INSTITUUT VOOR CULTUURTECHNIEK EN WATERHUISHOUDING

NOTA 352, d. d. 21 september 1966

Bepaling van de landbouwkundige kwaliteit van afgetichelde hooggelegen kleigrond

ir. G. P. Wind en ir. A. P. Hidding

Over het aftichelen van hooggelegen kleigrond bestaat weinig ervaring. Meestal ligt de afgetichelde grond laag of zeer laag ten opzichte van het grondwater, zodat droogtegevoeligheid nauwelijks voorkomt. In deze gevallen wordt het aanbrengen van een laag van 30 cm klei als eis gesteld voor de ontgrondingsvergunning. De praktijk heeft uitgewezen, dat de chemische bodemvruchtbaarheid op dergelijke gronden op een voldoend hoog peil kan worden gebracht.

Ook bij hoger gelegen gronden mag zeker worden verwacht dat aan nagenoeg alle landbouwkundige eisen is voldaan indien een kleidek van 30 cm aanwezig is. Dit getal wordt in deze nota dan ook als minimum aangehouden. Er is echter één uitzondering, namelijk de eis van vochthoudendheid van het profiel, die bij lage gronden nagenoeg irrelevant is, doch die juist bij hoge kleigronden van doorslaggevende betekenis is.

Grondslagen voor de bepaling van het vereiste vochthoudend vermogen

In het Nederlandse klimaat is de regenval in het groeiseizoen geringer dan de verdamping van de gewassen. Er dient dus of een zekere hoeveelheid vocht in de grond beschikbaar te zijn, of het neerslagtekort moet door irrigatie worden aangevuld. Het klimaat alhier is echter zodanig, dat slechts in zeer intensieve bedrijven irrigatie rendabel is.

Indien de hoeveelheid beschikbaar vocht in de grond gelijk is aan het verschil tussen verdamping en neerslag kunnen maximale opbrengsten van de landbouwgewassen worden verwezenlijkt. Indien minder vocht beschikbaar is lijden de gewassen aan droogte. De opbrengst wordt daardoor nadelig beinvloed. In de literatuur zijn nagenoeg alle auteurs unaniem van mening dat in die gevallen de opbrengst recht evenredig is met de werkelijk verdampte hoeveelheid water. Zou bijvoorbeeld bij een potentiele verdamping van 400 mm en een neerslaghoeveelheid van 200 mm een grond die 200 mm water kan leveren een maximale opbrengst (= 100%) geven, dan zou een grond die 100 mm water kan leveren een opbrengst van $\frac{200+100}{400} = 75\%$ geven. Dit gaat blijkens eigen proeven op, zolang de hoeveelheid beschikbaar vocht vrij groot is. Het is duidelijk dat de invloed van de vochthoudendheid bij lagere waarden hog groter is. Op een stuifzandgrond die 10 mm water kan leveren is de opbrengst van landbouwgewassen nihil, doordat de regenverdeling zo onregelmatig is, dat het gewas reeds in een zeer jong stadium afsterft.

Een en ander is afgebeeld in figuur 1. Daarin geeft de getrokken lijn het verband tussen opbrengst en vochtleverend vermogen van de grond, gebaseerd op de rechtevenredigheid tussen opbrengst en werkelijke verdamping. De stippellijn geeft de correctie die daarop moet worden aan-

gebracht om bij een vochtcapaciteit = 0 ook tot een opbrengst = 0 te geraken.

Deze figuur is gemaakt met behulp van de neerslagcijfers van de stations Lobith (1942-1953), Duiven (1953-1956) en Herwen (1956-1962) en de verdamping eveneens volgens het KNMI van de stations Winterswijk (1942-1958) en (1961-1962) en de Bilt (1958-1961). Het uitzonderlijk droge jaar 1959 is buiten beschouwing gelaten, (zie bijlage 1),

De vochttekorten in deze omgeving zijn kleiner dan in Zeeland, dank zij de grote neerslaghoeveelheden in juli en augustus. Vooral aardappelen en bieten lijden daardoor minder droogteschade dan in het z.w.kleigebied.

Uit de figuur blijkt dat de droogteschade bij een vochtcapaciteit van 180 mm nagenoeg nihil is. Tabel 1 geeft de droogteschade afgeleid uit figuur 1.

Tabel 1. Droogteschade in % van de maximale opbrengst in afhankelijkheid van de vochtcapaciteit van de grond

Vochtcapaciteit (mm)	Droogteschade %
180	0,2
160	1,2
150	1,9
140	2,8
130	4,2
120	5,8
110	7,5
100	10
90	13
80	18

Vaststelling van het vereiste vochtleverend vermogen

Uit tabel 1 blijkt, dat het landbouwbedrijf behoefte heeft aan een zo hoog mogelijke vochtcapaciteit. De steenindustrie daarentegen wil zoveel mogelijk klei ontgraven, waardoor de vochtcapaciteit laag wordt. Bij een zuiver privaateconomische afweging van beide belangen komt het evenwicht waarschijnlijk op een zodanig laag niveau dat de grond landbouwkundig waardeloos wordt. Dit blijkt uit het feit dat veel onland is ontstaan in de tijd voor de ontgrondingsverordeningen. Het wezen van deze verordeningen is dat men het ontstaan van onland wil voorkomen, dus

dat het landbouwbedrijf op de ontgronde percelen mogelijk, dat wil zeggen, rendabel blijft.

Bij een vochtcapaciteit van 80 mm kan men inderdaad van onland spreken. Een droogteschade van 18%, dat is 300 à 350 gld/ha gemiddeld per jaar moet zeker als ontoelaatbaar worden beschouwd.

Bij de landaanwinning in Zeeland oordeelde men een schor rijp voor bedijking indien het kleidek 70 cm dik was. Dan zou goede landbouwgrond worden verkregen. Die grond heeft een vochtcapaciteit van ongeveer 170 mm bij een goede ontwatering. De gemiddelde droogteschade per jaar bedraagt daarbij ongeveer 4% van de maximale opbrengst (zie WIND en HIDDING, 1963). Eenzelfde opbrengst als op deze grond in Zeeland valt te Lobith te bereiken met een vochtcapaciteit van 130 mm (tabel 1).

Een andere benaderingswijze voor de te stellen eis zou gevonden kunnen worden in de vergelijking van de grenswaarde van 1 m^3 klei voor de landbouw en voor de steenfabricage. Voor de landbouw is deze te vinden door de droogteschade uit tabel 1 te kapitaliseren. Dit is uitgevoerd in tabel 2, waarbij als opbrengst 2000 gld/ha per jaar is aangehouden en als rentevoet 5%. 10 cm Klei is geacht 25 mm beschikbaar vocht te leveren; dat is dus 1 mm vocht per $\frac{10}{25}$ cm ofwel 40 m^3 klei per ha.

Tabel 2. Grenswaarde van 1 m^3 klei voor de landbouw bij invariabel bedrijf en bij verschillende vochtcapaciteiten.

Vocht-capaciteit mm	Droogteschade %	Droogteschade gld/ha	Gekapitaliseerde droogteschade gld/ha	Afname van droogteschade per mm vocht gld/ha	Grenswaarde van 1 m3 klei gld
180	0,2	4	80		
				16	0,40
170	0,6	12	240		
				24	0,60
160	1,2	24	480		
				28	0,70
150	1,8	38	760		
				40	1,00
140	2,8	56	1120		
				56	1,40
130	4,2	84	1680		
				64	1,60
120	5,8	116	2320		
				68	1,70
110	7,5	150	3000		
				100	2,50
100	10	200	4000		
				120	3,00
90	13	260	5200		
				200	5,00
80	18	360	7200		

Bij de gekozen vochtcapaciteit van 130 mm, die overeenkomt met die van behoorlijk goede Zeeuwse kleigrond is de landbouwkundige waarde van klei dus ongeveer 1,50 gld/m^3.

Berekening van het vochtleverend vermogen van grond

De hoeveelheid vocht die een grond kan leveren wordt beheerst door het vochtbindend vermogen, de bewortelingsdiepte en de grondwaterstand. Profielen bestaande uit een kleilaag op zand, waarom het hier gaat, hebben uitsluitend beworteling in de kleilaag. Bij een voldoende ontwatering, die op een hoge kleigrond zeker aanwezig is, mag ook gerekend worden op een volledige en efficiente beworteling van de kleilaag.

De hoeveelheid leverbaar vocht is dan te splitsen in een hoeveelheid in de bewortelde zone en een zekere capillaire opstijging.

Capillaire opstijging

De hoeveelheid vocht die door capillaire opstijging uit de onbewortelde onder-grond beschikbaar kan komen is door WIND en HIDDING (1961) berekend voor plaatzand. Deze bedragen worden ook voor het rivierzand te Lobith gebruikt, enerzijds omdat dit zand niet te veel verschilt van plaatzand, anderzijds omdat geen speciale gegevens bekend zijn (tabel 3).

Tabel 3. Maximale hoeveelheid vocht die aan het onbewortelde zand kan worden onttrokken in een groeiseizoen

Grondwaterstand onder de bewortelde zone cm	Hoeveelheid capillaire opstijging mm
0	88
30	84
60	74
90	37
120	23
150	16
180	13
∞	10

De hoeveelheid vocht die de bewortelde zone moet kunnen leveren behoort dus te zijn 130 mm verminderd met de capillaire opstijging uit tabel 3.

De vochtcapaciteit van de bewortelde laag

De bewortelde laag bestaat uitsluitend uit de teruggezette kleilaag (roof) tenzij na het aanbrengen daarvan een grondverbetering plaats heeft. Om de roofdikte te beperken is zo'n grondverbetering zeker gewenst. De klei immers heeft een beschikbaar vochtgehalte van omstreeks 20 vol %, zodat een roofdikte van ongeveer 60 cm nodig zou zijn om een goede grond te verkrijgen. Wanneer men door vermenging van de klei met het onderliggende zand, het daarin aanwezige vocht opneembaar maakt voor plantenwortels, kan met een kleinere roofdikte worden gewerkt. Deze grondverbetering is met succes toegepast in Zeeland, oostelijk Flevoland en andere plaatsen; ze is beschreven door WIND en HIDDING (1963).

In het navolgende wordt dan ook gerekend met een bewortelde laag die bestaat uit een mengsel van zand en klei. De mengverhouding wordt afgestemd op de grenzen van stuifgevoeligheid (minimaal 15% slib) en mogelijkheid van betonstructuur (maximaal 30% grof zand). Op grond van deze criteria worden de mengverhoudingen als in tabel 4.

Tabel 4. Toelaatbare mengverhoudingen in verband met stuifgevaar en betonvorming; delen zand per deel klei

Slibgehalte zand	Slibgehalte (<16%) v.d.roof		
	20 %	30 %	40 %
0 %	0,33	1,00	1,00
2	0,38	1,15	1,50
4	0,45	1,35	2,27
6	0,55	1,70	2,78
8	0,71	2,10	3,67

Een roofdek bestaande uit lichte klei kan dus minder worden verschraald dan een zwaardere roof. Het effect van het slibgehalte van het zand weegt eveneens zeer sterk; het betreft hier het zand in een laag van ongeveer een halve meter dikte onder de teruggezette roof.

Het vochtgehalte van al deze mengsels is uiteraard sterk afhankelijk van de vochtgehalten van de componenten en de mengverhouding. Voor de berekening is uitgegaan van het gewogen gemiddelde.

De vochtgehalten van zand en klei (fig. 2, tabel 5) zijn ontleend aan bestaande pF-curves, die enigszins zijn geschematiseerd. Zo is voor klei aangenomen, dat de pF-curve niet met het slibgehalte verandert.

Tabel 5. Beschikbaar vocht (vol %) in zand en klei

Hoogte boven grwst. in cm	Klei > 20% slib	Zand 8%	Zand 6%	Zand 4%	Zand 2%	Zand 0%
0	30	40	39	39	37	35
10	26	35	34	33	32	32
20	24	32	30	30	30	29
30	24	29	28	27	27	27
40	23	27	26	25	25	23
50	23	24	23	22	19	10
60	22	22	20	17	11	8
70	22	21	17	14	10	8
80	21	18	15	12	9	7
90	21	16	13	11	8	6
100	20	14	12	10	8	6
> 100	20	14	12	10	8	6

Het spreekt vanzelf dat de gehalten vooral van de zanden sterk afhankelijk zijn van de vochtspanning. In het veld is deze aan het begin van de groeiperiode gelijk aan de hoogte boven de grondwaterstand tot een maximum van 100 cm (pF = 2).

Door samenvoeging van de tabellen 4 en 5 kan het beschikbaar vochtgehalte in de mengsels worden berekend (tabel 6). Bij grote ontwateringsdiepte is dit ongeveer 17% voor de mengsels van lichte klei, die slechts weinig is verschraald en 13 à 15% voor de sterker verschraalde mengsels van zwaardere klei. Men bedenke dat het slibgehalte van alle mengsels 15% is.

Berekening van de vereiste roofdikte

Uit tabel 3 volgt dat bij oneindig diepe grondwaterstand de capillaire aanvoer 10 mm bedraagt. De benodigde hoeveelheid vocht in de bewortelde laag moet dus zijn 130 - 10 = 120 mm. De hoeveelheid zit in een laag van 71 cm van een mengsel bestaande uit 1 deel klei 20% en 0,33 delen zand 0 %, dat namelijk 17 vol% vocht bevat (zie tabel 6 linksonder). Van een mengsel dat 13% vocht bevat zou $\frac{120}{13}$ = 92 cm nodig zijn.

Door nu de aldus berekende benodigde dikte van de mensellaag te vermenigvuldigen met het 'roof'gehalte van de mengsels vindt men de vereiste roofdikte. In het eerste, hierboven genoemde, voorbeeld bedraagt de vereiste roofdikte dus $\frac{1}{1,33} \times 71 = 54$ cm.

Deze, op zichzelf, uiterst eenvoudige berekening is voor alle mengsels uitgevoerd in de tabellen 7, 8 en 9. Bij andere waterstanden dan oneindig diep, kan niet met een constante capillaire aanvoer worden gerekend; bovendien is het vochtgehalte van het grondmengsel niet voor de gehele laag gelijk. Daardoor is de berekening wel iets ingewikkelder dan in het eerste voorbeeld.

Van de wijze waarop in de tabellen is gewerkt volgt hier een voorbeeld: Een mengsel bestaande uit 1 deel klei 20% en 0,33 delen zand 0% ligt op een zandondergrond, die reikt tot 30 cm boven het grondwater. De capillaire aanvoer is 84 mm (tabel 3), de benodigde vochthoeveelheid dus 130 - 84 = 46 mm. De laag van het mengsel die 30 cm boven het grondwater ligt (tabel 6, 1e kolom) bevat per 10 cm 25 mm vocht, de volgende laag 23 mm, tezamen dus 48 mm. Er is dus slechts 19 cm mengsel nodig (tabel 7). De oppervlakte komt dus 30+19 = 49 cm boven het grondwater. Dit toont tabel 8, waar men een vereiste mengseldikte van 19 cm vindt bij een grondwaterstand van 50 cm onder maaiveld. De vereiste roofdikte

wordt nu dus $\frac{19}{1,33}$ = 14 cm (tabel 9).

Op deze wijze is dus tabel 9 ontstaan. De roofdikte blijkt groter te moeten zijn, naarmate de klei en het door te mengen zand slibarmer zijn en de grondwaterstand dieper is. Beschouwt men de mengsels met het slibarme zand (het meest voorkomend) dan blijkt men met de klei 20% nog tot een grondwaterdiepte van 110 cm te kunnen volstaan met de gebruikelijke 30 cm roofdikte. Voor de zwaardere kleien geldt dit zelfs tot 140 cm grondwaterstand.

Bij diepere waterstanden zal men dus tot grotere roofdikten moeten overgaan, zelfs wanneer men door grondverbetering de grond minder droogtegevoelig maakt. Tabel 8 geeft de vereiste mengdiepte daarvoor aan.

Vereenvoudiging van de tabellen

De tabellen 8 en 9 zijn voor praktisch gebruik te uitvoerig. Een minder genuanceerd beeld wordt verkregen door uit te gaan van:

2 kleisoorten, licht (15-25%) en zwaar ($>$ 25%);

2 zandsoorten, slibarm ($<$ 3% slib) en slibhoudend ($>$ 3% slib);

4 grondwaterstanden, $<$ 100, 100-150, 150-200 en $>$ 200.

De terug te zetten roofdikte wordt op minimaal 30 cm aangehouden en verder afgerond op halve decimeters.

De in de tabellen gebruikte waterstand is de waterstand die bepalend is voor het vochtgehalte van de grond aan het begin van de periode waarin de verdamping de neerslag belangrijk gaat overtreffen. Doorgaans is dat in mei; vrij grondwater, dat zich boven de ontwateringsbasis bevindt, zoals in de winter, is dan reeds weggedraineerd. De bedoelde waterstand is dus nagenoeg gelijk aan de ontwateringsdiepte, dat wil zeggen de waterdiepte in nabijgelegen sloten, kanalen of rivieren.

Tabel 10. Vereenvoudigde weergave van de benodigde roofdikte, in afhankelijkheid van slibgehalte en grondwaterstand, onder voorwaarde dat de teruggezette roof op doeltreffende wijze wordt gemengd met de zandondergrond tot de tussen haakjes vermelde diepte

Ontwaterings-diepte (cm)	Lichte roof (15-25 % slib) slibarm zand (< 3%)	slibhoudend zand (> 3%)	Zwaardere roof (> 25% slib) slibarm zand (< 3%)	slibhoudend zand (> 3%)
< 100	30 (40)	30 (45)	30 (65)	30 (90)
100-150	40 (55)	35 (55)	35 (75)	30 (90)
150-200	50 (70)	45 (70)	40 (90)	30 (90)
> 200	55 (75)	50 (75)	45 (100)	35 (90)

Bij deze vereenvouding van de originele tabellen is in het algemeen een afronding naar boven toegepast. Daardoor liggen de bereikte vochtcapaciteiten dichter bij de 140 mm dan bij de 130 mm. De te verwachten droogteschade zal dus dichter bij 3% dan bij 4% van de opbrengst liggen.

Uitvoering van de grondverbetering

Het is niet noodzakelijk de roof en het zand volledig homogeen te mengen, al dient wel naar een zekere homogeniteit te worden gestreefd. Diepploegen bijvoorbeeld geeft bij grotere ploegdiepten een te inhomogeen mengsel.

Het ideale werktuig is de mengrotor (KNHM) die door middel van kleine schopjes aan een groot langzaamdraaiend wiel een vrij homogeen mengsel maalt. Ook zeer goede resultaten worden bereikt met mengwoelers van het type van Damme. Voor de kleinere mengdiepten, tot 70 cm zou kunnen worden volstaan met 2 maal diepploegen. Een diepwerkende frees zal waarschijnlijk onvoldoende zand naar boven brengen.

Samenvatting

Wil men na afticheling van hooggelegen kleigrond redelijke landbouwgrond overhouden dan moet men zorgen voor een zo hoge vochtcapaciteit, dat de vochtbehoefte van de gewassen meestal volledig is gedekt. Een over vele jaren gemiddelde droogteschade van 3 à 4 % van de opbrengst moet aanvaardbaar worden geacht, daar deze op vele goede Zeeuwse kleigronden ook voorkomt.

De benodigde vochtcapaciteit bedraagt hiervoor in Zeeland 170 mm; te Lobith door de gunstiger neerslagverdeling 130 mm. Deze vochtcapaciteit is te verdelen in een hoeveelheid capillaire opstijging (tabel 3)

en een hoeveelheid beschikbaar vocht in de bewortelde laag. Van het totaal aanwezige vocht kan het meest efficient gebruik worden gemaakt door de kleilaag te mengen met onderliggend zand (tabel 4).

Uit pF-curven van verschillende voorkomende grondsoorten is bij diverse waterstanden de hoeveelheid beschikbaar vocht berekend (tabellen 5 en 6) die in de mengsels aanwezig is. Daaruit is weer berekend hoe dik de mengsellaag moet zijn (tabellen 7 en 8). Door de laatste gegevens te vermenigvuldigen met het kleigehalte uit tabel 4 ontstaat de vereiste roofdikte (tabel 9). Deze tabel is voor praktische doeleinden vereenvoudigd tot de kleine tabel 10.

De hierin gegeven roofdikten zijn uitsluitend toelaatbaar mits een grondverbetering door menging plaats vindt; dan zijn ze echter ook voldoende.

Tabel 6. Beschikbaar vocht in mengsels (vol %)

grondwaterst.	1 klei 20% 0,33 zand 0%	1 klei 20% 0,38 zand 2%	1 klei 20% 0,45 zand 4%	1 klei 20% 0,55 zand 6%	1 klei 20% 0,71 zand 8%	1 klei 30% 1 zand 0%	1 klei 30% 1,15 zand 2%	1 klei 30% 1,35 zand 4%	1 klei 30% 1,70 zand 6%	1 klei 30% 2,10 zand 8%	1 klei 40% 1 zand 0%	1 klei 40% 1,50 zand 2%	1 klei 40% 2,27 zand 4%	1 klei 40% 2,78 zand 6%	1 klei 40% 3,67 zand 8%
0	32	32	33	33	34	32	34	35	35	37	32	34	36	37	38
10	28	28	28	29	30	29	29	30	31	32	29	30	31	32	33
20	26	26	26	26	27	27	27	27	28	29	27	28	28	28	30
30	25	25	25	25	26	26	26	26	27	27	26	26	26	27	28
40	23	24	24	24	24	23	24	24	25	26	23	24	24	25	26
50	20	22	23	23	23	17	21	23	23	24	17	21	22	23	24
60	19	19	21	21	22	15	16	19	21	22	15	16	19	20	22
70	18	18	19	20	21	15	16	17	19	21	15	15	17	18	21
80	17	17	18	19	20	14	15	16	17	19	14	14	15	17	19
90	17	17	18	18	19	14	14	15	16	18	14	13	14	15	17
100	17	17	17	17	18	13	13	14	15	17	13	13	13	14	15
>100	17	17	17	17	18	13	13	14	15	16	13	13	13	14	15

Tabel 7. Benodigde dikte van de mengsels om tezamen met capillaire opstijging een vochtvoorraad 130 mm te verkrijgen

grondwaterst. t.o.v. onderkant van mengsels	capillaire opstijging in mm	1 klei 20% 0,33 zand 2 %	1 klei 20% 0,38 zand 2%	1 klei 20% 0,45 zand 4%	1 klei 20% 0,55 zand 6%	1 klei 20% 0,71 zand 8%	1 klei 30% 1 zand 0%	1 klei 30% 1,15 zand 2%	1 klei 30% 1,35 zand 4%	1 klei 30% 1,70 zand 6%	1 klei 30% 2,10 zand 8%	1 klei 40% 1 zand 0%	1 klei 40% 1,50 zand 2%	1 klei 40% 2,27 zand 4%	1 klei 40% 2,78 zand 6%	1 klei 40% 3,67 zand 8%
- 20 ondiep	88	13	13	13	13	12	13	12	12	12	11	13	12	12	12	11
- 10	88	13	13	13	13	12	13	12	12	12	11	13	12	12	12	11
0	88	14	14	13	13	13	14	13	12	12	12	13	13	12	12	11
+ 10	87	16	16	16	15	15	15	15	15	14	14	15	15	14	14	13
20	86	17	17	17	17	16	17	17	17	16	16	17	16	16	16	15
30	84	19	19	19	19	18	19	18	18	18	17	19	18	18	18	17
40	81	23	22	21	21	20	26	23	21	20	20	26	23	21	20	19
50	78	27	26	24	24	22	34	29	26	23	23	34	30	26	25	23
60	74	31	31	29	28	27	39	36	33	30	27	39	39	34	31	27
70	63	39	39	37	36	34	48	47	44	40	36	49	49	46	42	37
80	47	49	49	48	47	44	62	62	57	53	48	62	62	62	56	51
90 diep	37	55	55	54	54	51	71	71	64	62	56	71	71	71	64	61
100	30	59	59	59	59	56	77	77	69	66	62	77	77	77	69	66
110	26	61	61	61	61	58	81	81	72	69	65	81	81	81	72	69
120	23	63	63	63	63	60	83	83	74	71	67	83	83	83	74	71
130	20	64	64	64	64	61	85	85	76	73	69	85	85	85	76	73
140	18	66	66	66	66	62	86	86	78	74	70	86	86	86	78	74
150	16	67	67	67	67	63	88	88	79	75	71	88	88	88	79	75
160	15	68	68	68	68	64	89	89	80	76	72	89	89	89	80	76
170	14	68	68	68	68	64	89	89	81	77	72	89	89	89	81	77
180	13	69	69	69	69	65	90	90	82	77	73	90	90	90	82	77
∞	10	71	71	71	71	67	92	92	86	80	75	92	92	92	86	80

Tabel 8. Benodigde dikte van de mengsels in afhenkelijkheid van de grondwaterstand onder maaiveld, tevens mengdiepte voor de grondverbetering

grondwaterst. cm - mv	1 klei 20% 0,33 zand 1%	1 klei 20% 0,38 zand 3%	1 klei 20% 0,45 zand 5%	1 klei 20% 0,55 zand 7%	1 klei 20% 0,71 zand 9%	1 klei 30% 1 zand 1%	1 klei 30% 1,15 zand 3%	1 klei 30% 1,35 zand 5%	1 klei 30% 1,70 zand 7%	1 klei 30% 2,10 zand 9%	1 klei 40% 1 zand 1%	1 klei 40% 1,5 zand 3%	1 klei 40% 2,27 zand 5%	1 klei 40% 2,78 zand 7%	1 klei 40% 3,67 zand 9%
50	19	19	19	19	19	19	19	19	18	18	19	19	19	18	17
60	22	21	21	21	20	24	22	21	20	20	23	21	21	20	19
70	25	24	23	23	21	28	25	23	22	22	27	26	24	23	22
80	28	27	26	26	24	32	29	27	26	25	32	30	28	26	25
90	31	31	29	29	28	36	33	32	30	28	35	34	32	31	28
100	35	35	34	33	32	39	38	37	34	33	39	39	37	35	33
110	39	39	39	39	37	44	43	42	40	38	44	44	43	41	39
120	44	44	44	44	42	49	48	47	45	44	50	49	48	46	45
130	49	49	49	49	47	55	54	53	51	49	56	55	54	52	50
140	53	53	53	53	51	61	61	58	56	54	61	61	60	58	55
150	56	56	56	56	53	66	66	62	61	58	66	66	66	62	60
160	59	59	59	59	55	71	71	66	64	61	71	71	71	66	64
170	61	61	61	61	58	75	75	69	67	64	75	74	74	69	67
180	62	62	62	62	60	78	78	71	69	66	78	78	78	72	69
190	63	63	63	63	61	81	81	73	71	68	81	81	81	74	71
200	65	65	65	65	62	82	82	75	72	69	83	83	83	75	72
210	66	66	66	66	63	84	84	76	73	70	84	84	84	77	73
220	67	67	67	67	64	85	85	78	74	71	85	85	85	78	74
230	68	68	68	68	64	87	87	79	75	72	86	86	86	79	75
∞	71	71	71	71	67	92	92	86	80	75	92	92	92	86	80

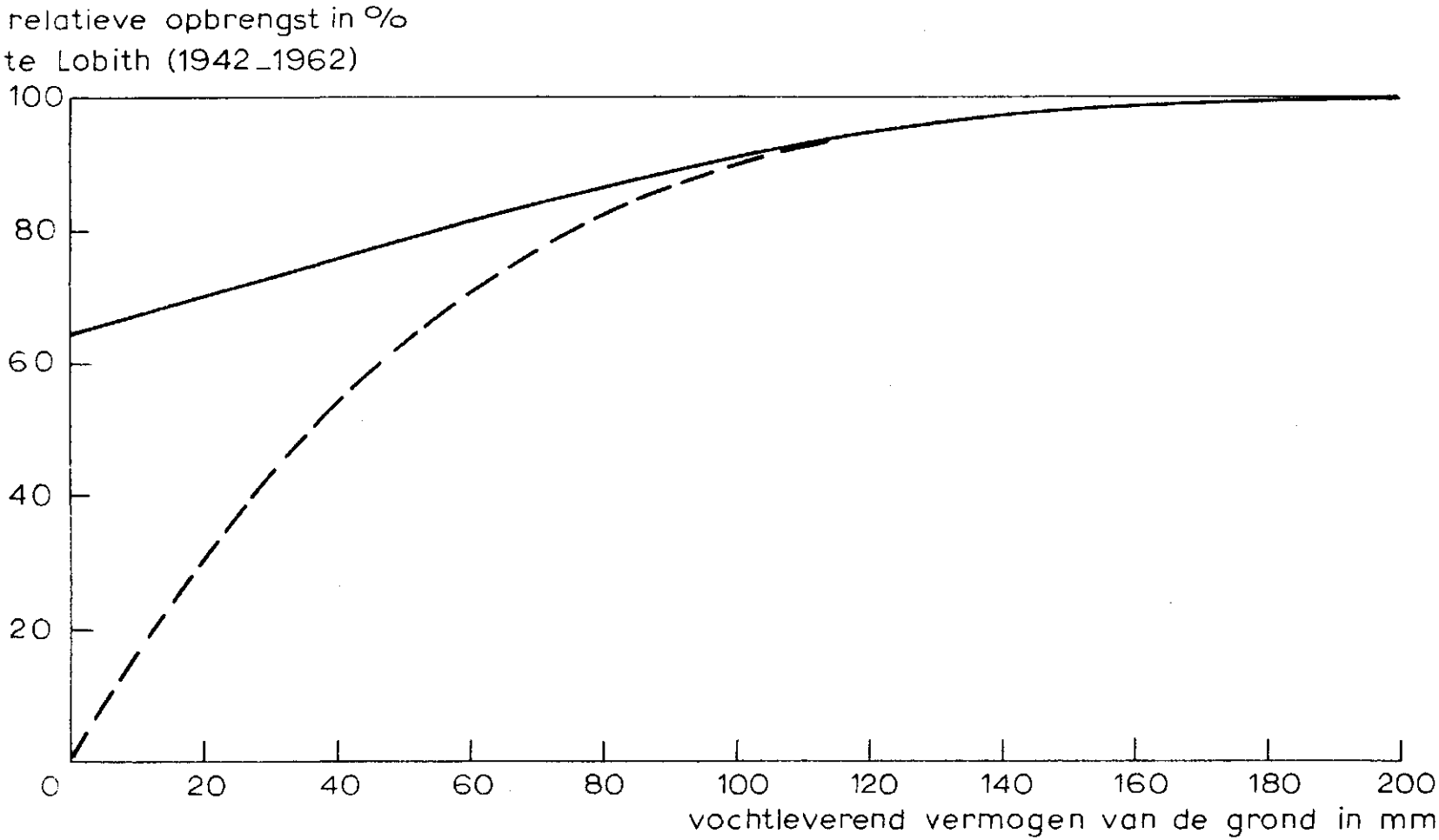
Tabel 9. Dikte van de terug te zetten kleilaag (roof) voor voldoende vochtcapaciteit (naar boven afgerond op hele centimeters)

grondwaterst. cm - mv	1 klei 20% 0,33 zand 0%	1 klei 20% 0,38 zand 2%	1 klei 20% 0,45 zand 4%	1 klei 20% 0,55 zand 6%	1 klei 20% 0,71 zand 9%	1 klei 30% 1 zand 0%	1 klei 30% 1,15 zand 2%	1 klei 30% 1,35 zand 4%	1 klei 30% 1,70 zand 6%	1 klei 30% 2,10 zand 8%	1 klei 40% 1,00 zand 0%	1 klei 40% 1,50 zand 2%	1 klei 40% 2,27 zand 4%	1 klei 40% 2,78 zand 6%	1 klei 40% 3,67 zand 8%
50	14	14	13	13	12	10	9	9	7	6	10	8	6	5	4
60	17	15	15	14	12	12	11	9	8	7	12	9	7	6	5
70	19	17	16	15	13	14	12	10	9	8	14	11	8	7	5
80	21	20	18	17	14	16	14	12	10	9	16	12	9	8	6
90	23	23	20	19	17	18	16	14	12	10	18	14	10	9	7
100	26	25	24	22	19	20	18	16	13	11	20	16	12	10	8
110	29	28	27	26	22	22	20	18	15	13	22	18	14	11	9
120	33	32	31	29	25	25	23	20	17	15	25	20	15	13	10
130	37	36	34	32	28	28	26	23	19	16	28	22	17	14	11
140	40	39	37	35	30	31	29	25	21	18	31	25	19	16	12
150	42	41	39	37	32	33	31	27	23	19	33	27	21	17	13
160	44	43	41	39	33	36	33	29	24	20	36	29	22	18	14
170	46	44	42	40	34	38	35	30	25	21	38	30	23	19	15
180	47	45	43	41	36	39	37	31	26	22	39	31	24	20	15
190	48	46	44	41	36	40	38	32	27	22	41	32	25	20	16
200	49	47	45	42	37	41	39	32	27	23	42	32	26	21	16
210	50	48	46	43	37	42	40	33	28	23	42	32	26	21	16
220	50	49	47	44	38	43	40	34	28	23	43	33	27	21	16
230	51	50	47	44	38	44	41	34	29	24	43	33	27	22	17
300	53	51	48	45	39	45	42	36	30	24	45	35	28	23	17
∞	54	51	49	46	39	46	43	37	30	24	46	37	28	23	17

Bijlage 1. Neerslagen in mm per maand

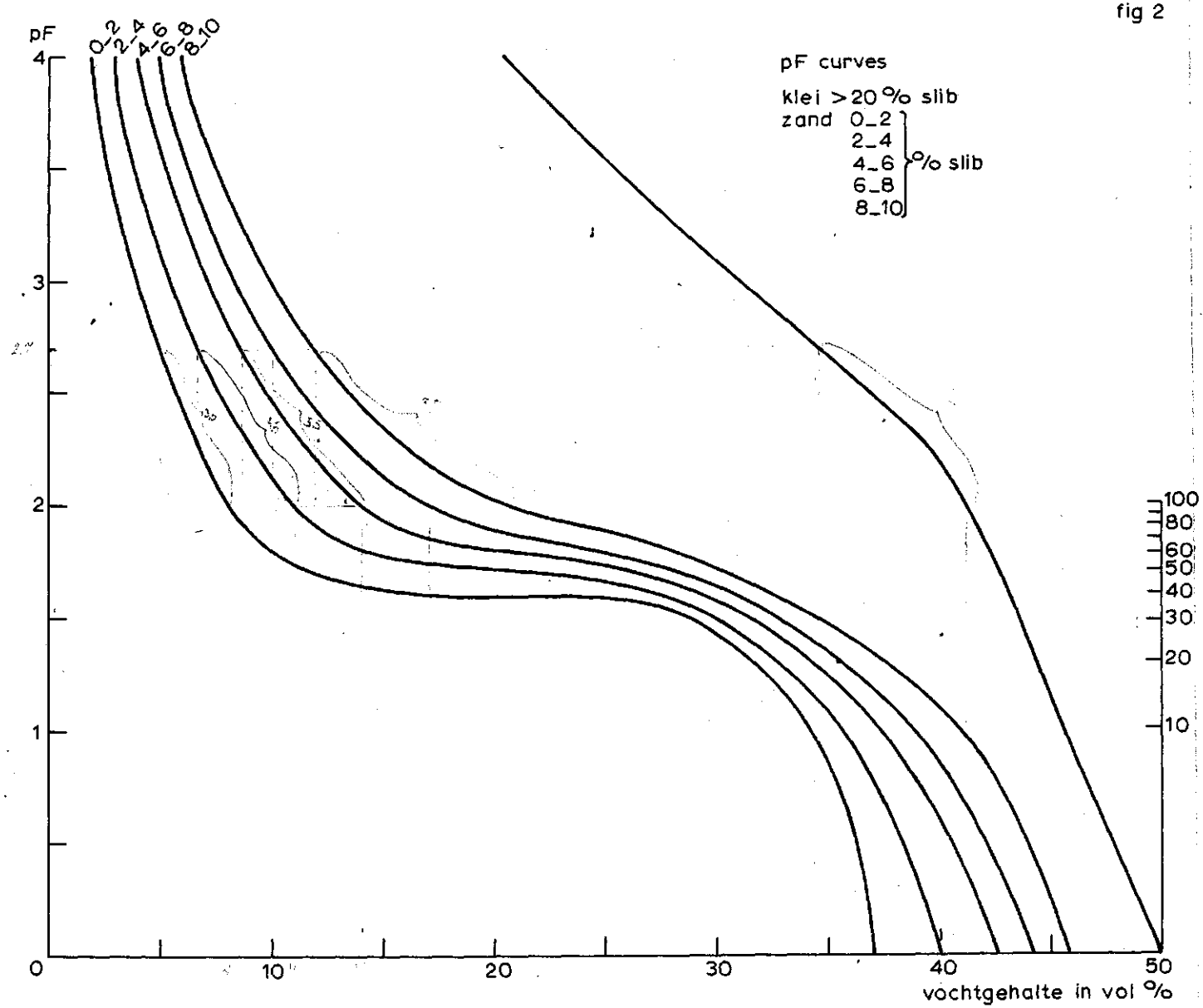
Jaar : / Maand	1942	1943	1944	1945	1946	1947	1948	1949	1950	1951	1952	1953	1954	1955	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962	
Maart	34	20	41	34	50	86	16	39	18	61	69	11	38	35	49	74	21	69	27	52	52	
April	29	45	11	55	17	49	41	33	81	71	13	52	25	25	42	11	43	56	24	88	85	
Mei	57	51	57	119	51	49	46	51	61	75	26	23	40	90	44	73	72	10	73	57	68	
Juni	48	81	79	34	62	75	72	24	63	43	52	77	55	65	115	43	71	20	36	123	19	
Juli	150	36	102	46	75	25	98	37	120	67	95	73	150	22	123	99	92	32	156	13	64	
Augustus	50	84	8	148	108	24	109	56	62	107	167	90	101	94	83	97	74	90	108	115	52	
September	91	44	54	58	58	34	59	88	94	56	40	34	66	52	56	190	43	5	66	68	54	
Verdamping van een vrij wateroppervlak volgens Penman, in mm per maand																						
Maart	33	45	32	37	31	33	44	40	40	39	38	37	36	41	48	43	38	43	43	41	29	
April	93	82	72	66	80	76	79	86	69	73	85	83	75	83	60	78	73	77	84	59	69	
Mei	96	122	104	102	109	108	108	99	101	101	107	114	105	126	110	104	97	132	104	91	80	
Juni	114	94	100	130	104	129	110	109	140	118	116	110	126	106	89	141	110	153	138	121	118	
Juli	100	126	89	124	114	138	102	120	112	113	112	108	122	86	89	114	115	148	101	97	91	
Augustus	100	92	111	70	81	130	86	99	102	85	92	100	100	80	76	90	89	105	83	86	86	
September	60	55	56	56	57	72	56	58	50	61	48	68	59	58	53	47	66	85	55	57	72	
Potentiële verdamping (V)- neerslag (N) in mm per maand																						
A. Granen																						
Maart	-14	7	-22	-12	-31	-66	-10	-15	6	-38	-46	11	-16	-10	-20	-48	2	-43	-1	-27	-35	
April	45	21	47	- 2	47	12	22	36	-26	-13	55	14	35	41	6	51	15	6	41	-41	-30	
Mei	20	47	26	-37	36	37	40	28	20	6	60	68	44	11	44	10	6	96	10	-16	- 4	
Juni	66	13	21	96	42	54	38	75	77	75	64	33	71	41	-26	98	39	133	102	- 2	99	
Juli	-70	65	-31	53	16	85	-16	59	-30	23	- 5	13	-52	47	-62	- 8	0	86	-75	65	9	
Som V-N(max)	131	153	94	149	141	188	100	198	97	104	179	139	150	140	50	159	62	321	153	65	108	Gemiddeld: 137
B. Suikerbieten																						
April	-10	-29	3	-32	- 1	-34	-25	-16	-67	-56	4	-35	-10	- 8	-30	5	-28	-41	- 8	-76	-71	
Mei	- 9	10	- 5	-68	3	5	8	- 1	-11	-25	28	34	12	-27	11	-21	-24	56	-21	-11	-28	
Juni	43	- 6	1	70	21	28	16	63	49	51	41	11	46	20	-44	70	17	102	74	-26	75	
Juli	-50	90	-13	78	39	113	4	83	-88	36	17	35	-28	64	-34	15	23	116	-55	84	27	
Augustus	50	8	103	-78	-27	106	-23	43	40	-22	-75	10	- 1	-14	- 7	-17	15	-15	-25	-29	34	
September	-55	-11	-20	-24	-24	9	-25	-53	-64	-19	-11	7	-31	-17	-24	-162	- 3	46	-33	-34	-11	
Som V-N(max.)	50	98	103	148	63	261	28	189	49	87	90	97	58	84	11	85	55	335	74	84	136	Gemiddeld: 104

fig 2



66C 112 1 / 3,6

fig 2



66 A 112 2/3.6