

- a. soils with an uneven surface, implying that the costs of levelling, essential to precede the application of any other system of irrigation, are excessive. These include virtually all sand soils,
 - b. soils of which the watertable should be considerably raised to ensure an optimum supply of water to the crops,
 - c. soils covering a small area only.
6. In the south of the Netherlands sprinkler irrigation will sooner be necessary than in the north as the deficiency of the quantity of water supplied by rain is larger than in the north.

18. ENKELE EIGENAARDIGHEDEN VAN DE GROND IN VERBAND MET KUNSTMATIGE BEREGENING

Some soil properties in relation to sprinkler irrigation

door/by

Dr Ir F. W. G. Pijls

Overgenomen uit De Fruittelt 43, 25, 20 Juni 1953, blz. 500-503

HET WATERHOUDEND VERMOGEN VAN DE GROND

Veronderstel: we hebben een hoog boven het grondwater gelegen grond. We brengen daar een grote hoeveelheid water op, of er valt een zware regenbui op, zoiets van 150 mm en we wachten dan 24 of 36 uur.

Wanneer men dan op 30 cm diepte een grondmonster neemt, dan blijkt de grond een bepaalde hoeveelheid vocht te bevatten. Dit dank zij het vermogen van de grond, om ondanks de zwaartekracht, die het water naar beneden trekt, dit water vast te houden. De grond kan water vasthouden tegen de zwaartekracht in door capillaire krachten, die in de grond werkzaam zijn. Er zijn verschillende manieren om deze krachten aan te duiden. Een van de grootheden waarin de kracht, waarmee het water wordt vastgehouden, kan worden uitgedrukt, is die in atmosferen druk. Nu is gebleken dat de kracht, of de spanning of de druk, waarmee het water, dat zich 24 of 36 uur na een bevloeiing of een regenrijke tijd als hangwater in de grond bevindt, wordt vastgehouden, altijd hetzelfde is, nl. 0,5 atmosfeer onder Amerikaanse omstandigheden en 0,1 atmosfeer voor Nederlandse omstandigheden. Dit laatste volgens onderzoeken van Ir J. Butijn van „Zeelands Proeftuin”. Men kan het ook anders zeggen, nl. alleen het water, dat met een druk of spanning van 0,5 of 0,1 atmosfeer of meer wordt vastgehouden, zakt niet onder invloed van de zwaartekracht naar beneden en wordt dus vastgehouden. Alles wat met een geringere kracht wordt gebonden, zakt naar de diepte weg.

Voor de practijk van de kunstmatige beregening, die op hoog boven het grondwater gelegen gronden zal worden toegepast, is het belangrijk te weten hoeveel water de grond bij besproeiing kan vasthouden. Men weet, dat de kracht waarmee dit gebeurt 0,5 of 0,1 atmosfeer is. Daarom is er een bepaalde methode, waarbij een grondmonster, dat men eerst flink vochtig heeft gemaakt, in een toestel op het laboratorium wordt afgezogen met een onderdruk van 0,5 of 0,1 atmosfeer. Als dit enige tijd heeft geduurd, bepaalt

men de hoeveelheid vocht, die er in het grondmonster is achtergebleven en men weet dan hoeveel water een grond met een spanning of druk van 0,5 of 0,1 atmosfeer kan vasthouden. Of in meer praktische termen gezegd: hoeveel water een grond vasthoudt na een bevloeiing of zware regenbui nadat alle water, dat de grond niet kan vasthouden, is weggezakt. Fig. 1 geeft een voorbeeld van een toestel, waarmee het vochtgehalte van de grond bij verschillende onderdrukken kan worden bepaald.

DE VELDCAPACITEIT VAN DE GROND

De grond is dan wat men noemt op veldcapaciteit. Voor de beregeningspraktijk is het belangrijk te weten hoeveel water een grond kan bevatten bij veldcapaciteit, of wat hetzelfde is bij 0,5 of 0,1 atmosfeer onderdruk. *Het heeft immers geen zin om bij een bevloeiing of beregening meer water te geven dan nodig is om de grond (weer) op veldcapaciteit te brengen.* Wat men meer geeft, zakt toch naar de diepte weg, omdat de grond het niet kan vasthouden.

TOT WELKE DIEPTE MOET DE GROND OP VELDCAPACITEIT WORDEN GEBRACHT?

De vraag is nu: tot welke diepte moet de grond bij iedere beregening op veldcapaciteit worden gebracht. Het antwoord hierop kan eenvoudig zijn: zo diep als de wortels in de grond dringen, want tot die diepte kunnen de planten water opnemen. Dieper dan bewortelingsdiepte nat maken is niet gewenst, omdat het water dan toch niet wordt opgenomen. De vraag is alleen nog: hoe diep dringen de wortels in de grond?

BEWORTELIINGSDIEPTE

Hierop diep ingaan is weer een hoofdstuk op zich. Daarom wordt hier volstaan met enkele algemene opmerkingen. De diepte van beworteling is enerzijds een eigenschap van het gewas zelf en anderzijds afhankelijk van het bodemprofiel. Iedereen weet dat er gewassen zijn, die van nature ondiep wortelen en andere, die diep wortelen en weer andere, die daar tussenin staan. Aan het vermogen van de gewassen om van nature de grond tot een bepaalde diepte te wortelen, worden vaak beperkingen opgelegd door het bodemprofiel. Bekend zijn b.v. in het rivierkleigebied de gronden, die bestaan uit ongeveer 60 cm klei op grof zand. In dit onderliggende grove zand dringen geen wortels door en de beworteling is dus beperkt tot de bovenliggende kleilaag van 60 cm dikte. Zou men hier dus beregenen, dan behoeft bij iedere besproeiing alleen maar de 60 cm klei op veldcapaciteit te worden gebracht. Geeft men meer water, dan zakt dit weg in het grove zand, waarin geen wortels zitten. Eenzelfde beschouwing kan worden gehouden over humeuze zandgrond, met een ondergrond van zeer grof zand. Er zijn echter ook kleigronden of humeuze zandgronden, waarvan de ondergrond bestaat uit fijn zand of leemhoudend zand, waarin wel wortels doordringen. Op deze gronden kan men de grond bij iedere beregening tot grotere diepte op veldcapaciteit brengen dan op de humeuze zandgronden met een grofzandige ondergrond.

VELDCAPACITEIT EN DE HOEVEELHEID WATER, DIE BIJ EEN BESPROEIJING MOET WORDEN GEGEVEN

Inzicht in de betekenis van de veldcapaciteit van de grond is nog uit een ander oogpunt van belang. Stel we hebben een grond, waarvan de doorwortelde laag bij veldcapaciteit 200 mm water kan bevatten. Stel verder, dat er 80 mm uit verbruikt is. Dan moet dus 80 mm regen worden gegeven om de doorwortelde laag weer op veldcapaciteit te brengen. Men kan dan b.v. niet volstaan met b.v. 30 mm te geven en dan te redeneren: ik breng de doorwortelde laag weliswaar niet volledig op veldcapaciteit, maar neem genoeg met het feit, dat de hele laag over zijn volle diepte een watergehalte heeft dat overeenkomt met $\frac{3}{4}$ van de veldcapaciteit. Immers, zou men verder kunnen redeneren, er zat 120 mm in, ik voeg 30 mm toe, dat is samen 150 mm. Er kan in totaal 200 mm in en 150 mm is het $\frac{3}{4}$ deel van 200 mm. Deze redenering is fout. En wel om de volgende reden. We zagen reeds dat er geen water naar de diepte wegzakt, wanneer een grond op veldcapaciteit is. Omgekeerd kan men zeggen: wil men water naar de diepte laten verplaatsen, dan zal men de grond meer water moeten geven dan nodig is om hem op veldcapaciteit te brengen. Wat gebeurt er nu wanneer men beregent. Eerst zal, bij wijze van spreken, de bovenste 10 centimeter grond op veldcapaciteit moeten zijn, wil door dit laagje water kunnen zakken om het tweede laagje van 10 centimeter nat te maken. Eerst wanneer dit tweede laagje ook op veldcapaciteit is, ontvangt het derde laagje water. *Met andere woorden het is niet mogelijk dieper gelegen grondlaagjes vochtig te maken, zonder eerst de daarboven gelegen grond volledig op veldcapaciteit te hebben gebracht.*

Keren we nu terug tot het bovengenoemde voorbeeld en nemen we aan, dat de doorwortelde laag 1 m dik is. Deze kan dus 200 mm water bevatten. Per 10 cm is dat 20 mm. Er zat 120 mm water in die meter grond of per 10 cm 12 mm. Om een laagje grond van 10 cm op veldcapaciteit te brengen, is dus 8 mm water nodig. Met de 30 mm, die we van plan waren te geven, brengen we dus alleen maar de bovenste 37,5 cm grond op veldcapaciteit ($\frac{30}{8} \times 10 \text{ cm} = 37,5 \text{ cm}$). De 62,5 cm grond daaronder blijft net zo droog als vóór de berekening, of beter gezegd die droogt verder uit, doordat de wortels doorgaan met daar water op te nemen, totdat het niet meer mogelijk is. *Men heeft dus niet de gehele doorwortelde laag op $\frac{3}{4}$ van zijn veldcapaciteit gebracht, maar $\frac{3}{8}$ van de doorwortelde laag op volledige veldcapaciteit.* Door de eigenaardigheid van de grond, dat door een bepaald laagje alleen maar water zakt, wanneer er meer water wordt gegeven dan dat laagje bij veldcapaciteit kan vasthouden, is het onmogelijk bij berekening een grondlaag over zijn hele diepte een andere vochttoestand te geven dan die, welke overeenkomt met zijn veldcapaciteit. Het is m.a.w. onmogelijk om een uitgedroogde grondlaag over zijn volle diepte op b.v. de helft of drie kwart van zijn veldcapaciteit te brengen. Geeft men dus op een gegeven moment minder water dan nodig is om het hele profiel op veldcapaciteit te brengen, dan maakt men alleen het bovenste deel van de grond nat, terwijl de daaronder gelegen lagen net zo droog blijven, of beter gezegd nog droger worden dan voor de berekening.

Boven zagen we reeds, dat bij iedere berekening niet meer water gegeven moet worden dan nodig is om de doorwortelde laag op veldcapaciteit te brengen. Uit het laatste betoog volgt, dat iedere keer ook niet minder gegeven moet worden. Geeft men minder, dan bestaat het gevaar dat op een

bepaalde diepte de grond ondanks berekening te sterk uitdroogt, met alle nadelige gevolgen van dien, zoals wortelsterfte, nog grotere droogtegevoeligheid, enz. Voor een jonge aanplant op lichte grond is dit zeer gevaarlijk, men loopt dan nl. kans, dat de beworteling beperkt blijft tot de bovenste grondlaag, die geregeld nat wordt gemaakt. Het per keer niet minder geven dan noodzakelijk is, heeft verder nog het voordeel, dat het aantal malen dat beregend moet worden minder kan zijn en dat per keer meer water gegeven kan, of beter gezegd, moet worden gegeven.

DE VELDCAPACITEIT VAN VERSCHILLENDE GRONDSOORTEN

De vraag is nu hoeveel water kunnen de verschillende grondsoorten bij veldcapaciteit bevatten. Zoals in het begin van dit artikel reeds opgemerkt, kan dit op het laboratorium worden bepaald door een grondmonster, dat op een bepaalde manier in het veld is genomen en voorbereid, met een onderdruk van 0,5 of 0,1 atmosfeer af te zuigen. Er wordt op het ogenblik druk gewerkt om b.v. bij het Bedrijfslaboratorium voor Grond- en Gewasonderzoek in Oosterbeek gelegenheid te scheppen voor de practijk veldcapaciteit en nog andere grootheden, die betrekking hebben op de waterhuishouding van de grond, te bepalen. Men is echter nog niet helemaal zo ver. Naar we vernemen, zal dit in de zomer van 1954 wel het geval zijn. Intussen gaat de practijk door met beregenen of het aanschaffen van regeninstallaties, en men zou gebaat zijn, wanneer men alvast een indruk had van het aantal mm water, dat een grond maximaal tegen de zwaartekracht in kan bevatten. Welnu, dan wordt de Amerikaanse manier van voorlichting geven toegepast. In Amerika is men ook pas begonnen voor de practijk grondmonsters op vocht karakteristieken te onderzoeken en hebben ook nog lang niet alle boeren, die bevoeiing toepassen, hun grond laten onderzoeken. Ook daar wordt nog vaak te veel of te weinig water gegeven. Om de boeren zo goed mogelijk te laten bevoeien, geeft men dan het volgende zeer schematische overzicht van veldcapaciteiten van de verschillende grondsoorten:

<i>Zeer lichte grond</i> , in ons land b.v. grof duinzand of grof diluviaal zand	}	60-120 mm water per m grondlaag.
<i>Lichte grond</i> , in ons land b.v. lichte rivierklei of humushoudend dekzand		120-180 " " " " "
<i>Middel zware grond</i> , b.v. rivierklei of lichte zeeklei		180-240 " " " " "
<i>Zware grond</i> , b.v. goede zeeklei		240-280 " " " " "
<i>Zeer zware grond</i>		215-240 " " " " "

Dit overzicht, hoe gebrekkig ook, leert al zeer veel voor de beregeningspractijk. Wanneer nu eens aangenomen wordt, dat dit schema voor Nederlandse omstandigheden bruikbaar is, dan kan de volgende redenering worden opgezet. Het is bekend, dat ongeveer de helft van de opgegeven hoeveelheid water opneembaar is voor de gewassen. D.w.z. dat zo lang de helft van de voor de verschillende grondsoorten opgegeven hoeveelheden water of meer in deze grondsoorten aanwezig is, de gewassen niet aan droogte zullen lijden. Is er minder dan de helft van de opgegeven hoeveelheden in de grond aanwezig, dan komt men te dicht bij het zgn. verwelkingspunt van de grond. Bij dit punt wordt het water met een zuigkracht van 15 atmosfeer door de grond vastgehouden. De plantenwortels kunnen nog wel tot 15 atmosfeer opbrengen, maar meer niet. Ze nemen dan weinig of geen water meer op.

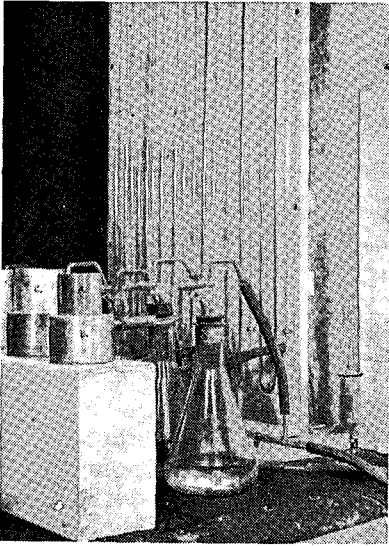
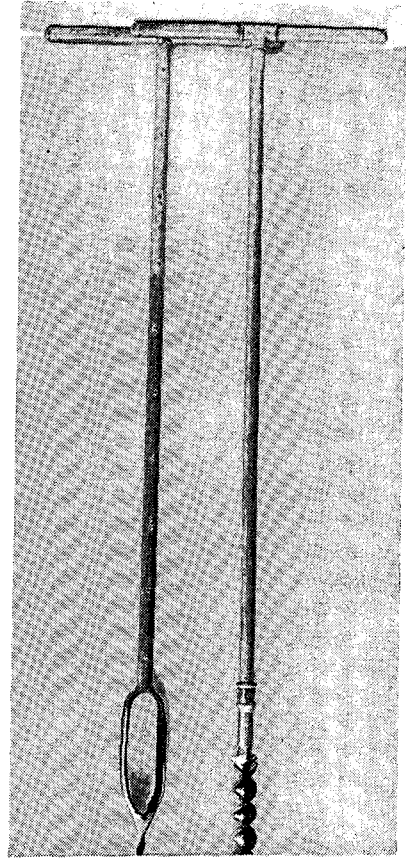


Foto: Bosbouwproefstation T.N.O.
Cliché: De Fruitteelt

Fig. 1.

Toestel om het vochtgehalte van de grond bij verschillende onderdrukken te bepalen. In de bovenste van de op elkaar staande metalen cilindres bevindt zich het grondmonster. De glazen buizen op de achtergrond bevatten kwik om de verschillende onderdrukken te kunnen instellen en controleren.

Instrument for measuring the soil moisture content under different tensions. The upper cylinders contain the soil sample. The glass tubes in the background are manometers.



Gliché's: De Fruitteelt

Fig. 2.

Grondbooren voor het controleren van het vochtgehalte van de grond voor en na beregening.

Rechts: de besproken spiraalboor. Links: grondboor, zoals die bij de bodemkartering wordt gebruikt.

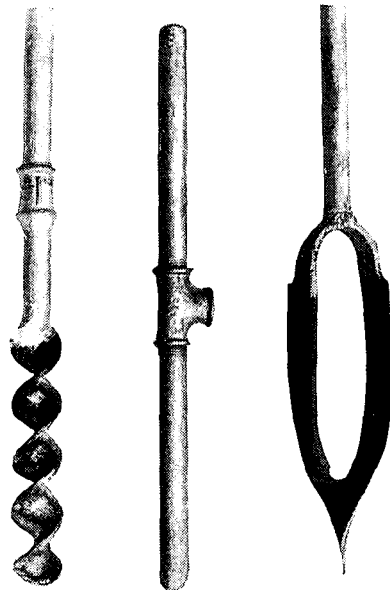
Soil augers to controll the moisture content of a soil before and after irrigation.

To the right: screw type. To the left: Dutch core type.

Fig. 3.

Boorlichamen. Detail van fig. 2. Links: spiraalboor. Rechts: grondboor gebruikt bij bodemkartering. Midden: handvat met schroefdraad. Kan worden losgedraaid voor tussenvoeging van verlengstukken.

Bits of soil augers, detail of fig. 2. To the left: screw type. To the right: Dutch core type. In the centre: handle with crosspiece to add extensions.



OP WELK MOMENT BEREGENEN?

De verschillende grondsoorten moeten beregend worden als is aangegeven in onderstaande tabel. Voor de overzichtelijkheid zijn de hoeveelheden water, die ze bij veldcapaciteit kunnen bevatten, nog even vermeld.

	Aantal mm water bij veldcapaciteit per m grond	Kan men laten uitdrogen tot nog aanwezig in mm per grondlaag	Er moet dan worden gegeven in mm per m grondlaag
Zeer lichte grond . . .	60-120	30- 60	30- 60
Lichte grond	120-180	60- 90	60- 90
Middelzware grond . .	180-240	90-120	90-120
Zware grond	240-280	120-140	120-140
Zeer zware grond . . .	215-240	112-120	112-120

Uit deze tabel blijkt, dat naarmate de grond lichter is, men vroeger in het jaar moet beginnen te beregenen. Heeft men te doen met een gewas dat de grond tot 1 m diepte doorwortelt, dan zal men in het Noorden van ons land op de allerlichtste grond in een gemiddeld jaar de eerste week van Juni al 30 mm water moeten geven. Dan bedraagt immers, blijkens de tabel in hoofdstuk 17, het tekort op de neerslag 30 mm. Naarmate de grond zwaarder wordt, kan op een later tijdstip worden beregend en kan, of beter gezegd, moet men per keer meer geven. Middelzware grond is pas eind Augustus aan beregening toe en er kan dan 90 mm worden gegeven. Hier zou dus, wanneer men deze grond zou gaan beregenen, met 1 keer sproeien kunnen worden volstaan. De allerlichtste grond, die we aan het eind van de eerste week van Juni 30 mm hebben gegeven, moet omstreeks 8 à 9 Juli weer 30 mm en eind Augustus nog eens 30 mm hebben. Naarmate de doorwortelde laag dunner is dan 1 m zal men

- 1e eerder moeten beregenen;
- 2e per beregening minder kunnen geven;
- 3e steeds meer keren moeten beregenen.

Zo is het ook te begrijpen dat, ondanks het feit dat het technisch misschien wel mogelijk is ook de lichtste gronden in ons land te beregenen, het niet rendabel zal zijn doordat men te veel keren moet beregenen. Dit geldt voor het zuiden van ons land nog meer dan voor het noorden.

VERSCHIL TUSSEN ZUID EN NOORD

Bestudering van de tabel over het tekort op de neerslag in het zuiden van ons land, in hoofdstuk 17, leert, dat men in het zuiden op de allerlichtste grond aan het eind van de derde week van Mei al aan beregening toe is. Dan bedraagt het tekort op de neerslag al ongeveer 30 mm. De tweede beregening moet dan al weer plaats hebben ongeveer half Juni, terwijl een derde zal moeten plaats hebben aan het eind van de eerste week van Juli, de vierde eind Juli en nog een vijfde tegen het eind van de derde week van Augustus. Op eenzelfde lichte grond, die tot 1 m diepte doorworteld is, zal men in het zuiden van ons land 2 weken eerder moeten beginnen met beregenen dan in het noorden, terwijl er in ons rekenvoorbeeld in het zuiden 5 keer beregend moet worden tegen 3 keer in het noorden.

DE GEGEVEN BEREKENINGEN DRAGEN EEN VOORLOPIG KARAKTER

Zoals reeds werd opgemerkt draagt het Amerikaanse schema ook voor Amerikaanse omstandigheden nog een voorlopig karakter. Bij het opstellen van bovenstaande redenering werd er verder van uitgegaan, dat het voor Nederland bruikbaar zou zijn. De hoeveelheden water en de data die genoemd zijn, moeten daarom als zeer voorlopig worden beschouwd. Ze werden toch gegeven om gemakkelijker te kunnen aangeven in welke richting men het moet zoeken bij berekening, op welke principes men moet letten, welke fouten men kan maken en waar de voetangels en klemmen liggen. Het is echter ook niet zo, dat gegeven cijfers en tijdstippen als volkomen fictief moeten worden beschouwd. Vooral wanneer men ze meer kwalitatief dan kwantitatief beschouwt, bieden ze zeer veel houvast.

Men zou nu kunnen zeggen: als het er op aan komt weet ik nog niets; wil ik goed kunnen beregenen, dan zou ik de veldcapaciteit en het verwelkingspunt van mijn grond moeten kennen en moeten weten tot hoever de grond mag uitdrogen. Hiervoor zijn laboratoriumbepalingen nodig en die zijn niet eerder te krijgen dan volgend jaar zomer. We doen nu weer als de Amerikaanse voorlichtingsinstanties en geven een advies, dat gezien onze huidige kennis zo goed mogelijk is. Dit luidt dan als volgt. Iedere fruitteiler kent zijn grond wel zo'n beetje en vindt op een gegeven moment dat er nodig regen moet komen, anders gebeurt er iets met zijn gewas. Bezit hij dan een regeninstallatie, dan schakelt hij in. Het moment van uitschakelen kan hij zelf min of meer vaststellen door regelmatig te controleren hoe diep het water in de grond is gedrongen. Pas wanneer het boven naar beneden zakkende water weer contact heeft gemaakt met de vochtig gebleven dieper gelegen lagen is het moment gekomen om uit te schakelen. Meestal wacht men toch niet zo lang met sproeien tot de hele doorwortelde laag is uitgedroogd. Het naar beneden zakkende water beweegt zich als een front naar beneden en kan dus goed worden waargenomen. Een werktuig, dat deze controle zeer vergemakkelijkt, is een grondboor (fig. 2 en 3). Deze kan men eventueel laten maken door op een ouderwetse avegaar of wel een wagemakersboor een ijzeren staaf met handvat te laten maken. Dit soort boortjes wordt in Amerika door de irrigatie-boeren zeer veel gebruikt om te controleren of werkelijk de hele doorwortelde laag wordt nat gemaakt.

SNELHEID OF INTENSITEIT VAN BEREGENING

Er is nog één eigenaardigheid van de grond waarmee rekening moet worden gehouden bij berekening en waartegen nogal eens fouten worden gemaakt. Het komt nl. hier en daar voor dat boeren of tuinders de opmerking maken, dat berekening op hun bedrijf niet slaagt, omdat de grond volkomen dicht slaat. Op deze gronden wordt dan echter de fout gemaakt dat met te grote snelheid of intensiteit wordt beregend. Het is nl. zo, dat naarmate de grond zwaarder wordt, de snelheid waarmee kan worden beregend kleiner wordt. Het bovenste laagje neemt naarmate de grond zwaarder wordt moeilijker water op, of laat het moeilijker door; komt daar dus per tijdseenheid te veel water op, dan wordt dit laagje bij wijze van spreken tot pap en vervloeit, m.a.w. slaat dicht. De Amerikanen geven daarom het „alweer voorlopige” schema.

Snelheid of intensiteit van watergeven bij berekening op verschillende grondsoorten en hellingen

Helling	Grof zand	Lichte zavel	Zavel	Klei	Zware klei
0-2 %	50 mm p. uur	20 mm p. uur	15 mm p. uur	5 mm p. uur	wordt niet berekend
2-5 %	50 mm p. uur	20 mm p. uur	15 mm p. uur	5 mm p. uur	
5-8 %	35 mm p. uur	15 mm p. uur	10 mm p. uur	3 mm p. uur	

(Bij een helling van 2 % helt het land per 100 meter 2 meter.)

Deze tabel demonstreert wel zeer duidelijk, hetgeen in het bovenstaande is gezegd. Ze is voor Nederlandse omstandigheden weer zeer voorlopig, maar geeft toch weer de richting aan waarin de oplossing van het eventueel dichtslaan van de grond moet worden gezocht.

Summary

In sprinkler irrigation practice it is important to know what storage capacity the soil has for available water. In relation to this it is necessary to know the water content at field capacity. In the U.S.A. conception the tension at field capacity is 0,5 atm. According to investigations of Butijn in Zeeland the tension at field capacity is 0,1 atm.

It has no reason to apply with each irrigation more water than is necessary to bring up the root-zône to field capacity. An estimate is given of the storage capacity for available water of different soil types.

Because of the fact that irrigation water does not move downward into the soil before the soil is at field capacity, it is not possible to bring up with sprinkler irrigation deeper layers of the soil to field capacity, without bringing up the uppermost layers to that point.

Therefore it is not possible to wet the entire root-zône to a part of the field capacity. By giving too less water one wets only the uppermost part of the root-zône to the entire field capacity. To avoid troubles with soil structure and ponding with sprinkler irrigation it is advised to take in account the infiltration rate of the soil. A review of application rates for water with sprinkler irrigation on different soil types and slopes is given.

19. BODEMKARTERING EN BODEMWAARDERING EEN OUD EN EEN NIEUW PLEIDOOI

Soil surveying and soil evaluation

An old and a new argumentation

door/by

Z. van Doorn

A. EEN OUD PLEIDOOI

Het oude pleidooi is een vrijwel vergeten voordracht van Van Schermbeek (1902), gehouden voor de Vereniging voor Kadaster en Landmeetkunde.

Deze Van Schermbeek was toentertijd de hoog gewaardeerde docent - later hoogleraar - in de Bosbouw te Wageningen. Tevoren was hij onge-