

CODEN: IBBRAH (8-76) 1-36 (1976)

INSTITUUT VOOR BODEMVRUCHTBAARHEID

RAPPORT 8-76

ONDERZOEK NAAR DE BODEMFYSISCH EIGENSCHAPPEN OP HET KAVELINRICHTINGS-
PROEFVELD HALSEMA IN DE RUILVERKAVELING "DE MARNE"

door

P. BOEKEL

1976

Instituut voor Bodemvruchtbaarheid, Oosterweg 92, Haren (Gr.)

Inst. Bodemvruchtbaarheid, Rapp. 8-76 (1976) 36 pp.

INHOUD

1.	Inleiding	3
2.	Proefopzet	4
3.	Opmerkingen t.a.v. de uitvoering van de werkzaamheden	7
4.	Het verrichte onderzoek naar de bodemfysische eigenschappen	8
4.1.	Profielopbouw	8
4.2.	Ontwateringstoestand	8
4.3.	Eigenschappen van de bouwvoor	8
4.3.1.	Samenstelling en kalktoestand van de grond	8
4.3.2.	Verslemping in herfst en winter	12
4.3.3.	Bewerkbaarheid van de grond in het voorjaar	12
4.3.4.	Actuele structuur	12
4.4.	Oorzaken van plasvorming	12
5.	Resultaten van het onderzoek	13
5.1.	Profielopbouw	13
5.2.	Ontwateringstoestand	16
5.3.	Eigenschappen van de bouwvoor	22
5.3.1.	Samenstelling en kalktoestand van de grond	22
5.3.2.	Verslemping van de grond	22
5.3.3.	Bewerkbaarheid van de grond in het voorjaar	26
5.3.4.	Actuele structuur	30
5.3.5.	Oorzaken van plasvorming	30
6.	Samenvatting en conclusies	34
7.	Literatuur	36

1. INLEIDING

In tegenwoordige ruilverkavelingen wordt veel aan perceelsvergroting en herindeling van kavels gedaan. Daartoe worden sloten gedempt en nieuwe sloten gegraven. In het noorden van het land met zijn zgn. kruinige percelen geeft dat echter nogal wat moeilijkheden. De oude sloten liggen namelijk laag t.o.v. het midden van het perceel en omdat volledige egalitatie duur is, blijven ook de gedempte sloten vaak als laagten in het land achter. Daarbij ontstaat het gevaar dat deze laagten zich als natte plekken in het land gaan manifesteren, waar in de winter verslemping optreedt en waar de grond in het voorjaar laat bewerkbaar is.

De oorzaak daarvan kan zijn een onvoldoende ontwateringsmogelijkheid, een te lage ligging van het maaiveld t.o.v. het slootpeil, of een slechte doorlatendheid van de grond ter plaatse als gevolg van een sterke verdichting van de grond door de bij demping gebruikte bulldozers.

Uit eerder verricht onderzoek werd de indruk verkregen dat de laagten geen problemen behoeven op te leveren, wanneer tot voldoende diepte wordt ontwaterd (grondwaterstand in herfst en winter gemiddeld 1 m beneden maaiveld; Boekel 1974). Om dit nader in de praktijk te toetsen werd door de Cultuurtechnische Dienst een proef opgezet. In de ruilverkaveling "De Marne" werd binnen het bedrijf van de heer Halsema te Kloosterburen perceelsvergroting d.m.v. slootdemping gerealiseerd en werd getracht na te gaan op welke wijze aan de genoemde eisen t.a.v. ontwatering kan worden voldaan. Bij deze proef werden daartoe enkele wijzen van slootdemping toegepast (afschuiven en met dumpers) en verschillende drainageintensiteiten in de laagten gerealiseerd.

Voor, tijdens en na de uitvoering werden door enkele instituten in samenwerking met de CTD een aantal begeleidende waarnemingen verricht teneinde de invloed van de toegepaste maatregelen op grond en gewas zo goed mogelijk vast te stellen en te duiden.

Door het Instituut voor Bodemvruchtbaarheid werd daarbij vooral aandacht besteed aan de bodemfysische aspecten (profielopbouw, verslemping, bewerkbaarheid, actuele structuur). Daarover zal in het volgende worden gerapporteerd.

2. PROEFOPZET

Het bedrijf van de heer Halsema is ruim 50 ha groot, waarvan ongeveer 43 ha is ingericht als proefobject. Volgens de door de Stiboka uitgevoerde kartering (De Smet en Daniëls, 1971) bestaat het object vrijwel geheel uit poldervaaggronden, zeer lichte zavel. De profielopbouw is homogeen en tot een diepte van 60 à 90 cm kalkarm, daaronder kalkrijk.

De percelen zijn sterk kruinig; het hoogteverschil tussen kruin en slootrand is gemiddeld 80 cm. De perceelsvergroting is gerealiseerd door slootdemping en een relatief geringe opvulling van de laagten. De voor de slootdemping en verdere aanvulling van de laagten benodigde grond is verkregen uit nieuwe en hergraven sloten of door middel van ploegen en afschuiven van hoge perceelsgedeelten.

Ten behoeve van een goede afwatering werden de laagten diep gedraïneerd (1,20 m ÷ mv.) met gebakken aarden buizen (Ø 8 cm). Langs elke te dempen sloot werden aan weerszijden 1 of 2 reeksen gelegd. Bestaande drains werden daarop aangesloten. Diepe drainage was hier mogelijk doordat een diepe sloot (2 m) werd gegraven, waarin het slootpeil door onderbemaling voldoende laag kan worden gehouden. In fig. 1 en 2 is een overzicht van het object gegeven.

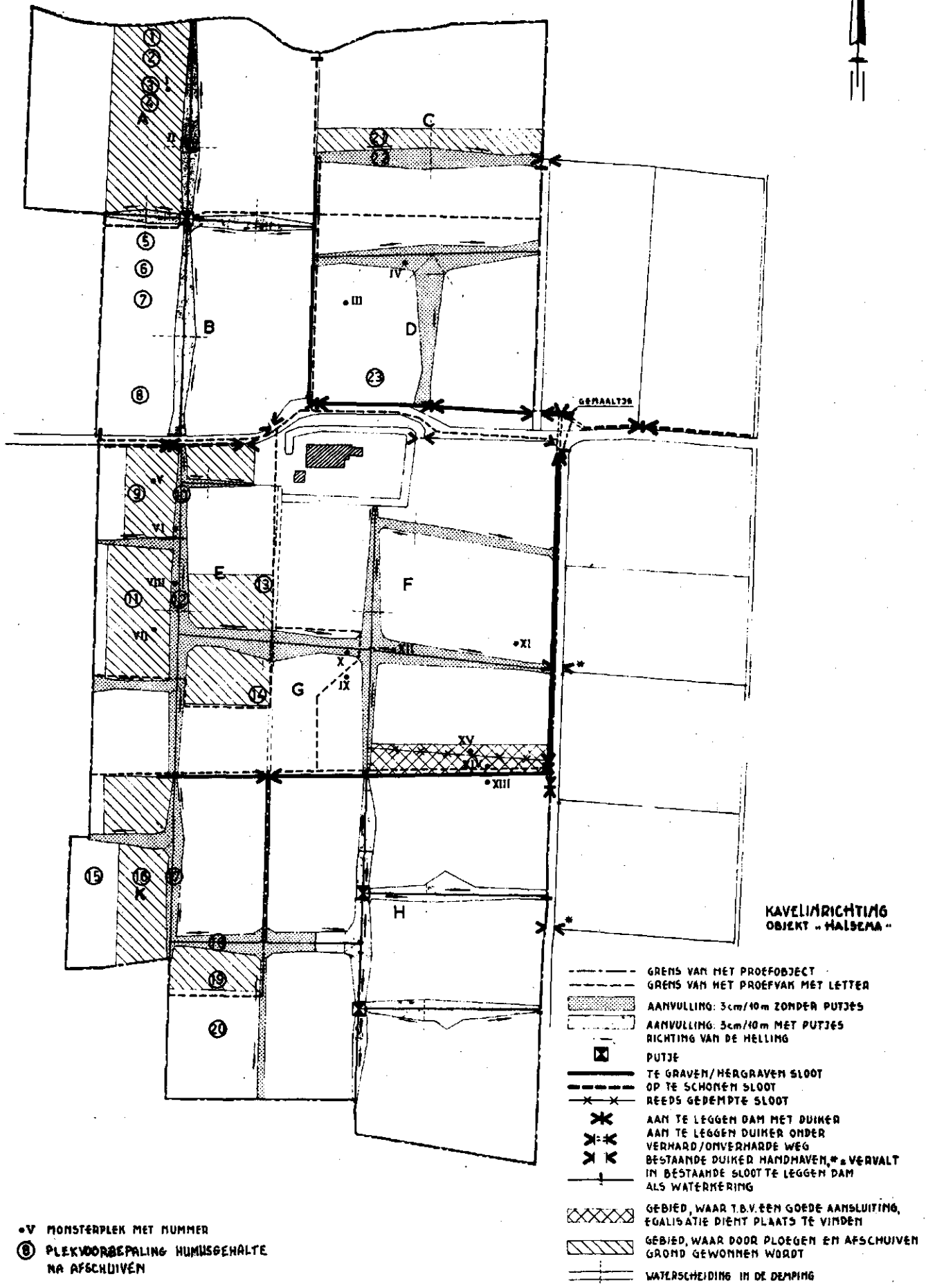


Fig. 1. Overzicht van kavelinrichtingsobject "Halsema" te Kloosterburen.

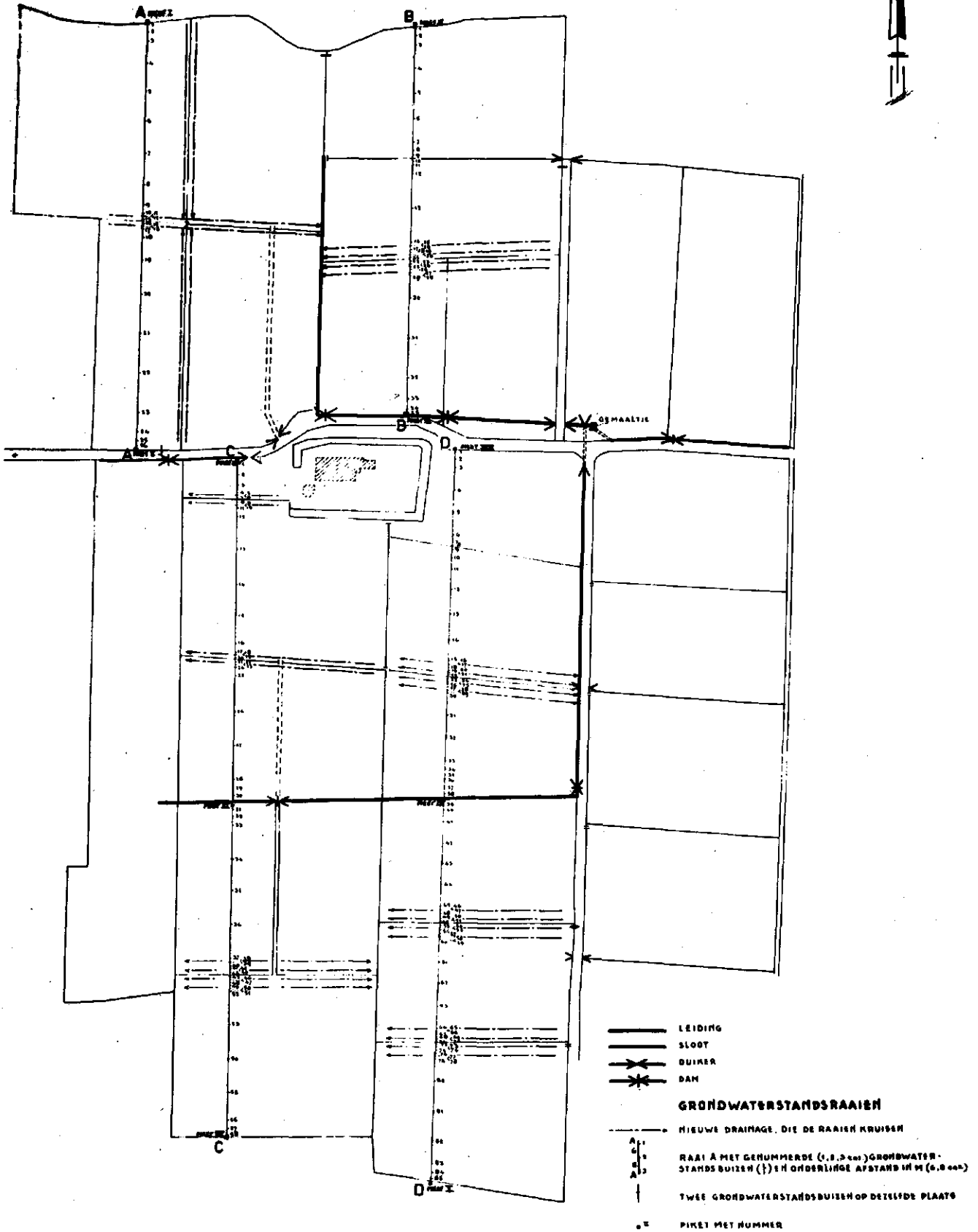


Fig. 2. Overzicht van drainage en grondwaterstandsbuizen op het kavelinrichtings-
 object Halsema te Kloosterburen.

3. OPMERKINGEN TEN AANZIEN VAN DE UITVOERING VAN DE WERKZAAMHEDEN

In de herfst van 1970 werd met de werkzaamheden begonnen. Het eerst werd de diepe sloot gegraven, waarbij bovengrond en ondergrond gescheiden naast de sloot in depot werden gezet. Daarna werden de te dempen sloten uitgebaggerd om te voorkomen dat na opvulling een smeerlaag zou ontstaan. Een belangrijk deel van de drainage werd ook reeds voor de winter gelegd. In verband met regen en vorst moest worden gestopt en tot het voorjaar 1971 worden gewacht. Toen kon de rest worden gedraineerd.

De slootdemping met de grond uit de gegraven sloot vond plaats met dumpers, de egalisatie gebeurde met bulldozers.

In mei 1971 werden de resterende sloten gedempt via ploegen en afschuiven. Het ploegen gebeurde door een tractor met voorwielaandrijving met een tweescharige ploeg. Daarbij ploegde de eerste schaar de ondergrond van ongeveer 40 cm diepte op, terwijl de tweede schaar de bouwvoor van ongeveer 25 cm in de diepere geul van de eerste schaar ploegde. Hierdoor kwam de ondergrond boven te liggen, waarna een bulldozer deze ondergrond in de sloten en/of laagten kon schuiven waarbij de oude bouwvoor weer boven kwam en dus behouden bleef.

4. HET VERRICHTE ONDERZOEK NAAR DE BODEMFYSISCH EIGENSCHAPPEN

De bedoeling van dit onderzoek was na te gaan welke veranderingen in bodemfysische eigenschappen er optreden bij een zo sterk ingrijpen als werd vermeld en hoe de algehele toestand korter of langer na de ingreep was. Het onderzoek betrof enerzijds de profielopbouw (water- en luchthuishouding in de verschillende lagen) en de ontwateringstoestand, anderzijds de toestand van de bouwvoor, waarbij vooral de verslemping, de bewerkbaarheid in het voorjaar en de actuele structuur van belang zijn. Daarbij speelt uiteraard ook de samenstelling van de bouwvoor een belangrijke rol.

4.1. *Profielopbouw*

Op 15 plekken, voor de helft op kruinen en voor andere helft langs slootkanten, werd zowel voor als enkele jaren na de cultuurtechnische werkzaamheden de opbouw van het bodemprofiel met behulp van profielkuilen nagegaan. De eerste keer vond het onderzoek plaats in de herfst van 1970, de tweede keer in de herfst van 1973.

Bij dit onderzoek werden aan ringmonsters, afkomstig uit alle op het oog waarneembare lagen van het profiel, poriënvolume, vocht karakteristiek en doorlatend vermogen voor water bepaald.

De ligging van deze proefplekken is in fig. 1 aangegeven.

4.2. *Ontwateringstoestand*

De drainage en de ligging van de sloten is in fig. 2 aangegeven. Om het effect daarvan op de ontwatering te kunnen nagaan werden door de CTD in 4 raaien (A, B, C, D, zie fig. 2) over het bedrijf een groot aantal waterstands buizen geplaatst, waarin 1 keer per week de waterstanden werden opgenomen. Een aantal gegevens daarvan werden door ons overgenomen teneinde de betekenis voor de verschillende structuuraspecten te kunnen nagaan.

4.3. *Eigenschappen van de bouwvoor*

Voor dit onderzoek naar de eigenschappen van de bouwvoor werd gebruik gemaakt van een aantal plekken die in de onder 4.2 genoemde raaien lagen en waar de Cultuurtechnische Dienst geregeld metingen naar de grondwaterstand verrichtte.

Op een aantal van die plekken, variërend in grondwaterstand, werden vanaf 1971 de volgende waarnemingen en bepalingen verricht.

4.3.1. *Samenstelling en kalktoestand van de grond.* De gehalten aan afslibbare delen, organische stof en koolzure kalk en de pH-KCl werden voor het afschuiven bepaald. Om mogelijke veranderingen vooral in humusgehalte als gevolg van het afschuiven te kunnen vaststellen werden daarom op enkele daarvoor geschikte plekken (aangegeven in fig. 1) nogmaals humusgehalten bepaald.

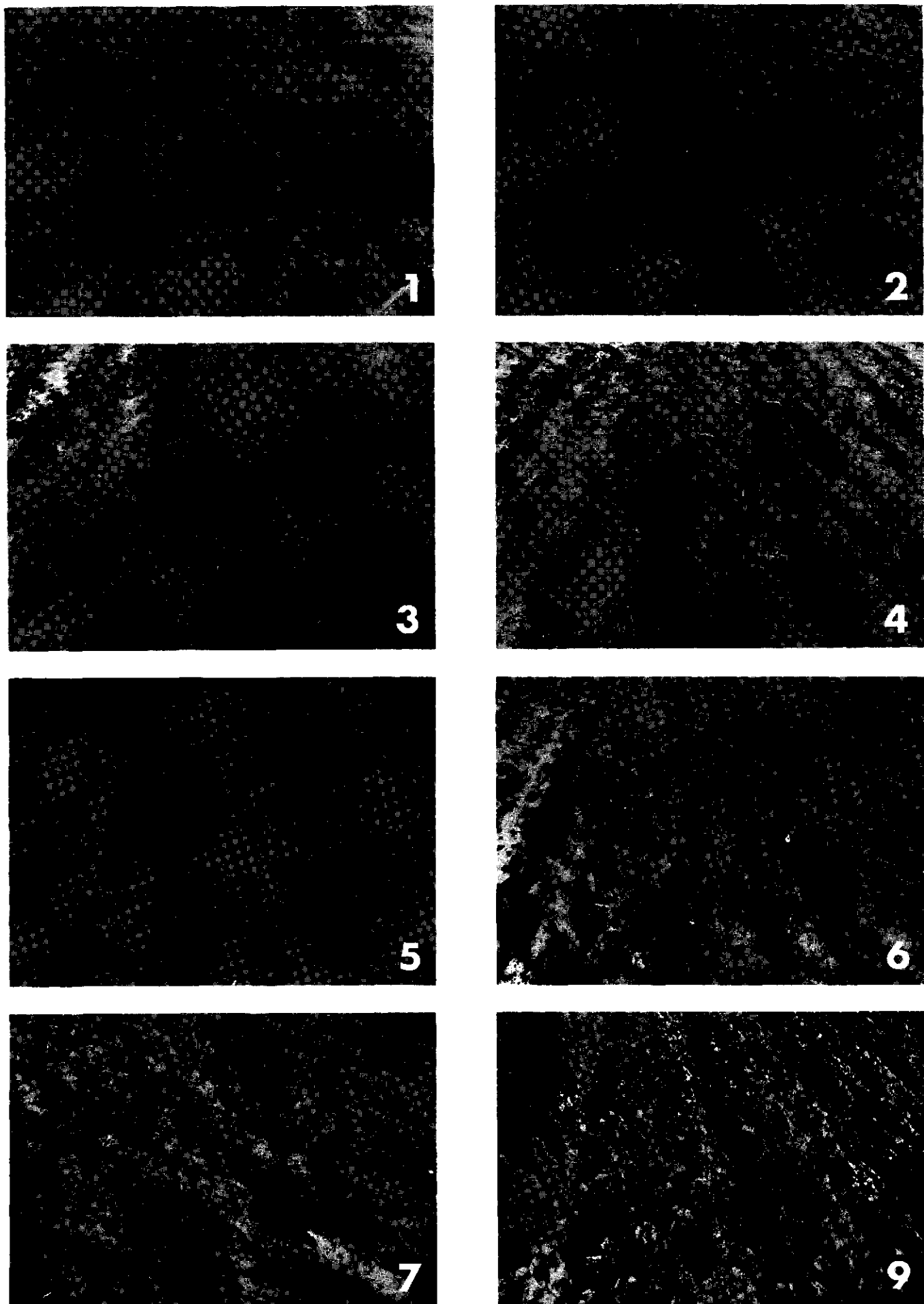


Fig. 3. Beoordeling van verslemping in het voorjaar op percelen die op winter-
voor zijn geploegd.

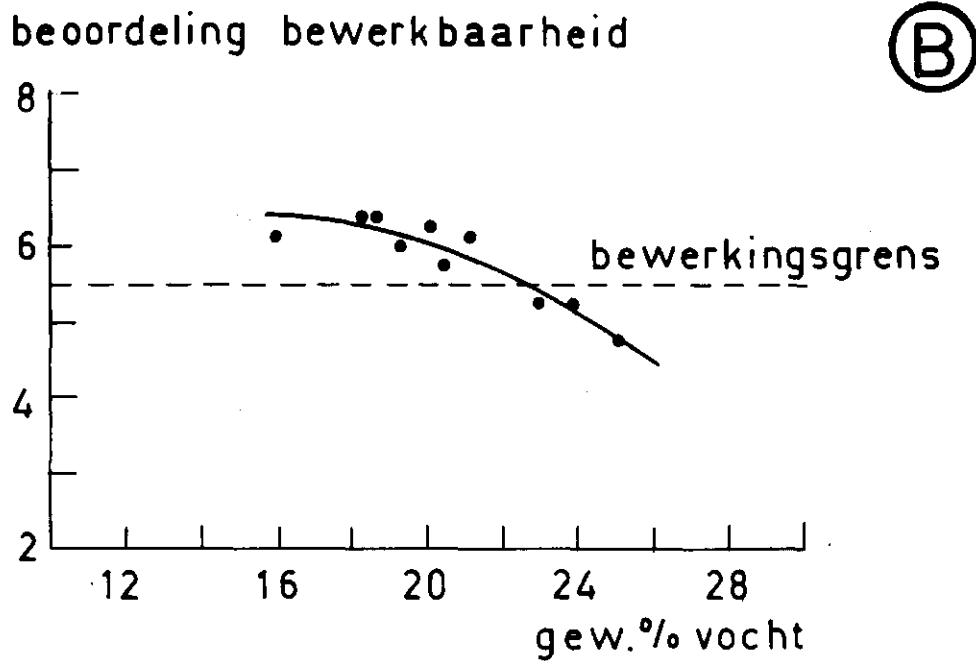
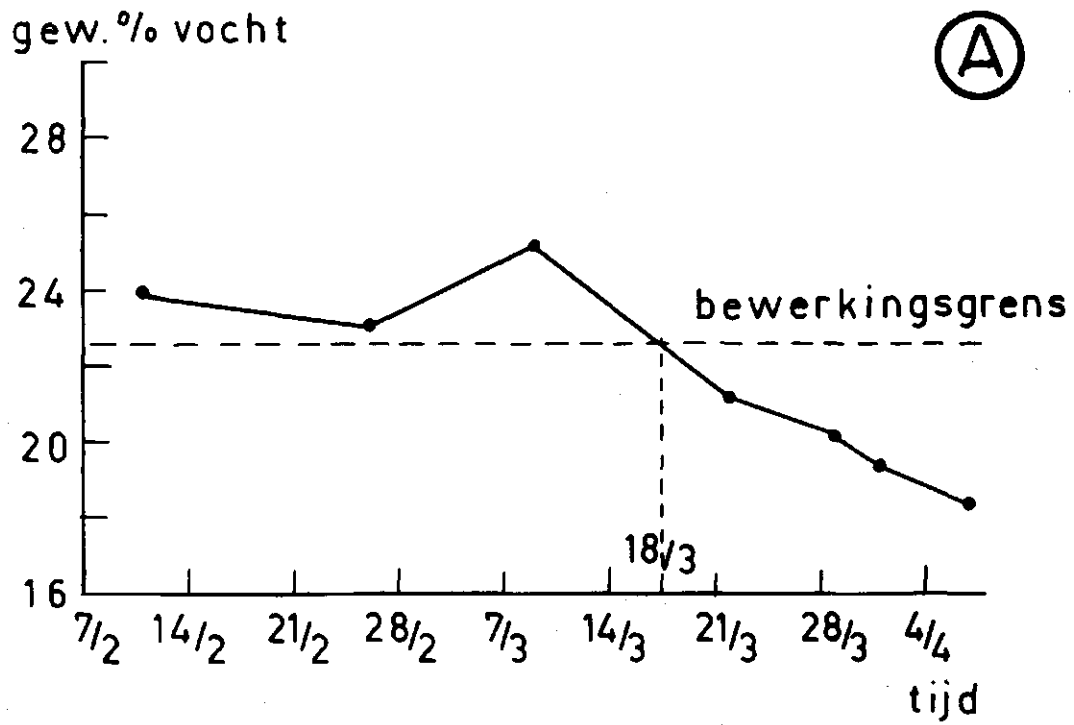


Fig. 4. De bewerkbaarheid van de grond in het voorjaar, in relatie met het vochtgehalte (A) en het verloop van het vochtgehalte in het voorjaar (B).



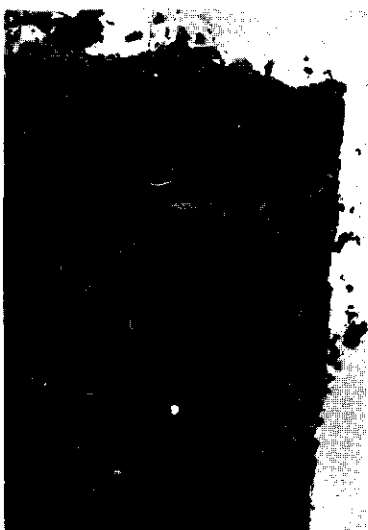
zeer goede structuur
beoordeling 8 1/2



goede structuur
beoordeling 7



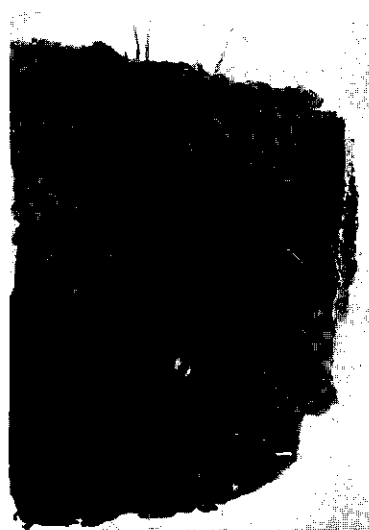
tamelijk goede structuur
beoordeling 6



matige structuur
beoordeling 5



slechte structuur
beoordeling 4



zeer slechte structuur
beoordeling 2

Fig. 5. Visuele structuurbeoordeling van de grond.

4.3.2. *Verslemping in herfst en winter.* De verslemping van de grond werd enkele malen, o.a. in het voorjaar van 1973 en 1974, in het veld op het oog beoordeeld volgens de in fig. 3 weergegeven verslempingsschaal.

4.3.3. *Bewerkbaarheid van de grond in het voorjaar.* In het voorjaar werd een aantal malen de bewerkbaarheid van de grond beoordeeld (door kneden of verkruimelen), waarbij een cijfer in een schaal 1-10 werd gegeven (laag = slecht en hoog = goed; $5\frac{1}{2}$ -6 is een grenswaarde). Door direct na de beoordeling ook het vochtgehalte te bepalen, kon voor iedere grond ook de relatie bewerkbaarheid-vochtgehalte worden verkregen. Aan de hand daarvan kon ook de bewerkbaarheidsgrenswaarde voor het vochtgehalte worden vastgesteld. Dat is het vochtgehalte waarbij de grond juist voor bewerking geschikt is (fig. 4A). Door de bewerkbaarheidswaardering of het vochtgehalte van de grond uit te zetten tegen de tijd en de grenswaarden in te tekenen (fig. 4B), kon worden afgeleid op welke datum de grond bewerkbaar was.

4.3.4. *Actuele structuur.* Deze werd enkele malen door visuele beoordeling (beoordelingsschaal in fig. 5) of door bepaling van de grond-water-luchtverhouding vastgesteld.

4.4. *Oorzaken van plasvorming*

De mogelijke oorzaak van de op enkele plekken optredende plasvorming na zware regenval, werd nagegaan door de profielopbouw van een dergelijke plek met die van een goede plek te vergelijken.

5. RESULTATEN VAN HET ONDERZOEK

5.1. Profielopbouw

Om te kunnen beoordelen of de profielopbouw onder invloed van de toegepaste maatregelen is veranderd, werden de gemiddelde vocht karakteristieken van de voornaamste lagen in de kruinen en aan de slootkanten berekend en vermeld in (tabel I)

TABEL I. Gemiddelde vocht karakteristieken in kruinen en aan slootkanten in 1970 en 1973

Laag	Jaar	Poriënvolume	Vol. % water bij pF				
			1,0	1,5	2,0	4,2	6,0
<i>Kruinen</i>							
0-25	1970	42,1	37,4	36,5	32,2	8,9	1,6
	1973	41,5	36,6	35,8	31,9	8,7	1,3
25-50	1970	42,1	37,8	36,4	31,1	9,2	1,4
	1973	41,2	37,0	35,9	31,5	9,4	1,4
50-100	1970	43,2	39,8	38,4	34,3	10,1	1,5
	1973	43,9	40,7	39,4	35,1	8,5	1,2
<i>Slootkanten</i>							
0-25	1970	40,9	38,3	37,7	36,8	10,5	1,7
	1973	42,3	38,2	37,6	34,5	10,2	1,5
25-50	1970	40,9	39,7	39,1	36,8	8,6	1,2
	1973	39,7	36,8	36,5	34,3	10,1	1,5
50-100	1970	43,4	42,0	41,4	40,0	7,2	0,9
	1973	42,5	41,0	40,4	38,4	6,8	0,9

Bij vergelijking van de vocht karakteristieken van de kruinen met die van de slootkanten blijkt dat er duidelijke verschillen bestaan. Het vochtgehalte bij pF2 is op de kruinen duidelijk lager dan aan de slootkanten, terwijl het poriënvolume en het vochtgehalte bij pF 4,2 niet veel verschillen. Dat betekent dat op de kruinen het luchtgehalte groter en de hoeveelheid voor de planten beschikbaar water in een zelfde laag geringer is.

Gedurende de periode 1970-1973 zijn de verschillen tussen kruin en slootkant geringer geworden. Dat blijkt ook uit fig. 6 waarin het verloop van poriënvolume en vochtgehaltes bij pF 2 en 4,2 naar de diepte is weergegeven. Dit vindt vermoedelijk zijn oorzaak in het feit dat in de oorspronkelijke situatie de grond aan de slootkanten meestal natter was, in droge perioden minder indroogde en minder rijpte dan op de kruinen. Na het aanbrengen van de betere ontwatering zijn ook de vroegere slootkanten verder ingedroogd en is de rijping verder gegaan. Dat blijkt duidelijk uit fig. 7 waarin voor beide jaren het vochtgehalte tegen het volumegewicht is uitgezet. In 1970 zien we niet alleen een duidelijke

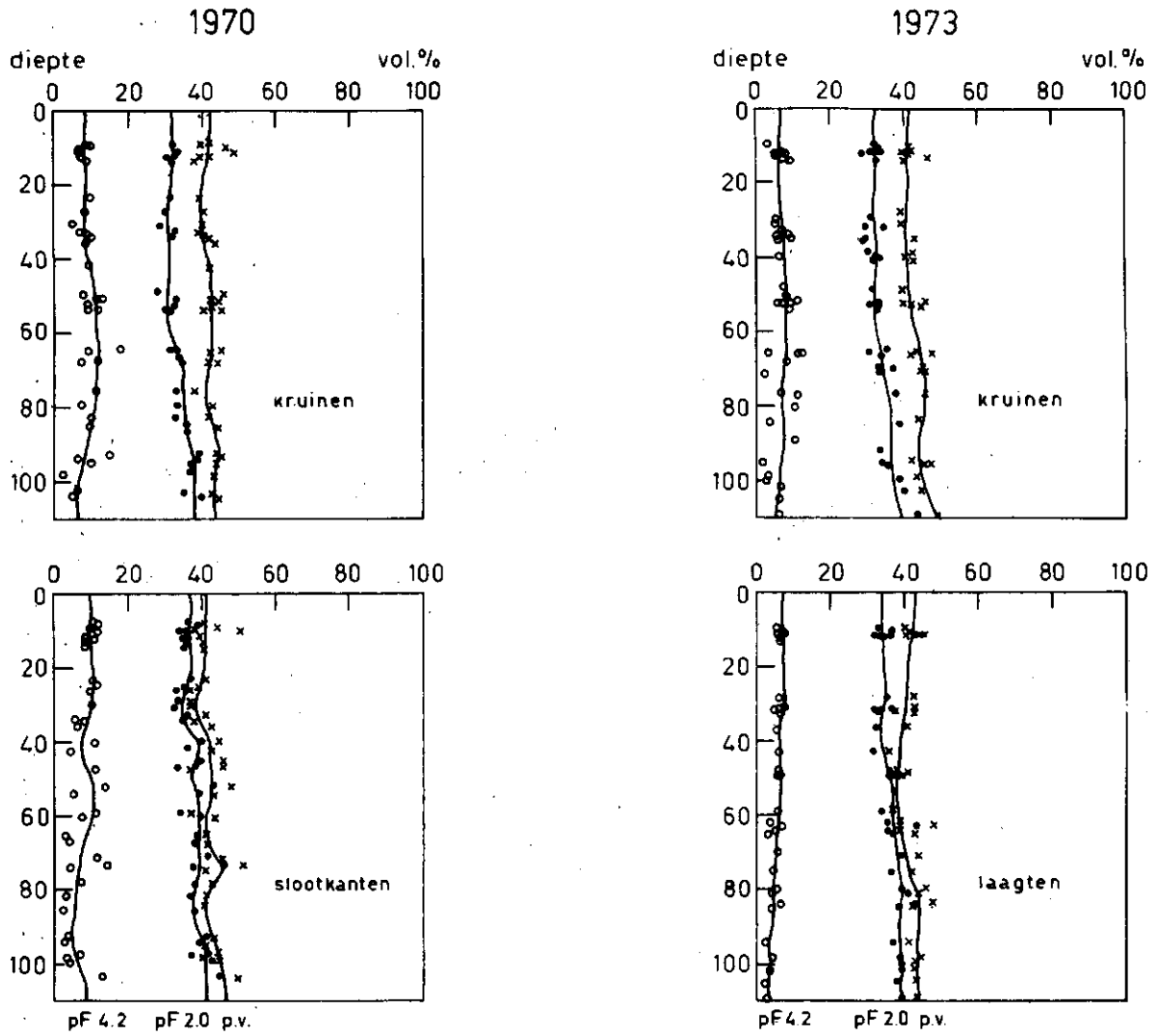


Fig. 6. Verloop van het poriënvolume en de vochtgehalten bij pF 2,0 en 4,2 in het profiel op kruinen en aan slootkanten.

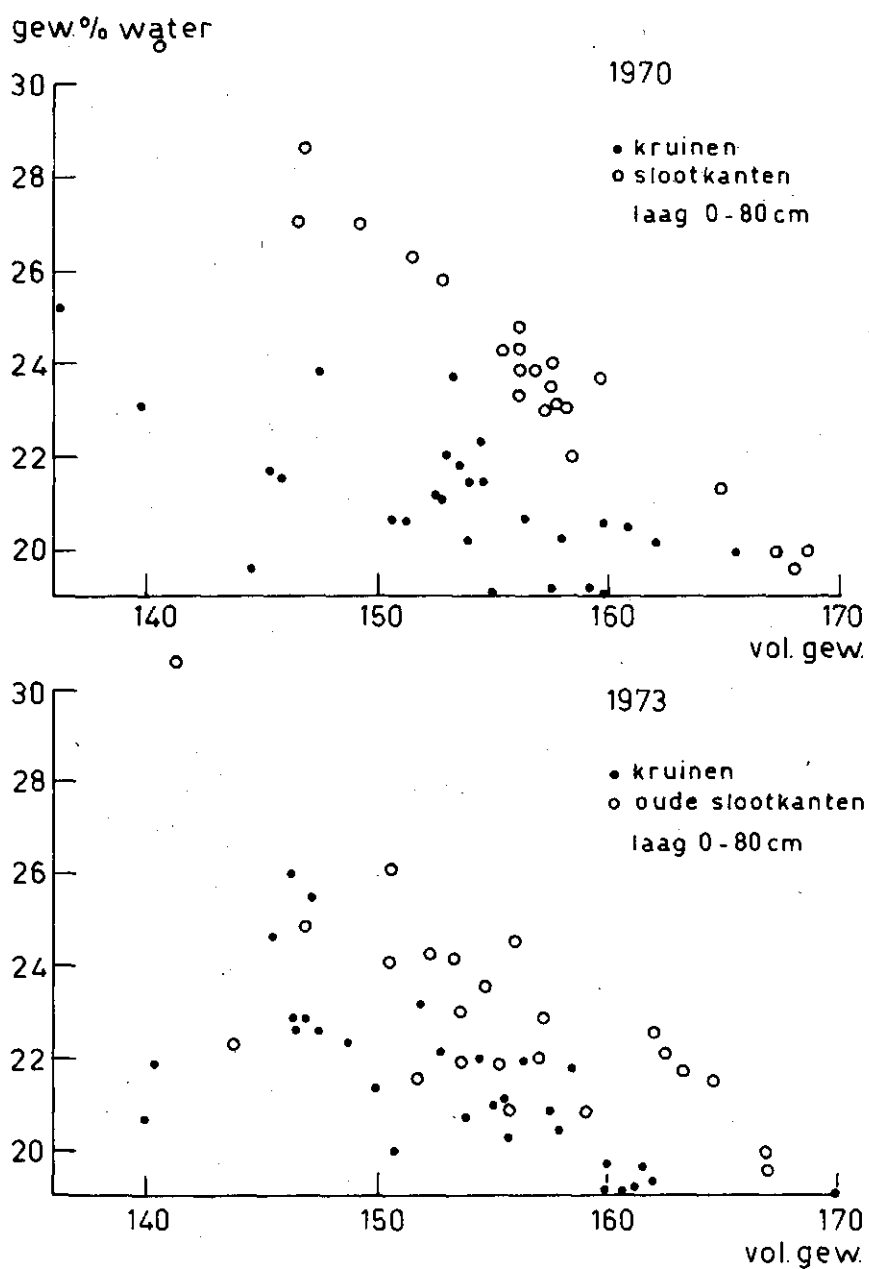


Fig. 7. Verband tussen vochtgehalte en volumegewicht.

afname van het vochtgehalte met toenemend volumegewicht, maar een niveau van het vochtgehalte, dat aan de slootkanten veel hoger is dan op de kruinen. In 1973 is dat heel anders. In een aantal gevallen komt het vochtgehalte aan de slootkant al op hetzelfde niveau als op de kruinen. Dat vormt een duidelijke aanwijzing dat de oude slootkanten met een oorspronkelijk vrij ongunstige fysische profielopbouw door een diepere ontwatering een duidelijke verbetering ondergaan.

Wat betreft het doorlatend vermogen van de grond in verschillende lagen, zijn in de oorspronkelijke toestand een aantal bepalingen door het ICW verricht, terwijl in 1973 van alle monsters waarvan de pF-curve werd bepaald de bepalingen door het IB werden gedaan. Wanneer de daarbij verkregen cijfers tegen de diepte worden uitgezet (fig. 8), waarbij onderscheid wordt gemaakt tussen kruin en slootkant en tussen de beide jaren, blijkt dat er in 1970 geen verschil in doorlatend vermogen tussen kruinen en slootkanten naar voren kwam. In 1973 lijkt dat wel het geval. Gezien het verschil in grond-water-luchtverhouding is dit laatste ook wel te verwachten.

Bij vergelijking van de gegevens van 1970 met die van 1973 zou men geneigd zijn te concluderen dat de doorlatendheid in die periode wat slechter is geworden. Dat is echter niet verantwoord omdat de bepalingen in beide jaren niet door hetzelfde instituut zijn verricht.

Om te kunnen nagaan of de verschillende maatregelen van invloed zijn geweest op de profielopbouw, zijn in tabel II voor alle bemonsterde profielen het poriënvolume en luchtgehalte in de beide jaren 1970 en 1973 vermeld. Bij vergelijking van de resultaten voor beide jaren blijkt het volgende:

(a) Op de kruinen is in het algemeen weinig veranderd, alleen plek 1 was in 1973 duidelijk slechter dan in 1970. De oorzaak daarvan is niet duidelijk.

(b) De "bude" slootkanten zijn in de periode 1970-1973 bijna allemaal beter geworden.

(c) Het "afschuiven" op de kruinen (1, 5, 7) heeft geen duidelijke invloed gehad. Profiel 1 is slechter geworden (zie a), profiel 5 is vrijwel gelijk gebleven en profiel 7 is vooruitgegaan. De oorzaak van dit verschillend gedrag is niet duidelijk. Mogelijk heeft de slechtere ontwateringstoestand op perceel 1 een rol gespeeld.

(d) De "oude" slootkanten waar grond overheen geschoven is (2, 6, 8) zijn er niet slechter op geworden. Profiel 2 is vrijwel niet veranderd, terwijl de profielen 6 en 8 zelfs beter zijn geworden. Het vrij diep woelen heeft hier kennelijk gunstig gewerkt.

5.2. Ontwateringstoestand

Voor een uitvoerige beschouwing van de ontwateringstoestand kan worden verwezen naar het rapport van de CTD (juli 1975). Omdat voor het optreden van verslemping vooral de grondwaterstand in een natte periode in herfst en winter van belang is en voor de bewerkingsmogelijkheden in het voorjaar de toestand in die periode, zullen hier slechts enkele gemiddelde waarden in genoemde perioden worden gegeven. Daarvoor zijn gekozen natte perioden in november-december van 1972 en 1973, en natte en droge perioden in de maanden februari en maart van 1971 t/m 1974, en wel voor een aantal raaiplaatsen waar waarnemingen over verslemping en bewerkbaarheid hebben plaatsgevonden (tabel III).

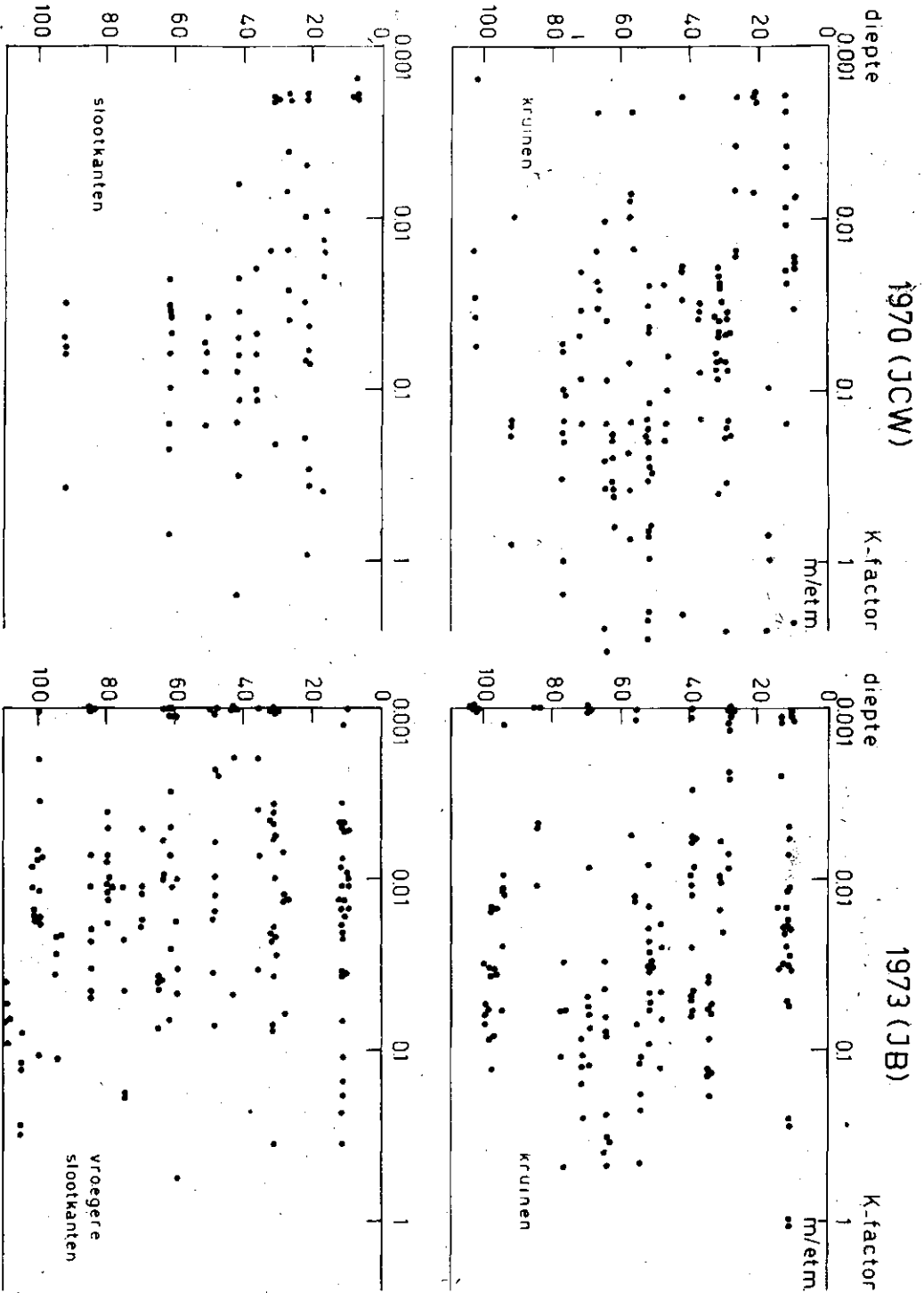


Fig. 8. Doorlatend vermogen voor water op verschillende diepten in het profiel.

TABEL II. Veranderingen in profielopbouw als gevolg van cultuurtechnische maatregelen

	Poriënvolume		Vol.% lucht pF 2		
	1970	1973	1970	1973	
1. 0-23	42,2	39,7	10,0	8,2	-
23-35	40,3	38,9	10,2	7,6	-
35-45	42,1	40,8	10,9	7,8	-
45-50	40,6	39,7	10,0	7,9	-
50-63	42,6	41,1	9,4	6,5	-
63-81	42,7	44,3	8,8	11,0	+
2. 0-23	50,5	41,2	16,1	7,3	-
23-41	36,4	37,2	3,5	4,5	o
41-85	45,2	47,7	3,3	4,4	+
84-120	44,8	42,7	3,0	3,1	o
3. 0-25	49,4	41,6	15,8	7,7	-
25-46	43,0	43,3	12,0	11,2	o
46-60	40,2	39,9	10,0	9,0	o
60-71	45,8	47,0	14,2	16,3	+
83-110	45,0	45,1	5,7	11,8	+
110-	-	49,3	-	5,4	
4. 0-24	40,3	45,5	3,7	13,4	+
24-40	40,9	42,7	3,7	10,1	+
40-57	45,4	40,5	5,9	4,3	-
57-73	41,5	42,6	2,8	5,5	+
73-85	43,5	45,5	1,9	6,0	+
85-103	43,5	40,6	1,9	4,5	+
103-	-	42,6	-	3,3	
5. 0-28	38,7	40,1	5,9	7,7	+
28-54	45,6	42,1	17,5	10,2	-
54-85	42,3	44,7	9,2	11,3	+
85-104	43,1	41,5	8,1	7,1	-
6. 0-23	40,6	42,8	5,1	6,5	+
23-40	36,8	41,5	3,4	7,8	+
	44,3		4,0		
40-58	-	38,4	-	1,7	+
58-83	41,4	43,8	3,5	4,7	+
83-113	41,0	43,9	2,3	5,2	+
7. 0-22	39,1	41,0	6,1	9,4	+
22-35	39,5	39,3	6,6	9,1	+
35-44		41,9		9,0	
44-61	42,5	45,1	9,0	11,7	+
61-80	44,7	44,8	9,4	7,3	-
80-113	43,9	45,5	5,9	9,6	+

- 1970 beter dan 1973

o 1970 gelijk aan 1973

+ 1973 beter dan 1970

TABEL II (vervolg)

	Poriënvolume		Vol.% lucht pF 2			
	1970	1973	1970	1973		
8.	0-19	39,5	39,8	2,1	6,8	+
	19-54	36,4	41,0	2,7	8,5	+
	54-64	43,0	36,9	3,7	3,4	o
	84-98	41,3	43,8	3,2	3,2	o
9.	0-25	47,0	42,1	14,6	8,3	-
	25-38	41,3	39,4	12,1	9,5	-
	45-60	42,5	41,6	10,3	8,9	-
	60-70	42,2	43,1	7,6	7,7	o
10.	0-24	40,4	40,7	4,2	6,2	+
	24-38	37,8	42,3	2,6	5,3	+
	38-58	42,6	38,7	6,4	2,6	-
	58-70	47,6	37,9	4,3	2,5	
	70-79	41,1	42,1	3,6	5,6	o
	79-89	-	47,1	-	4,0	
	89-	-	42,2	-	3,2	
11.	0-27	42,8	47,0	11,7	18,1	+
	27-42	40,8	42,8	8,4	12,8	+
	42-65	45,2	44,9	13,8	11,3	-
	65-89	38,2	45,4	5,1	7,3	+
	89-112	43,6	43,3	6,3	3,6	-
12.	0-22	40,1	44,2	4,8	7,6	+
	22-35	42,2	42,0	4,5	6,6	+
	35-51	43,5	35,2	3,8	4,0	o
	51-72	40,8	41,8	3,8	3,4	o
	72-97	44,6	42,0	2,0	3,8	o
	97-113	46,0	46,0	3,4	3,4	
14.	0-23	37,8	43,5	1,5	6,6	+
	23-37	39,0	42,5	3,9	6,5	+
	37-60	45,8	44,0	7,4	5,1	-
	60-100	51,5	52,4	5,2	4,2	o
	100-115	40,5	41,9	3,3	2,3	o
15.	0-21	43,7	43,2	4,7	7,0	+
	21-45	37,1	49,7	3,7	11,8	+
	45-55	37,1	40,1	3,7	5,5	+
	55-79	37,7	40,8	3,3	4,6	+
	79-98	43,0	42,9	4,9	3,0	o

Kruinen = plekken 1, 3, 5, 7, 9, 11, 15 Afgeschoven: 1, 5, 7
 Laagten = plekken 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14 Grond overheengeschoven: 2, 7, 8.

TABEL III. Grondwaterstanden op een aantal proefplekken

Raai	Plek	Aard van de plek	Herfst-winter 1972-1973		Herfst-winter 1973-1974		Voorjaar 1971		Voorjaar 1972		Voorjaar 1973		Voorjaar 1974		
			15/11-15/12	15/12-15/1	10/11-14/12	10/12-4/1	febr. maart	febr. maart	16/2-30/3	16/3-30/3	17/2-15/12	1/3-15/3			
A	1-2														
	3		63	105	40	71	82	92	68	92	47	90	61	91	
	5		46	113	47	81	82	107	63	110	58	98	82	112	
	7		56	121	36	79	95	121	75	120	64	112	76	105	
	8	laagte	78	123	71	93					94	121	84	114	
	11	laagte	75	115	64	89			91	115	91	113	83	107	
	14		49	112	50	78	81	97	80	127	73	106	71	102	
	15		46	119	36	78	77	109	80	135	53	106	69	111	
	17		66	134	56	93			96	145	79	129	96	137	
	19		61	128	56	88	65	81	65	109	70	112	80	119	
	20		35	98	34	66					48	97	60	95	
	B	1-2		55	103			79	97	81	110	65	104		
		3		50	124							67	116		
		4		30	127							55	111		
		5		53	150			91	142	93	147	70	129		
		6		67	150			114	153	100	150	85	138		
		7		86	131			125	144	107	137	95	121		
		9-10	laagte	116	131					114	127	111	125		
		12		91	163							106	154		
		13		96	176			137	170	125	175	114	163		
15			115	157					130	154	125	147			
19-20		laagte	94	127					110	128	101	118			
24		laagte	103	134							108	131			
28			116	168					115	140	128	156			
30			116	186					161	178	135	173			
31			126	181			165	165	148	175	137	178			
32			140	168							149	172			
C		2		103	140							107	137		
		7-8	laagte	42	92							56	89		
		13		67	148	60	86					92	135	93	131
		14		51	137	45	77	137	164	90	150	85	129	83	124
	15		55	131	49	73			92	130	77	126	78	124	
	16		78	134							90	128			
	17	laagte													
	19-21	laagte	62	122	42	71			85	125	85	111	63	106	
	23		67	135	60	81			95	133	83	131	83	128	
	24		75	141							88	128			
	25		87	146	86	105			117	163	99	154	110	153	
	26		100	166			137	167			112	155			
	29		118	155							126	144			

TABEL III. Grondwaterstanden op een aantal proefplekken (vervolg)

Kaai	Plek	Aard van de plek	Herfst-winter		Herfst-winter		Voorjaar		Voorjaar		Voorjaar		Voorjaar	
			1972 17/11-15/12	25/12-15/1	1973-1974 10/11-14/12	20/12-4/1	1971 Febr. maart	1972 Febr. maart	1973 16/2-9/3	16/3-30/3	1974 1/2-15/12	1/3-15/3		
C	34		61	127	64	78	111	142	96	125	73	113	81	120
	37		88	120	87	96	93	122	104	120	97	129	99	115
	43	Laagte	68	109	77	102			94	112	87	105	95	113
	49		80	109	80	93			93	110	83	111	92	110
	50		70	123							92	121	99	134
	51		74	127	71	100	101	132	102	140	81	127	91	134
	53		70	134	61	93	92	123	95	135	82	127		127
D	1-2		118	155							128	149		
	3		135	182							144	167		
	4		127	190	113	138	179	190	156	>175	138	174	148	180
	5		123	178	113	130	162	185	144	>180	133	169	142	170
	6		126	170							137	166		
	7-9	Laagte	102	128	88	93			100	120	108	127	98	113
	10		122	149							136	140		
	11		126	154							121	139		
	13		118	171							130	159		
	14		113	168	91	105	147	168	131	170	126	153	125	157
	15		106	151							115	139		
	16		102	127							104	119		
	18-19	Laagte	107	124							101	118		
	22-23	Laagte	100	126	81	91			112	127	109	119	93	106
	25	Laagte	122	140							118	133		
	28		117	149							124	147		
	30		93	154	81	105	139	171	115	150	105	147	116	150
	31		100	153							116	141		
	36		152	214	108	133	148	170	144	180	164	195	145	181
	39		101	157	73	105	126	155	102	160	106	150	115	151
	41		87	127	83	103			107	131	97	114	103	119
	42-50	Laagte	101	124	85	103			111	127	108	120	105	114
	56		69	146	60	95	113	151	105	150	87	133	101	139
	59-65	Laagte	85	122	62	96			98	118	98	118	96	110
	66-70	Laagte	106	134	84	102			106	133	105	132	101	125
	74		78	146	69	102	108	147	108	160	86	135	105	145
	76		52	122	60	94	96	119	90	125	64	113	92	127

Uit tabel III blijkt dat de waterstanden van plek tot plek zeer uiteen lopen. Hoge waterstanden werden vooral aangetroffen in raai A, het noordelijke deel van raai B en in raai C. Diepe grondwaterstanden, ook in natte perioden kwamen vooral voor in het zuidelijke deel van raai B en in raai D.

Verder zijn de grondwaterstanden in de laagten, ook in natte perioden, vrij diep.

5.3. *Eigenschappen van de bouwvoor*

In de eerste plaats zal een overzicht worden gegeven over de samenstelling en de kalktoestand van de grond op de verschillende perceelsgedeelten, omdat deze van betekenis zijn voor de structuuraspecten die naderhand zullen worden behandeld. Daarbij zullen ook de veranderingen in humusgehalte door afschuiven worden bekeken.

5.3.1. *Samenstelling en kalktoestand van de grond.* De gegevens over de samenstelling en de kalktoestand, betrekking hebbende op een aantal plekken in de raaien en gerangschikt per oorspronkelijk blok (zie bijlage I) zijn in tabel IV vermeld.

De bouwvoor is een kalkarme lichte zavel (afslibbare delen 13-16%). Het humusgehalte is op de meeste percelen laag (1,5-1,8%), slechts enkele slootkanten en een enkel perceel oud grasland hebben een hoger gehalte. De pH-KCl varieert van perceel tot perceel, maar is in vele gevallen erg laag (in enkele gevallen zelfs niet veel meer dan 4). Gezien deze samenstelling en kalktoestand kunnen wel enige moeilijkheden met de structuur van de grond worden verwacht. Vooral verslemping zal hier kunnen optreden.

Een overzicht van de veranderingen in humusgehalte door de verschillende maatregelen, verband houdende met het afschuiven, is gegeven in tabel V. Dit betreft humusgehalten op afgeschoven en niet afgeschoven gedeelten. Daaruit blijkt dat de afgeschoven gedeelten duidelijk in humusgehalte zijn achteruitgegaan (0,3%). Die daling is het grootst geweest op die gedeelten waar het humusgehalte oorspronkelijk het hoogst was. Verder blijkt het humusgehalte in de laagten (opgevlude sloten) meestal wat hoger te zijn, vermoedelijk als gevolg van het opbrengen van de nogal humusrijke slootgrond.

5.3.2. *Verslemping van de grond.* De in 1973 en 1974 verkregen verslempingscijfers zijn in fig. 9 op een overzichtskaart vermeld. Daaruit blijkt dat er inderdaad zo hier en daar vrij sterke verslemping is opgetreden, vooral op percelen waar wintertarwe na aardappelen is ingezaaid.

De vraag is nu in hoeverre de verslemping invloed heeft ondervonden van de verschillende cultuurtechnische ingrepen en of eventuele verschillen in verslemping verklaard kunnen worden door bijv. verschillen in ontwateringstoestand.

Wanneer de resultaten van het perceel met raai B worden bekeken, dan blijkt de verslemping van noord naar zuid duidelijk af te nemen, hetgeen zonder twijfel verband houdt met de ontwateringstoestand. Op de kruin begrensd door ondiep peil en drains werd de verslemping in 1973 gewaardeerd met een 5⁻, op de kruin aan weerskanten begrensd door drains met een 5½ en op de kruin begrensd door diep peil en drains met een 6.

TABEL IV. Samenstelling en kalktoestand van de bouwvoor

Blok	Raaiplek	Afslibbare delen	Humus-gehalte	CaCO ₃	pH-KCl	
A	A	1	23	2,41	0	5,80
		2	20	2,05	0	5,27
		4	15	1,67	0	4,74
		6	15	1,86	0	4,88
B	A	14	16	1,52	0	7,31
		15	14	1,74	0	7,28
		16	14	1,63	0	7,37
		19	19	1,78	0	7,32
C	B	1	23	2,05	0	5,36
		2	23	2,05	0	5,02
		5	17	1,69	0	5,92
		6	16	1,51	0	4,48
		7	19	1,44	0	4,48
		13	15	1,47	0	4,72
D	B	29	15	1,85	0	4,48
		31	15	1,78	0	4,72
		Kuil III	15	1,70	0	4,46
E	C	14	15	2,87	0	4,04
		23	13	1,69	0	6,28
F	D	4	16	1,77	0	7,16
		5	15	1,84	0	6,45
		14	14	1,82	0	5,74
		30	14	1,73	0	4,57
G	C	32	14	1,72	0	4,62
		33	15	1,64	0	4,75
		51	14	1,62	0	7,36
		53	14	1,56	0	7,44
H	D	37	15	1,71	0	4,33
		39	14	1,69	0	4,13
		56	14	1,77	0	5,55
		71	14	1,48	0	5,77
		74	14	1,63	0	5,60
		76	14	1,57	0	5,02

TABEL V. Gehalten aan humus op afgeschoven en niet afgeschoven gedeelten en op dichtgeschoven gedeelten

Plek	Omschrijving plek	Humusgehalte		Verschil	
		Voor	Na		
1	Slootkant, vermoedelijk niet afgeschoven	2,41	2,45	+0,04	o
2	Slootkant, vermoedelijk niet afgeschoven	2,05	2,12	+0,07	o
3	Kruin, afgeschoven	1,67	1,33	-0,34	x
4	Kruin, afgeschoven	1,86	1,28	-0,58	x
5	Niet afgeschoven gedeelte	1,52	1,50	-0,02	o
6	Niet afgeschoven gedeelte	1,74	1,64	-0,10	o
7	Niet afgeschoven gedeelte	1,63	1,63	0,00	o
8	Niet afgeschoven gedeelte	1,78	1,69	-0,09	o

9	Afgeschoven kruin	-	1,53		
11	Afgeschoven kruin	-	1,32		
10	Dichtgeschoven sloot	-	2,17		
12	Dichtgeschoven sloot	-	1,94		

13	Afgeschoven gedeelte	2,87	2,44	-0,43	x
14	Afgeschoven gedeelte	1,69	1,46	-0,23	x

15	Niet afgeschoven kruin	-	1,46)	-0,14	x
16	Afgeschoven kruin	-	1,32)		
17	Dichtgeschoven sloot	-	1,65		

20	Niet afgeschoven kruin	1,56	1,50	-0,06	o
19	Afgeschoven kruin	1,62	1,41	-0,21	x
18	Dichtgeschoven sloot	-	1,87		

21	Afgeschoven kruin	1,44	1,32	-0,12	x
22	Dichtgeschoven sloot	-	1,83		

23	Niet afgeschoven kruin	1,78	1,71	-0,07	o

Verschil tussen voor en na afschuiven: afgeschoven gedeelte (x) 0,29
niet afgeschoven gedeelte (o) 0,04

In de laagte is de toestand wat verschillend. Ter plaatse van de oude sloot werd weinig verslemping waargenomen, maar ter weerszijde daarvan was de toestand duidelijk minder. Een verschil in humusgehalte, ontstaan door het afschuiven van de kruingedeelten en het opbrengen van de slootgrond op het laagste deel zal wel de oorzaak zijn. Ditzelfde verschijnsel doet zich voor in de laagte met twee drains op het perceel met raai C. In het algemeen is in de laagten niet meer verslemping opgetreden dan op de kruinen.

De resultaten bij raai B in 1973 geven de indruk, dat de mate van verslemping van de ontwatering afhangt. Om de invloed wat duidelijker te kunnen aangeven werd de verslempingswaardering in 1973 grafisch uitgezet tegen de gemiddelde grondwaterstand in de voorafgaande natte periode waarvan mag worden aangenomen dat vooral toen de verslemping is opgetreden (15 november-15 december 1972 met 150 mm regen). Het resultaat is weergegeven in fig. 10. Daaruit blijkt zowel bij een laag als bij een hoog humusgehalte een duidelijke invloed van de grondwaterstand met een duidelijk verschil in niveau van de lijn tussen de beide gevallen. Aangezien een verslempingswaardering beneden 6 schade kan opleveren, betekent dit dat op gronden met een laag humusgehalte de grondwaterstand gedurende een langere periode niet hoger mag komen te staan dan 1 m ÷ mv. Bij een hoger humusgehalte is een ondiepere grondwaterstand toelaatbaar.

Ter nadere illustratie van raai B is in fig. 11 voor drie plekken met uiteenlopende ontwatering en verslempingstoestand de situatie wat betreft het verloop van de grondwaterstand in de winter weergegeven. Dit wijst er wel op dat een grond pas sterk verslempd wanneer het grondwater gedurende lange tijd hoog staat.

5.3.3. *Bewerkbaarheid van de grond in het voorjaar.* Het bleek dat de bewerkbaarheid van de grond, op verschillende momenten in het voorjaar op het gevoel beoordeeld en gewaardeerd, een goede samenhang vertoonde met het vochtgehalte, mits de samenstelling van de grond gelijk is. Bij verdere beschouwing van de resultaten is voornamelijk gebruik gemaakt van de waarderingscijfers omdat door een van plek tot plek uiteenlopend humusgehalte hantering van het vochtgehalte onregelmatigheden zou kunnen opleveren.

Een overzicht van de waarderingscijfers in maart van de 4 jaren 1971 t/m 1974 is gegeven in fig. 12. Deze momenten zijn zo gekozen dat daaraan voorafgaand een periode van drogend weer is geweest, waardoor gemiddeld over het hele bedrijf een redelijke bewerkbaarheid was bereikt (5½-6). In alle jaren blijkt de bewerkbaarheid van plek tot plek nogal uiteen te lopen. De laagste waarderungen komen voor op de noordelijke gedeelten van de percelen met raai A en B, waar zoals in het voorgaande werd geconstateerd, de ontwatering ook niet zo goed was. Dit vormt reeds een aanwijzing dat de ontwatering ook van invloed is geweest op de bewerkingsmogelijkheden in het voorjaar. Verder valt op dat de laagten wat bewerkbaarheid, betreft meestal zeker niet lager werden gewaardeerd dan de kruinen.

De samenhang tussen ontwatering en bewerkbaarheid, zoals die in de 4 voorjaren werd gevonden, is weergegeven in fig. 13. Hierin is de bewerkbaarheid, omstreeks half-eind maart beoordeeld, grafisch uitgezet tegen de gemiddelde grondwaterstand in een vrij natte periode in februari. Het blijkt dat er alle 4 jaren een duidelijke invloed van de ontwatering op de bewerkbaarheid is geweest en wel in zoverre dat bij grondwaterstanden

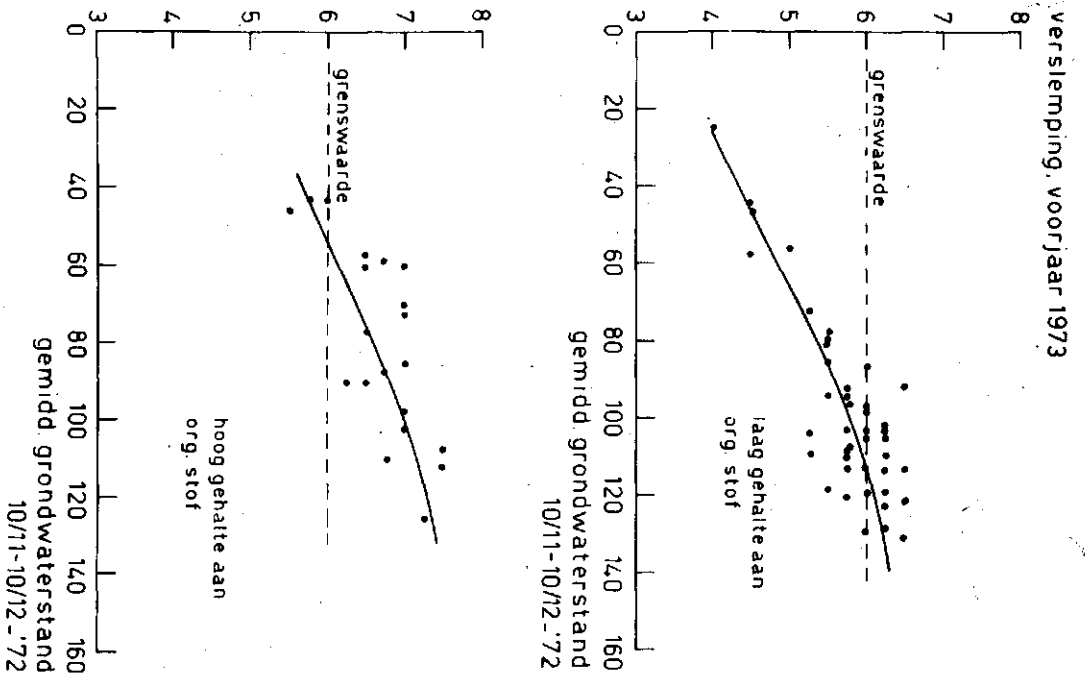


Fig. 10. Verslemping in samenhang met de grondwaterstand.

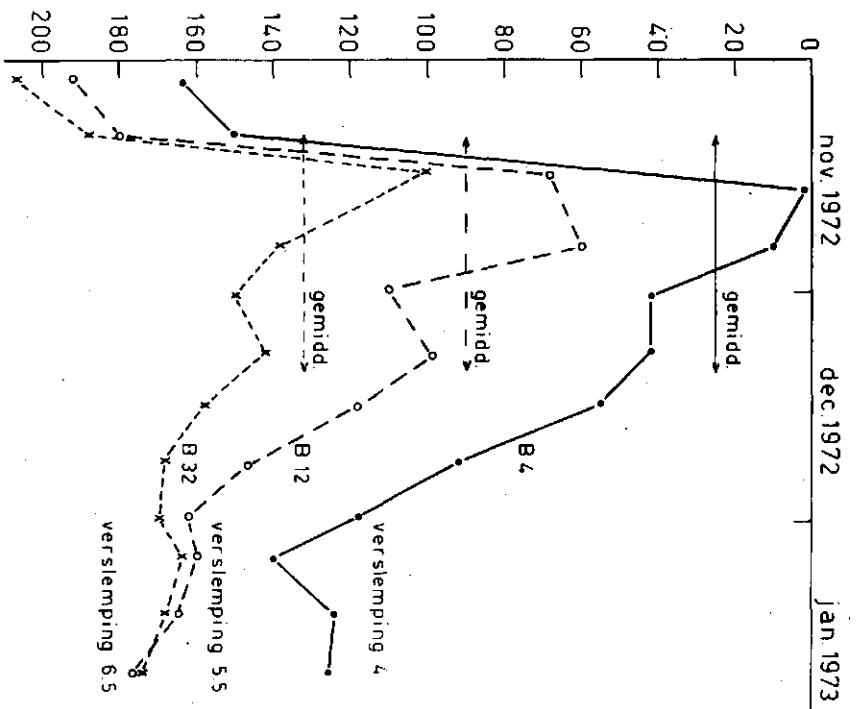


Fig. 11. Verloop van de grondwaterstand op twee percelen en de daarvan het gevolg zijnde verslemping.

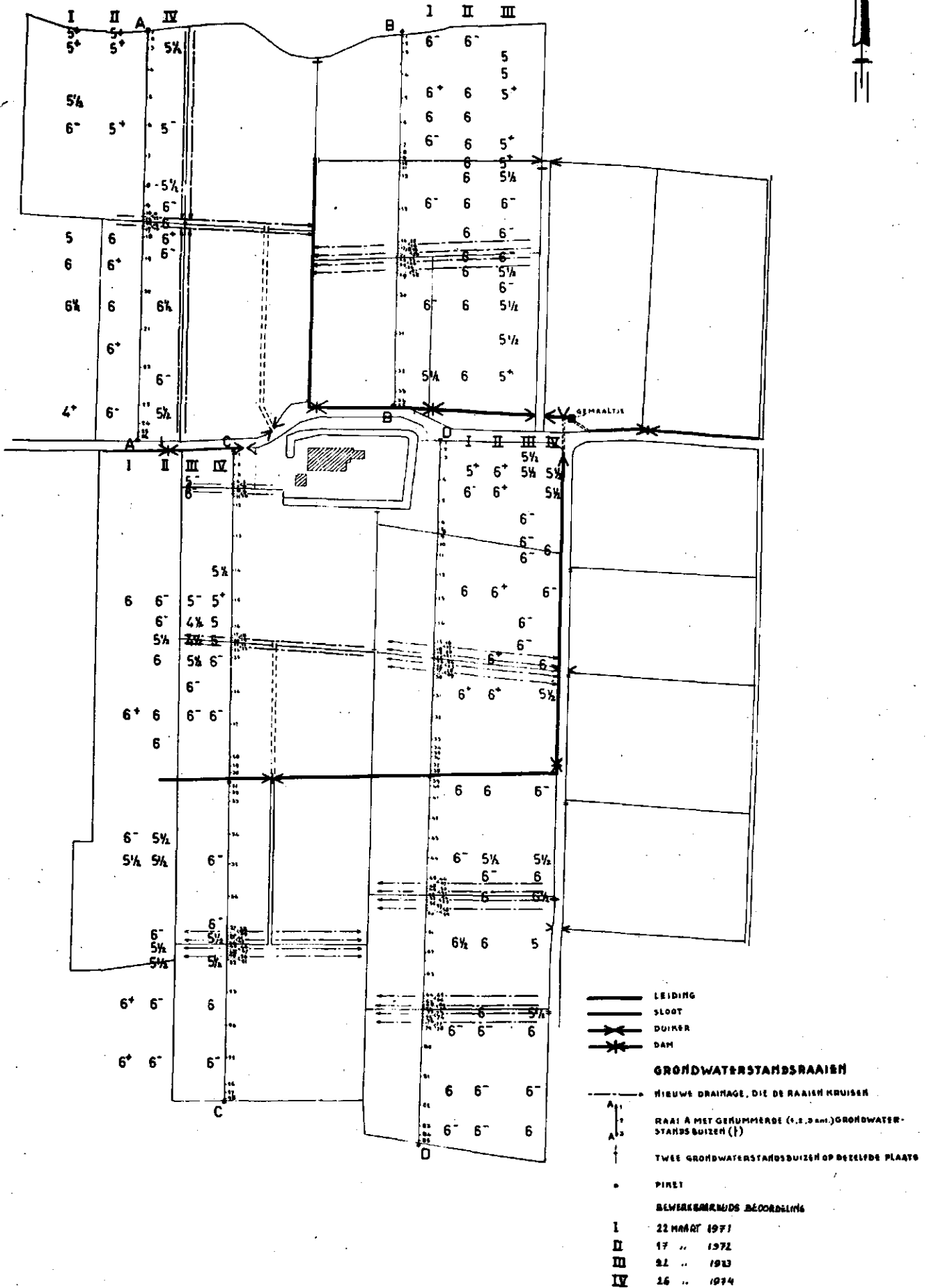


Fig. 12. Overzicht van bewerkbaarheid van de grond, visueel beoordeeld.

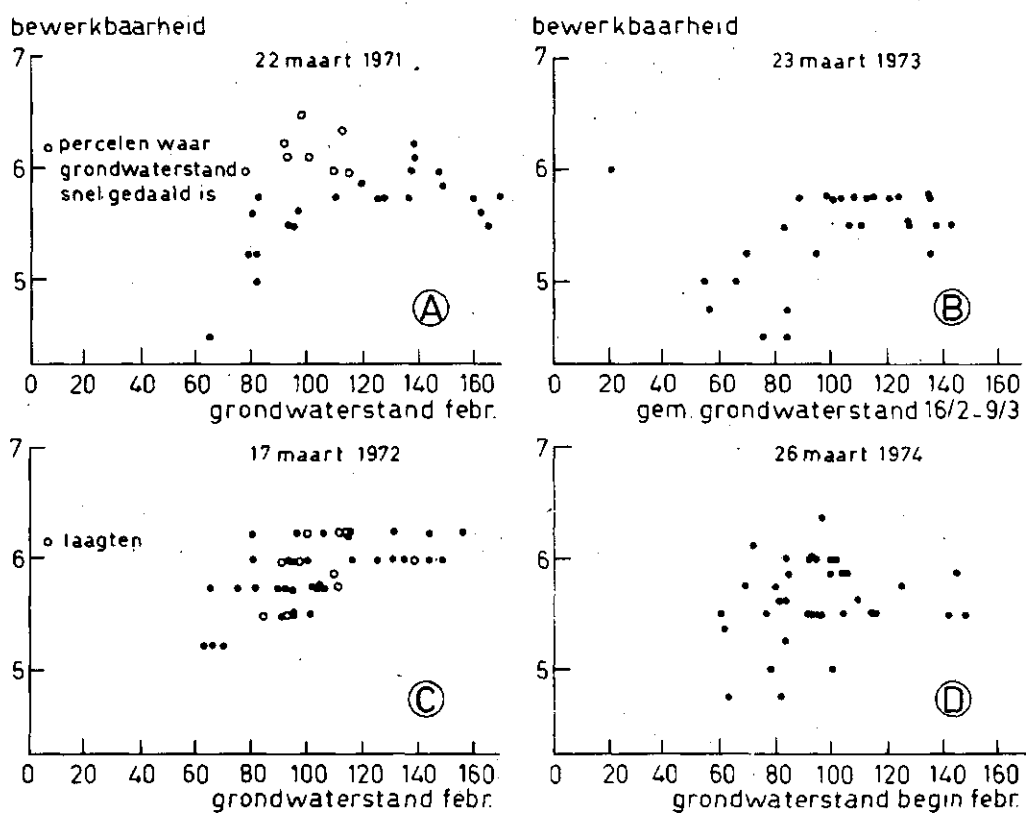


Fig. 13. Invloed van de grondwaterstand op de bewerkbaarheid in het voorjaar.

ondieper dan 1 m \div mv. de bewerkbaarheid duidelijk slechter wordt bij hoger komende grondwaterstand in februari. Ook blijkt bij diepere waterstand dan ongeveer 1,50 m \div mv. de bewerkbaarheid slechter te worden. Wanneer echter een aanvankelijk hoge grondwaterstand snel zakt, kan het daarna met de bewerkbaarheid nog wel meevallen (fig. 13A).

Het tijdstip waarop in het voorjaar bij verschillende ontwateringstoestanden met grondbewerking kan worden begonnen, is weergegeven in fig. 14A en B. Daaruit kan worden afgeleid dat het vroegst kon worden begonnen op perceelsgedeelten waar in februari (bij een regenval van 2 mm/etm.) een grondwaterstand aanwezig was van 90-120 cm \div mv. en in maart (met een regenval van 1 mm/etm.) van 120-155 cm \div mv. Ook hierbij komt duidelijk naar voren dat bij diepere waterstanden het bewerkingstijdstip later valt.

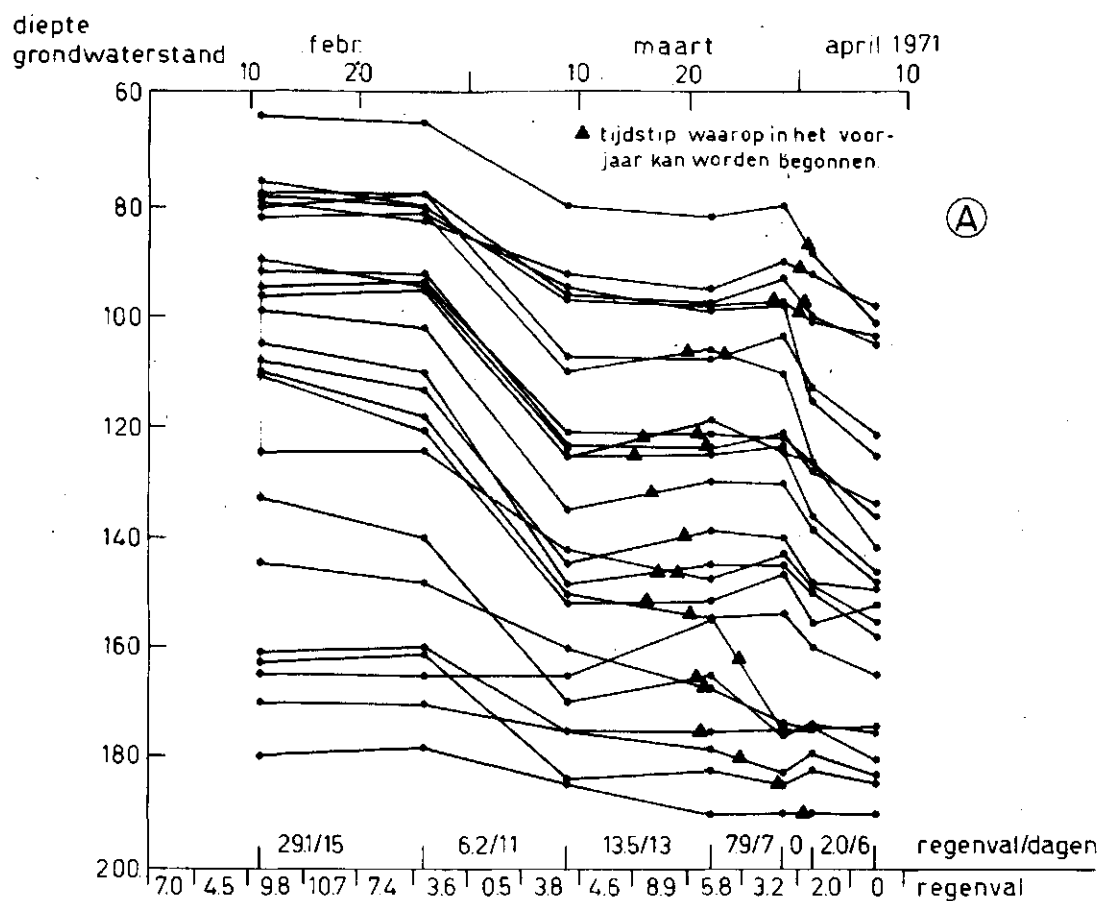
5.3.4. *Actuele structuur.* Zowel in 1971 als in 1973 werd in de zomer op een beperkt aantal plekken over het gehele bedrijf de actuele structuur op het oog beoordeeld. De daarbij verkregen cijfers liepen nogal uiteen en het bleek dat vooral de ontwateringstoestand daarvoor verantwoordelijk was (fig. 15). In beide jaren blijkt op percelen met ondiepe grondwaterstand in de winter een slechte structuur voor te komen. Evenals verslemming en bewerkbaarheid is ook de actuele structuur bij zeer diepe ontwatering slechter. De toestand is het gunstigst wanneer onder natte omstandigheden de grondwaterstand niet dieper dan 140 en niet ondieper dan 100 cm komt.

Volgens de gegevens van 1973 voldoen de meeste laagten aan die situatie en vertoonden, voorzover op structuur beoordeeld, een redelijk goede structuur.

5.3.5. *Oorzaken van plasvorming.* Om de mogelijke oorzaken van de plasvorming in de laagte op het noordelijke deel van raai C te kunnen aangeven werd het profiel ter plaatse onderzocht op vocht karakteristiek en doorlatend vermogen voor water en vergeleken met het profiel in een laagte zonder plasvorming (laagte in raai B).

De resultaten zijn grafisch weergegeven in fig. 16. Daaruit blijkt dat er in profielopbouw tussen de slechte en de goede plek (wel en geen plasvorming) geen opmerkelijk verschil kon worden geconstateerd. Het verloop van poriënvolume en luchtgehalte naar de diepte is in beide gevallen vrijwel gelijk. Ook wat het doorlatend vermogen voor water betreft komt de slechte plek niet ongunstiger voor de dag dan de goede plek.

Gezien deze resultaten lijkt het meer aannemelijk dat de plasvorming meer het gevolg is van de weinig intensieve drainage (1 reeks aan iedere kant van de oude sloot) dan van een slecht bodemprofiel.



datum waarop grond bewerkt kan worden (1971).

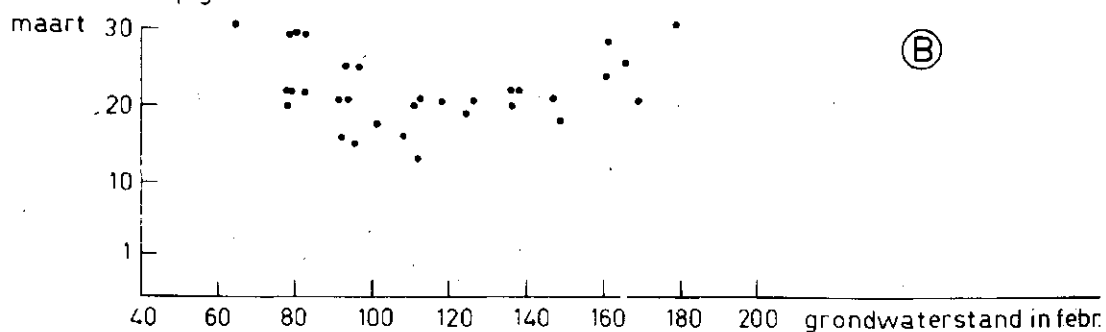


Fig. 14. Verloop van de grondwaterstand op een aantal plekken en de invloed daarvan op het tijdstip waarop de grond kan worden bewerkt.

visuele structuurbeoordeling

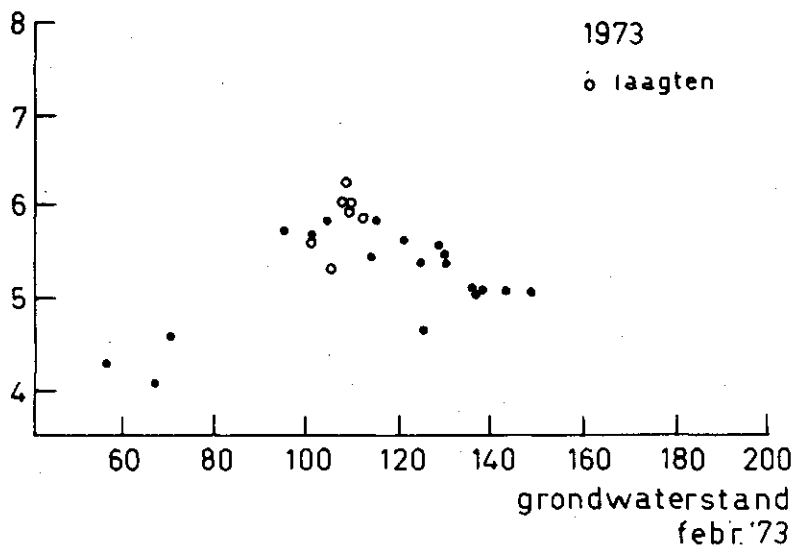
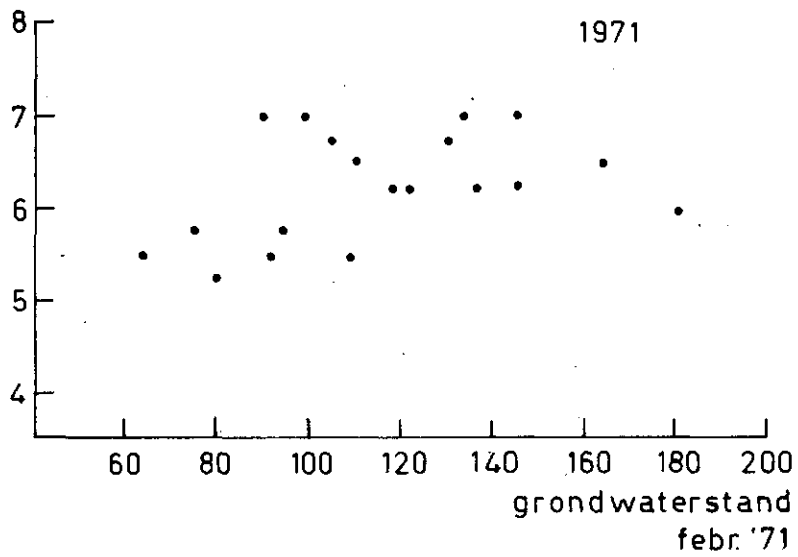


Fig. 15. Actuele structuur in de zomer in relatie tot de grondwaterstand in de winter.

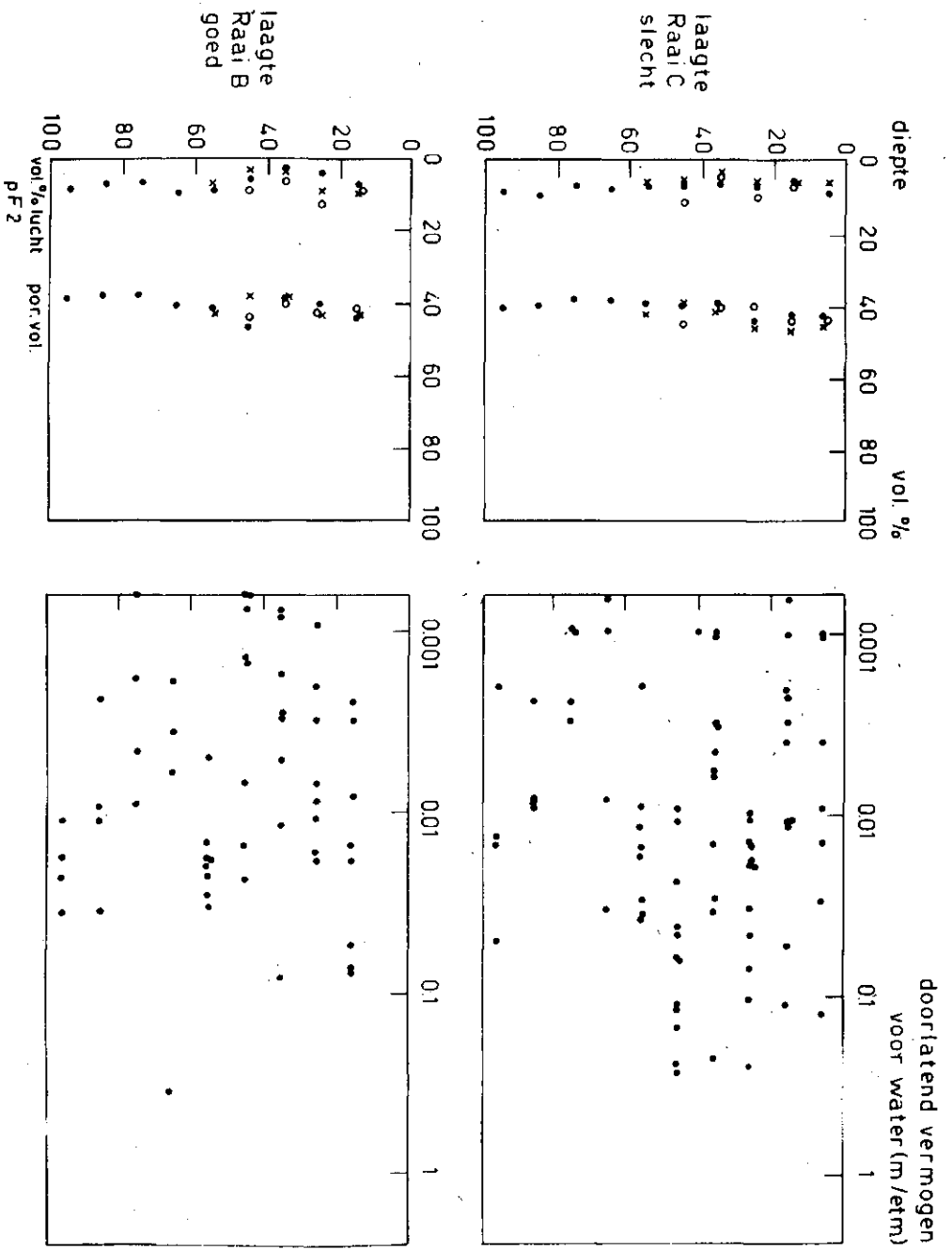


Fig. 16. Verloop van poriënvolume, luchtgehalte en doorlatendheid voor water op enkele natte plekken.

6. SAMENVATTING EN CONCLUSIES

In de ruilverkaveling "De Marne" werd door de Cultuurtechnische Dienst een proef opgezet, waarbij binnen een bedrijf perceelsvergroting door middel van slootdemping met onvolledige egalisatie werd gerealiseerd. Daarbij werden verschillende manieren van slootdemping toegepast en verschillende drainageintensiteiten in laagten gerealiseerd. Het doel was na te gaan op welke wijze bij een dergelijk cultuurtechnisch ingrijpen aan de moderne eisen t.a.v. ontwatering kan worden voldaan.

Door verschillende instituten werd voor, tijdens en na de uitvoering van de cultuurtechnische maatregelen begeleidend onderzoek verricht, teneinde inzicht te krijgen in voor de praktijk belangrijke bodenfysische eigenschappen en de daarbij mogelijk optredende veranderingen. Het IB leverde daarbij een belangrijke bijdrage door bestudering van de profielopbouw (poriënvolume, luchtgehalte en doorlatendheid voor water), van de structuuraspecten als verslemping, bewerkbaarheid en actuele structuur in relatie tot de ontwatering en van de oorzaken van de plaatselijk optredende plasvorming.

De voornaamste resultaten van dit onderzoek zijn:

(a) De profielopbouw, beoordeeld aan poriënvolume, luchtgehalte en doorlatendheid was aanvankelijk aan de slootkanten slechter dan op de kruinen, maar na enkele jaren na de cultuurtechnische ingrepen waren de meeste slootkanten duidelijk beter geworden. Kennelijk is door de verbeterde ontwatering ook de rijping voortgeschreden.

(b) De wijze van grondverzet bij het dempen van sloten heeft geen duidelijke invloed gehad op de profieleigenschappen.

(c) Door het afschuiven van grond ten behoeve van demping van sloten is het humusgehalte van de bouwvoor gemiddeld met 0,3% omlaag gegaan.

(d) Verslemping is zo hier en daar in vrij ernstige mate opgetreden, vooral op percelen of perceelsgedeelten met een laag gehalte aan organische stof (<2%) in combinatie met een grondwaterstand die langere tijd (minstens enkele weken) ondieper is dan 1 m ÷ mv.

(e) De bewerkbaarheid van de grond in het voorjaar blijkt duidelijk samen te hangen met de grondwaterstand in het voorjaar. Het vroegst kon worden begonnen op perceelsgedeelten waar in februari (bij een gemiddelde regenval van 2 mm/etm.) een grondwaterstand aanwezig was van 90-120 cm ÷ mv. en in maart (met een regenval van 1 mm/etm.) van 120-155 cm ÷ mv. Bij zowel diepere als ondiepere waterstanden viel het bewerkingstijdstip duidelijk later.

(f) Ook de actuele structuur bleek duidelijk samen te hangen met de grondwaterstand in herfst en winter. De toestand was het gunstigst wanneer onder natte omstandigheden de grondwaterstand niet dieper dan 140 en niet ondieper dan 100 cm kwam.

(g) Er zijn aanwijzingen dat de plaatselijk optredende plasvorming meer het gevolg is van de daar aanwezige, weinig intensieve drainage dan van storingen in het bodemprofiel.

(h) Over het geheel bezien zijn op dit proefobject op het gebied van de structuuraspecten van de bouwvoor weinig of geen moeilijkheden

opgetreden. Zelfs de meeste laagten, vooral die met een intensieve drainage, gaven in dit opzicht geen enkel probleem.

(i) Perceelsvergroting door middel van slootdemping zonder volledige egalisatie geeft geen moeilijkheden mits op voldoende diepte wordt ontwaterd.

7. LITERATUUR

- Boekel, P., 1968. Ontwatering van lichte zavelgronden in verband met de structuur van de bouwvoor. Buffer 14: 90-95.
- Boekel, P., 1969. Onderzoek naar de gewenste ontwateringstoestand in verband met de verslemping en bewerkbaarheid van kruinige percelen. Intern Rapp., Inst. Bodemvruchtbaarheid.
- Boekel, P., 1973. De betekenis van de ontwatering voor de bodemstructuur op zavel- en lichte kleigronden en de financiële consequenties daarvan. Bedrijfsontwikkeling 5: 875-880.
- Boekel, P., 1975. Invloed ontwatering op bewerkbaarheid en structuur kleibouwland. Grondjournaal 1975 (4): 10-13.
- Boels, D., z.j. Analyse afvoeren via zakputten op het slootdempingsproefveld te Kloosterburen. Concept-nota Inst. Cultuurtech. Waterhuishouding, niet gepubliceerd.
- Cultuurtechnische Dienst Groningen, 1971. Proefveld voor kavelinrichting "Halsema" te Kloosterburen. Verslag van de uitvoeringswerkzaamheden.
- Cultuurtechnische Dienst Groningen, 1973. Proefveld voor kavelinrichting "Halsema" te Kloosterburen. Resultaten van het eerste jaar proefvervolg.
- Cultuurtechnische Dienst Groningen, 1975. Kavelinrichtingsproefveld "Halsema" in de ruilverkaveling "De Marne". Verslag van tweede en derde jaar van proefvervolg.
- Daniëls, D. en De Smet, L.A.H., 1971. Het bodemkundig onderzoek van het bedrijf Halsema te Kloosterburen (Gr.). Sticht. Bodemkartering, Rapp. 1016.
- Daniëls, D. en De Smet, L.A.H., 1974. Bodemverdichtingen en cultuurtechnische ingrepen op een lichte zavelgrond. Sticht. Bodemkartering, Interne Meded. No. 31.
- Jongorius, A. en Jager, A., 1971. De micromorfometrische porositeitsanalyse van een zestal profielen uit het proefveld voor kavelinrichting "Halsema" te Kloosterburen. Sticht. Bodemkartering, ongepubliceerde nota.
- Jongorius, A. en Jager, A., z.j. Micromorfometrisch porositeitsonderzoek op het kavelinrichtingsproefveld "Halsema" in de ruilverkaveling "De Marne". Sticht. Bodemkartering, ongepubliceerd rapport.
- Koopmans, A., 1971. Enkele resultaten van begeleidend bodemfysisch onderzoek op een slootdempingsobject van de Cultuurtechnische Dienst te Kloosterburen. Scriptie Hogere Landbouwschool, Leeuwarden.