt van de meet- en verwerkingsmethode zoals gebruikt door de Landinrichtingsdienst Drenthe.

De metingen geven inzicht in de resultaten van het werk van één draineermachine. Voor een beter beeld van de nauwkeurigheid waarmee met het hedendaagse materieel gedraineerd wordt, is verder onderzoek noodzakelijk. Onder meer dient aandacht te worden geschonken aan andere terreinomstandigheden, andere machinetypen zoals de Willnerploeg, en behandeling laserapparatuur.

LITERATUUR

CENTRALE CULTURTECHNISCHE COMMISSIE, 1970. Rapport voor de ruilverkaveling Oost- en Westdongeradeel, Utrecht.

GRONTMIJ N.V., 1979. Kavelinrichtingswerkzaamheden in het blok 'Engwierum' in de ruilverkaveling Oost- en Westdongeradeel. Bestek nr 11.79, De Bilt.

HIJNE M.P.J. en C.P. GLAS, 1980. Prestaties bij het leggen van drainage met machines. Nota 1214, ICW, Wageningen.

Bijlage 1

Neerslaggegevens jaar 1980 in mm
Dokkumer-Nieuwezijlen

Datum	April	Mei	Juni
1	1,4	-	0,2
2	4	-	-
3	2,5	-	0,1
4	-	-	-
5	-	0,1	-
6	-	0,1	0,1
7	-	-	-
8	1,3	-	2,0
9	1,1	-	-
10	0,6	-	0,6
11	-	-	-
12	-	-	-
13	-	-	-
14	-	-	0,2
15	-	-	0,1
16	-	-	-
17	-	-	-
18	1,9	-	-
19	1,6	-	-
20	6,3	-	-
21	-	-	-
22	0,4	-	-
23	-	0,3	-
24	0,2	0,3	-
25	2,2	-	-
26	0,5	-	-
27	-	-	-
28	3,1	0,2	-
29	3,2	2,4	-
30	-	2,0	-
31	-	2,7	-

Enkele bestekseisen waarnaar beoordeeld is

De drains zullen op variërende diepte onder het maaiveld moeten worden aangebracht en van het begin- tot het eindpunt van de reeks recht onder één lijn worden gelegd met een helling van 1 cm per 10 m.

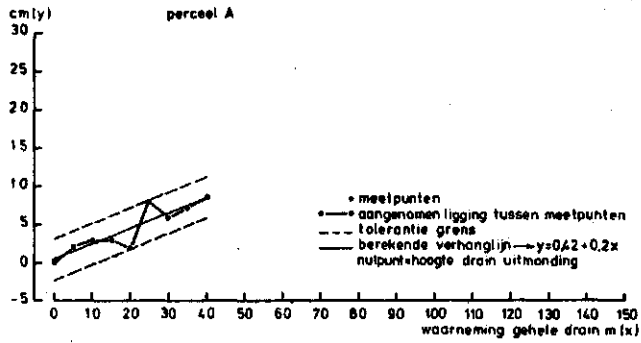
Indien bij controle blijkt, dat de afwijkingen in de hoogte van de gelegde drainreeksen meer dan 50% van de binnendiameter met een maximum van 0,03 m bedraagt, dient herstel zonder bijbetaling plaats te vinden.

De beginpunten van de reeksen moeten worden gedicht door de buis te verwarmen en samen te knijpen of door afsluiting met een kurken stop of pvc-kap. De buizen moeten onderling goed worden verbonden door middel van klikmoffen.

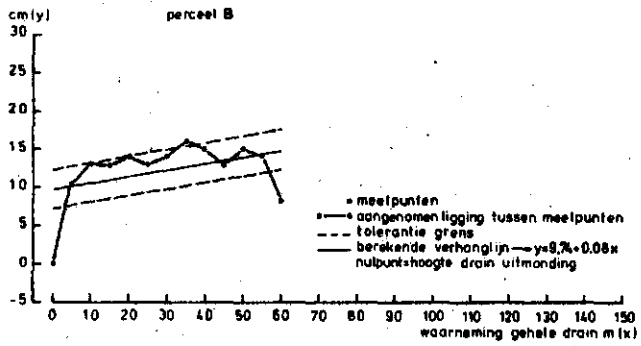
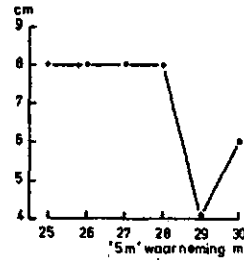
Grond, die in een storende hoeveelheid tengevolge van het draineren in de waterlopen en sloten is terechtgekomen, dient te worden verwijderd.

Het aanbrengen van pvc-eindbuizen, buislengte 1,00 m:

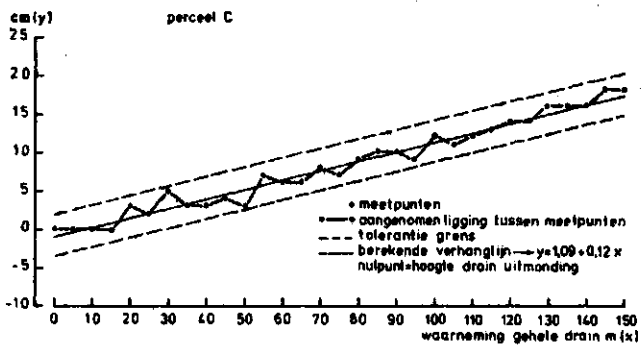
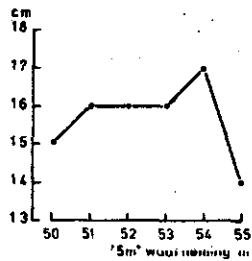
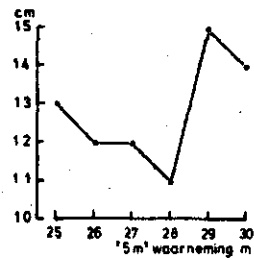
- De eindbuizen dienen een zodanige diameter te hebben, dat zij nauwsluitend passen om de ribbelbuis, waarmee gedraineerd wordt.
- De eindbuizen mogen aan de uiteinden niet schuin zijn afgesneden.
- De eindbuizen moeten gelijktijdig met de drainreeks worden aangebracht.
- De eindbuizen dienen zodanig te worden aangebracht, dat zij 0,10 m binnen het sloot- of leidingtalud vallen.
- De door het aanbrengen van eindbuizen ontstane doorgravingen van sloot- en of leidingtaluds dienen zoveel mogelijk met zoden of doorgroeide grond te worden hersteld.



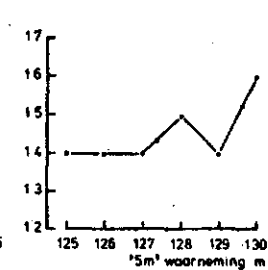
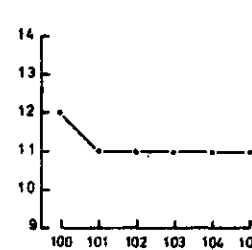
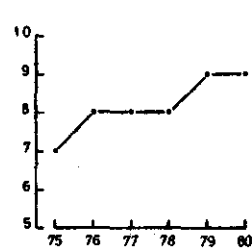
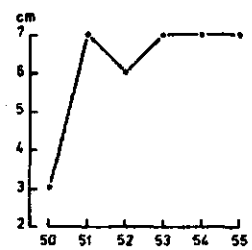
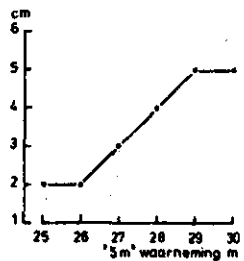
Bijlage 3

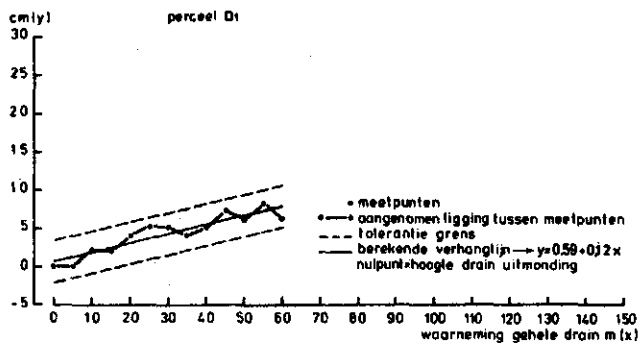


Bijlage 4

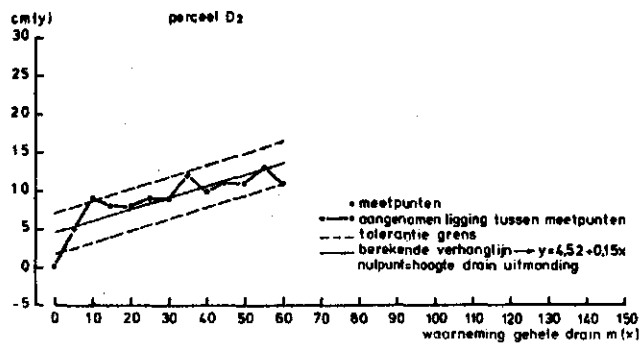
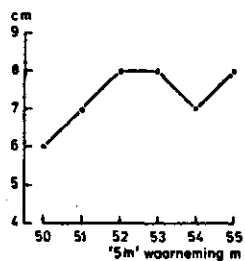
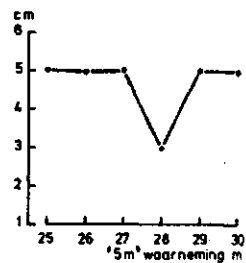


Bijlage 5

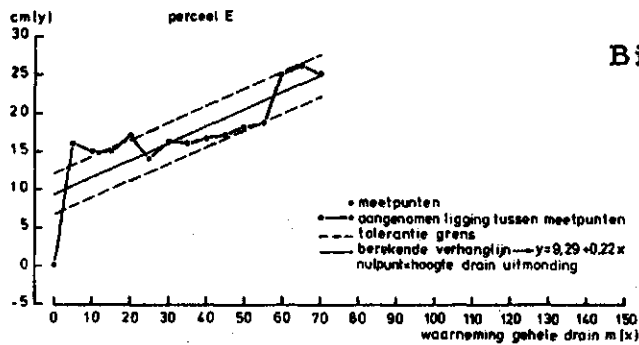
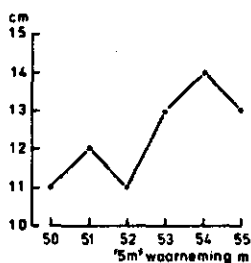
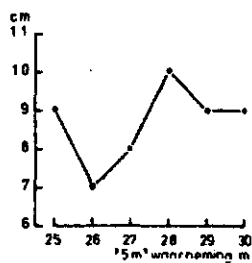




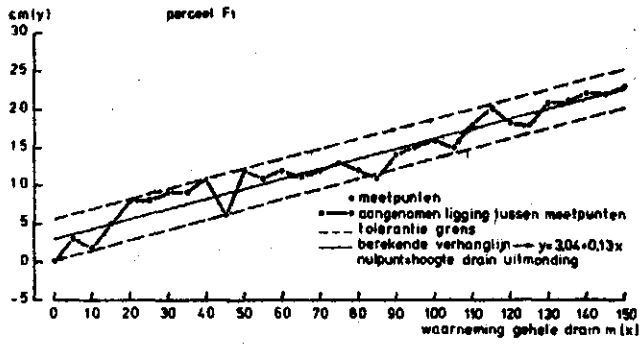
Bijlage 6



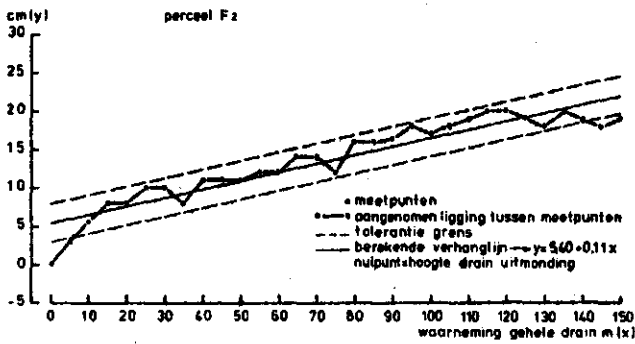
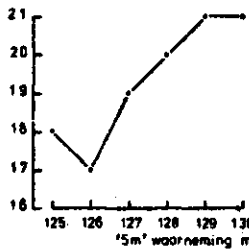
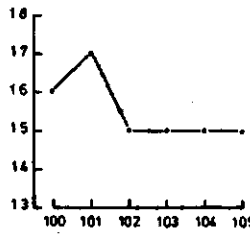
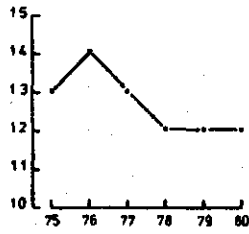
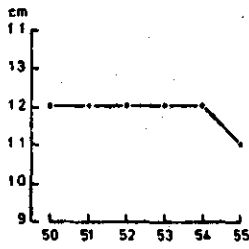
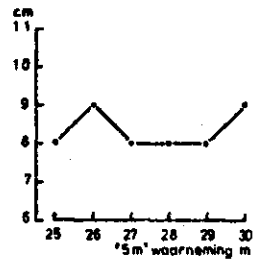
Bijlage 7



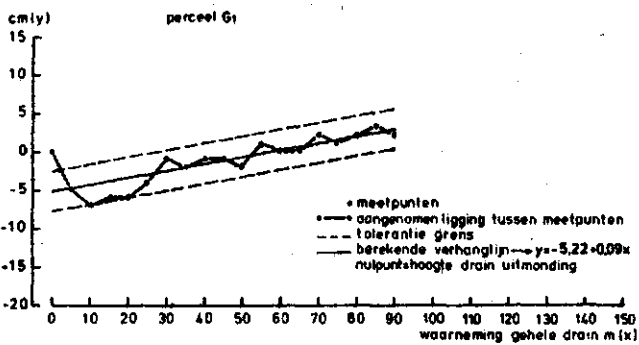
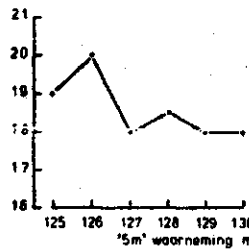
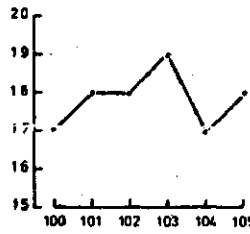
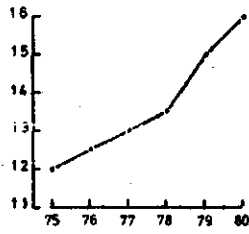
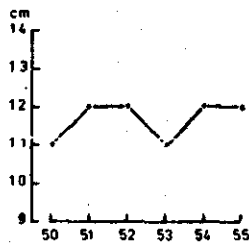
Bijlage 8



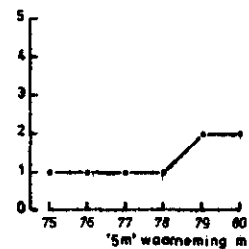
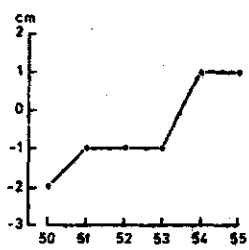
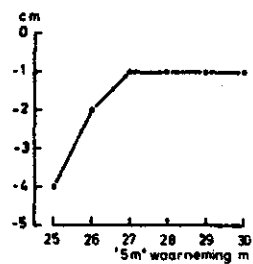
Bijlage 9

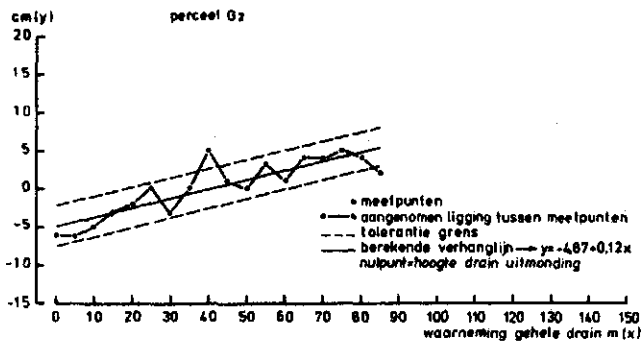


Bijlage 10

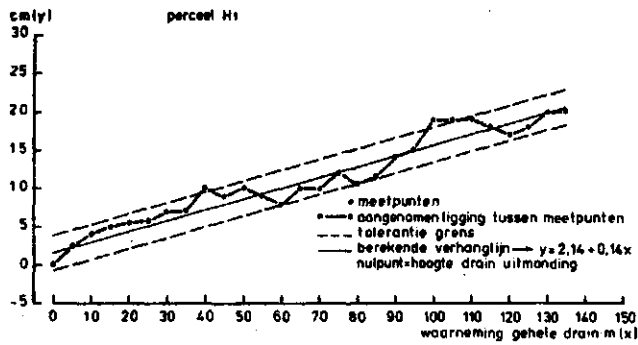
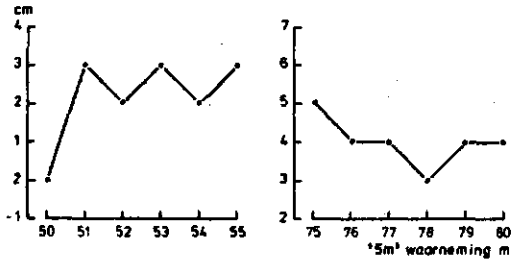
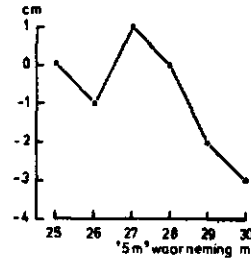


Bijlage 11

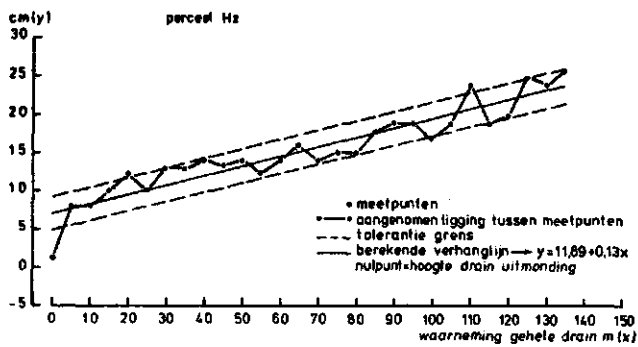
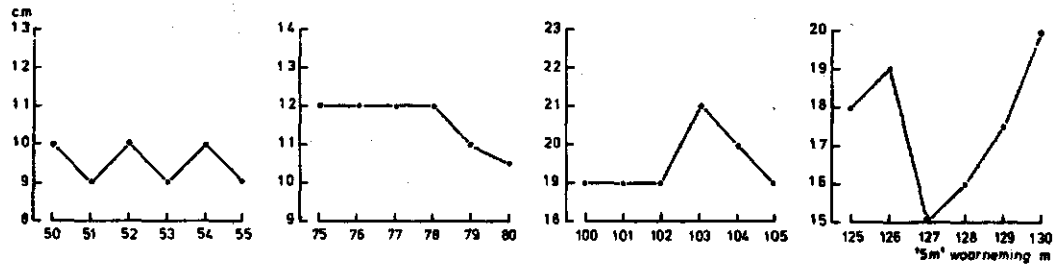
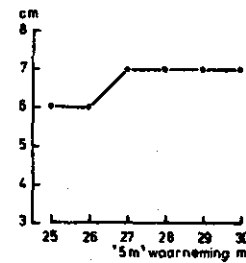




Bijlage 12



Bijlage 13



Bijlage 14

