

SW  
j  
n. 73

15N-226776

14460 + 20160: 0/6

Handboek nr. 7003

# Richtlijnen voor de berekening van groentegewassen in de volle grond

*Ir. A. J. Hellings - Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding, Wageningen; gestationeerd bij het Proefstation voor de Groenteteelt in de Vollegrond te Alkmaar*

Overdruk uit: *Bedrijfsontwikkeling* 5 (1974) 7/8 (juli/augustus)

Deze publikatie verschijnt tevens als nummer 167 in de serie „Verspreide Overdrukken” van het Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding te Wageningen

PROEFSTATION VOOR DE GROENTETEELT IN DE VOLLEGROND IN NEDERLAND  
ALKMAAR - HOEVERWEG 106 - POSTBUS 266 - TELEFOON 072 - 11944

# Richtlijnen voor de berekening van groentegewassen in de volle grond

Ir. A. J. Hellings - Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding, Wageningen; gestationeerd bij het Proefstation voor de Groenteteelt in de Vollegrond te Alkmaar

Er is in de laatste jaren een toenemende belangstelling waar te nemen voor het toepassen van berekening in de vollegrondsgroenteteelt. Dit is vooral het geval op de zuidelijke zandgronden, waar in de vrij droge zomers van 1971 en 1973 veel schade door verdroging bij gewassen als stamslabonen, peen, spruitkool en witlof is opgetreden.

De grotere belangstelling komt ook voort uit de intensivering van teelten, de mechanisatie ervan, het ter plaatse zaaien van gewassen en het gebruik van herbiciden. Zo kan de productie van mechanisch geoogste groenten alleen goed zijn als het gewas zich regelmatig ontwikkelt en op een geheel perceel gelijkmatig afrijpt. Wanneer verschillende teelten achter elkaar op hetzelfde perceel gezaaid of geplant worden, is de kans groot dat de kieming en aanslag te wensen overlaten indien het voorgaande gewas de vochtreserve verbruikt heeft en regen uitblijft. Het ter plaatse zaaien van een gewas als kool stelt hoge eisen aan het zaaibed, in het bijzonder voor wat de vochttoestand betreft. Op zware gronden is het ook voor het klaarmaken van het zaaibed in de zomer vaak nodig om voorafgaande aan de grondbewerking water te geven.

Wat zijn nu in de praktijk de knelpunten. In de eerste plaats wanneer en hoeveel beregenen. De kennis ontbreekt veelal voor wat betreft het waterverbruik van de gewassen en de vochtvoorraad in de grond. Zelfs de hoeveelheid water die door de sproeiers wordt gegeven is vaak niet bekend. Verder bestaat het misverstand dat bladverbranding zou optreden wanneer in warme, droge perioden in de zomer overdag beregend wordt. Ook zou onder die omstandigheden schade door sterke afkoeling kunnen ontstaan, speciaal wanneer met bronwater wordt gewerkt. In zijn algemeenheid is ook dit een misvatting omdat het sproeiwater in fijne druppels verdeeld al heel gauw opgewarmd wordt tot 1 à 2° C beneden de luchttemperatuur. Ten slotte kan arbeid een knelpunt zijn. De reden dat men dit zo ervaart is echter vaak dat men er tegen op ziet met buizen en sproeiers door de gewassen te moe-

ten lopen. Het gevolg van een en ander is dat vaak te laat wordt begonnen en per keer te weinig water wordt gegeven.

## Algemene aanwijzingen voor het toepassen van berekening

Het tijdstip en de grootte van de gift zijn afhankelijk van de grond, van het gewas en van het klimaat.

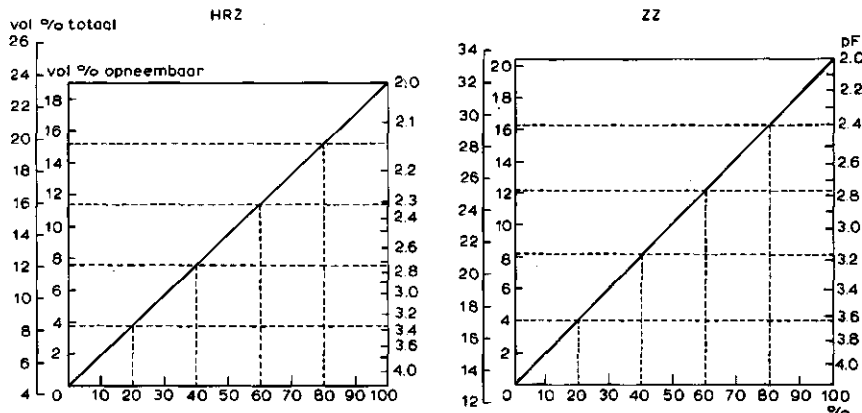
## De grond

Daar het gewas voor de opname van water aangewezen is op de vochtvoorraad in de grond, is het erg belangrijk om gegevens te verkrijgen omtrent de hoeveelheid voor de plant opneembaar water. De hoeveelheid opneembaar water die de grond kan vasthouden, vochtcapaciteit genoemd, wordt in sterke mate bepaald door het humusgehalte, de korrelgrootte en de bewortelbaarheid. Tot de beste gronden behoren de humeuze zandgronden met een dik humusdek en de kalkrijke zavelgronden. Tot de slechtste de weinig humeuze zandgronden met een dun dek en sommige zeer zware kleigronden (pikklei). De vochtcapaciteit varieert in de bewortelbare horizont van de meeste gronden tussen 50 en 200 mm. Op de grondwaterprofielen komt daar uiteraard de capillaire nalevering nog bij (De Vries, 1974).

Bij de beoordeling van de vochttoestand van grond zijn drie grootheden te onderscheiden. In de eerste plaats de hoeveelheid opneembaar vocht in volumeprocenten, ten tweede de kracht waarmee dit gebonden is, met andere woorden de vochtspanning in pF-eenheden en ten derde het percentage van het opneembare water dat nog aanwezig is. Een overzicht van de samenhang van deze grootheden voor een humeuze zandgrond (HRZ) en een kalkrijke zware zavelgrond (ZZ) is gegeven in figuur 1.

Het blijkt dat bij deze grondsoorten de totale hoeveelheid opneembaar water tussen pF 2,0 en 4,2 elkaar niet veel

Fig. 1 De samenhang tussen de volumepercentages totaal en opneembaar water, de vochtspanning en het percentage van het opneembare water dat bij een bepaalde uitdroging, gemeten in vol. % of pF-eenheden, nog aanwezig is in een humeuze zandgrond (HRZ) en in een kalkrijke zware zavelgrond (ZZ)



ontloopt. Wel is het duidelijk dat het bodemvocht in de zavelgrond sterker gebonden is. Wanneer pF 2,7 als grens van het gemakkelijk opneembare water wordt aangehouden, is in de zandgrond nog slechts 40% van het opneembare water aanwezig en in de zavel ruim 60%. Voor de berekening van groentegewassen is deze grens belangrijk omdat in perioden van sterke ontwikkeling van het gewas en een hoog verdampingsniveau groeivertraging gaat optreden bij overschrijding ervan. Dit stadium is bij de zavelgrond eerder bereikt dat bij de zandgrond. Voordat er echter sprake is van zichtbare droogteschade moet de vochtspanning waarden van ongeveer pF 3,4 bereikt hebben. De vochtreserve in het traject 2,7 - 3,4 is bij de zavelgrond aanmerkelijk hoger.

Het vaststellen van de vochtinhoud en de vochtspanning kan op talloze manieren plaatsvinden (Hellings, 1969). Voor de praktijk is de schatting in de bovenste lagen van de grond nog steeds de aangewezen methode. Vochtschattingstabellen, waarin voor verschillende vochttoestanden de kleur, binding en gevoel omschreven staan, zijn waardevolle hulpmiddelen hierbij. Voor een humeuze zandgrond kan naar de hiervoor genoemde publikatie worden verwezen, voor een zware zavelgrond naar tabel 1.

Op deze wijze kan met een steekboor van 50 cm lengte of een spade de vochttoestand in de voor de gewassen met een korte groeiduur belangrijkste lagen van 0-20 en 20-40 cm met een redelijke nauwkeurigheid worden vastgesteld, vooral wanneer dit op een aantal (3 à 6) willekeurige plaatsen binnen het perceel geschiedt.

Bij gewassen met een groeiduur van 5 à 6 weken, zoals sla, is de verandering in vochtvoorraad in de laag 0-20 cm de belangrijkste maatstaf om het moment van berekening te bepalen. Dit volgt ook uit de verdeling van het aantal wortels over de grondlagen. Aan het einde van het groeiseizoen van 1973 bevonden zich op beregende zware zavelgronden te Opperdoes (NH) ruim 70% van de slawortels in die laag.

Behalve het belang om de vochtvoorraad tijdig aan te vullen, dient er rekening mee gehouden te worden dat de hoeveelheden groot genoeg zijn om te voorkomen dat er een uitgedroogde laag in de bewortelbare grond ontstaat. Daarom moet van tijd tot tijd bij de vochtschatting tevens de diepte opgenomen worden, tot waar de grond uitgedroogd is. Is dit bij de humeuze zandgrond bijvoorbeeld

tot 30 cm het geval en is de grond in de laag van 0-20 cm tot pF 2,7 uitgedroogd en in de laag 20-30 cm tot pF 2,3, dan zou de watergift  $2 \times 11,4 + 1 \times 7,6 = 30,4$  mm moeten bedragen om de grond op pF 2,0 terug te brengen (zie figuur 1, HRZ).

In tabel 2 is het vochtgehalte bij verschillende pF-waarden voor een aantal grondsoorten gegeven, evenals de hoeveelheid gemakkelijk en totaal opneembaar vocht.

Als vuistregel kan men stellen dat bij een matige uitdroging in de grond per centimeter grondlaag ongeveer 1 mm water nodig is om de vochtvoorraad aan te vullen.

#### Het gewas

Belangrijke momenten voor de berekening zijn in de eerste plaats het zaaien of planten, in de tweede plaats het bereiken van het generatieve stadium (bloei en vruchtzetting) of het moment waarop de grondbedekking 60 à 70% bedraagt en ten slotte de oogst.

Bij het zaaien of planten is het voor een vlotte kieming en aanslag nodig om één of enkele kleine giften van 10 à 15 mm water te geven als de vochtspanning pF 2,7 bereikt heeft. Gaat het om tweede gewassen dan kan het nodig zijn om het gehele bewortelbare profiel op het 'evenwichtsvochtgehalte' (pF 2,0) terug te brengen. Om structuurbederf te vermijden is het vaak beter om enkele giften van 15 à 20 mm te geven met tussenpozen van enkele dagen, met een lage regenintensiteit (4 à 6 mm) en een fijne druppel (mondstukken van 3,5 - 5,0 mm en een druk van ten minste 3,0 atm.). Bij zandgronden zonder storende lagen kan de aanvulling ook in éénmaal plaatsvinden. Op deze manier is het op goede gronden, vooral wanneer capillaire aanvoer vanuit het grondwater plaatsvindt, vaak mogelijk om het gewas voor de gehele groeiperiode van voldoende water te voorzien. Op hoge zandgronden met een dun humusdek gelukt dit meestal niet.

Bij vruchtgewassen, zoals stamslabonen, is het belangrijk dat bij de overgang naar het generatieve stadium voldoende water aanwezig is om de bloei en vruchtzetting goed te laten verlopen. Indien de vochtspanning pF 2,6 à 2,7 heeft bereikt, kan men goede resultaten verwachten van een gift van 20 à 25 mm. Bij doorgaande uitdroging kunnen tot kort voor de oogst nog enkele giften worden toegediend.

Bij bladgewassen, zoals sla en andijvie, is er geen sprake

Tabel 1 Vochtschattingstabel van een zware zavelgrond (poldervaaggrond)

pF	Vol.-% water	Percentage opneembaar water nog aanwezig	Kleur	Binding	Gevoel	Bijzonderheden
2,0	33,5	100	donker-grijs	zeer sterk	nat	smeert en kleeft aan de handen
2,4	29,4	80	donker-grijs	sterk	sterk vocht-houdend	smeert, kluitjes vallen gemakkelijk uiteen
2,8	25,2	60	grijs	matig sterk	matig vocht-houdend	smeert niet, kluitjes vallen gemakkelijk uiteen bij wrijven
3,2	21,2	40	licht-grijs	zwak	weinig vocht-houdend	moeilijk tot een balletje te vormen, valt gemakkelijk uiteen
3,6	17,0	20	licht-grijs	geen	droog	niet tot een balletje te vormen, valt direct uiteen

van droogtegevoelige stadia. Wel neemt het waterverbruik toe naarmate de bladmassa groter wordt en daarmee de kans dat het vochttekort in de grond aangevuld moet worden. Bij sla kunnen zich problemen voordoen wanneer de luchttemperatuur boven de 22 à 25° C komt. Vooral het beregende gewas wordt onder die omstandigheden, mede door de snelle groei, bijzonder gevoelig voor het optreden van rand. In beregeningsproeven met een continueelt van sla op zware zavelgrond te Opperdoes (NH) in de jaren 1971 tot en met 1973 is duidelijk gebleken dat bij voorjaarsla beregening op de normale wijze, ongeveer éénmaal per week uitgevoerd, het optreden van rand kan voorkomen. Bij zomersla in een warme periode was het omgekeerde het geval. Maatregelen om rand te voorkomen zijn het beperken van de stikstofgift of toepassing van een langzaam werkend N-meststof, het aanhouden van een grotere plantafstand en het tijdig oogsten bij kropgewichten van 250 à 300 g. Voorts zijn er aanwijzingen zowel in Engeland als in ons land dat het dagelijks toedienen van slechts enkele mm's water het gewas door een warme droge periode heen kan helpen. Kort voor de oogst is het bij bladgewassen onder droge weersomstandigheden zeer gewenst om nog een kleine gift te geven, teneinde de kwaliteit en de bewaarbaarheid te verhogen.

**Wortelgewassen**, zoals peen en witlof kunnen een flinke droge periode in het algemeen goed doorstaan, mits de planten goed zijn aangeslagen en de wortels de gelegenheid hebben een redelijke diepte te bereiken. In het algemeen is na de beginontwikkeling geen extra water nodig totdat de grond grotendeels door het gewas is bedekt. Peen is dan gevoelig voor een groeistagnatie door verdroging, die zich uit in de vorming van de bekende 'flessenhals'. Bovendien kan de peen te kort blijven, slap worden of na een invallende regenperiode groeischeuren gaan vertonen. Bij witlof is het belangrijk dat de bladeren niet

voortijdig afsterven omdat anders hergroei optreedt die ten koste van de kwaliteit van de wortel gaat. Als uitdrogingsgrens kan pF 2,9 worden aangehouden.

**Koolgewassen** nemen een tussenpositie in wat droogtegevoeligheid betreft. Op de zware gronden in Noord-Holland wordt bij sluitkool meestal volstaan met een kleine watergift bij het planten. Het meest dankbaar voor beregening is bloemkool, vooral in de periode van het 'kolen'. Enkele watergiften van 20 à 25 mm, bij een uitdrogingsgrens van pF 2,5 à 2,6, komen zowel de kwantiteit als de kwaliteit ten goede. Op vruchtbare gronden met ruime N-bemesting bestaat in een droge, warme periode het gevaar dat de kool gaat schiften, wanneer er door een ruime watervoorziening een explosieve groei optreedt. Om het verloop van de groei beter in de hand te kunnen houden, verdient het aanbeveling met langzaam werkende (organische) meststoffen te werken. Dit geldt ook voor andere groentegewassen zoals spruitkool, waarbij zich verschijnselen van legering en onregelmatige zetting van spruiten kunnen voordoen bij een te snelle ontwikkeling. Overigens is het gewas spruitkool wel dankbaar voor enkele regengiften vanaf het moment dat een grondbedekking van ca. 70% is bereikt en de grond tot pF 2,7 is uitgedroogd. Bij vroeg planten zal in het algemeen de kans op een neerslagtekort in de maanden juni en juli het grootst zijn. Na half augustus zal slechts bij uitzondering nog beregend hoeven te worden.

#### Het klimaat

De verdamping van een gewas wordt in sterke mate bepaald door de zonnestraling, de luchttemperatuur, de luchtvochtigheid en de windsnelheid. Tezamen bepalen deze factoren de verdampende kracht van de atmosfeer. Het op eenvoudige wijze meten van deze kracht is moge-

Tabel 2 Het vochtgehalte in volumeprocenten bij verschillende pF-waarden in matig fijn humusarm zand (HAZ), in matig fijn humeus zand (HRZ), in zware kalkrijke zavel (ZZ) en in zeer zware kalkarme (pik-) klei (PK).  
Daaronder de hoeveelheid gemakkelijk opneembaar (pF 2, 0-2, 7) en totaal opneembaar (pF 2, 0-4, 2) vocht in volumeprocenten, overeenkomend met mm water per 10 cm grondlaag. Tenslotte de humus-, slib- en CaCO<sub>3</sub>-gehalten

	pF					Humus %	Slib %	CaCO <sub>3</sub> %
	2,0	2,7	4,2	2,0-2,7	2,0-4,2			
HAZ	10,5	4,5	2,0	6,0	8,5	1,2	4,0	-
HRZ	23,5	12,2	4,5	11,3	19,0	3,1	5,9	-
ZZ	33,4	25,7	13,0	7,7	20,4	2,3	31,1	9,4
PK	41,9	39,4	32,7	2,5	9,2	4,3	61,0	2,5

Tabel 3 Voorbeeld van een met behulp van evaporimeters opgesteld verdampingsbericht

#### VERDAMPINGSBERICHT

Geldig voor de week van 25 juni tot 2 juli 1973 gemeten op het verdampingsstation te Alkmaar

Evaporimeter	Waterverbruik	S mm	S-gemiddeld mm	E <sub>o</sub> mm	E <sub>p</sub> mm	E <sub>g</sub> mm	N mm
8	23,7	48,1	49,0	35,8	33,2	25,0	6,8
11	24,7	49,9					

S = Standaard-verdamping ter vergelijking met metingen elders

E<sub>o</sub> = Open water verdamping

E<sub>p</sub> = Potentiële verdamping van een gesloten (meerjarig) gewas

E<sub>g</sub> = Verdamping van een, na 50% onttrekking van het opneembare water, beregend (eenjarig) gewas

N = Neerslag

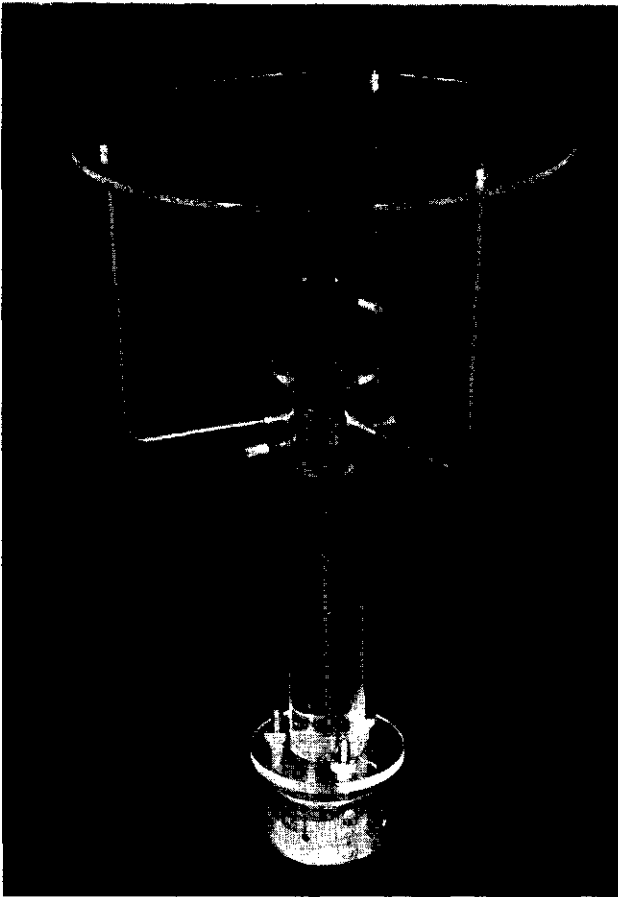


Fig. 2 Blokverdampingsmeter naar Wilcox. Het poreuze carborundumblok met een diameter van 5 cm zuigt water op uit een gecalibreerde buret. Een perspex afdekplaat met een diameter van 30 cm zorgt er voor dat geen regen op het verdampende boven-oppervlak van het blok kan komen. Het waterverbruik per tijdseenheid is een maat voor de verdampende kracht van de atmosfeer

lijk door gebruik te maken van verdampingsmeters (figuur 2): Na een vergelijking van verschillende typen in de jaren 1970 t/m 1972 te Renkum en Alkmaar is in 1973 een begin gemaakt met het opzetten van een landelijk meetnet in voor de vollegrondsgroenteteelt belangrijke gebieden. Als plaats van opstelling werd gekozen: (1) Proefboerderij Tammingaheerd te Hornhuizen-G; (2) Proefstation voor de Groenteteelt te Alkmaar; (3) Proeftuin Breda en (4) Proeftuin Helden-L. Per verdampingsstation werden twee gelijke meters op een hoogte van 1,50 m, op een zoveel mogelijk onbeschutte plaats, opgesteld. De aflezing geschiedde in het algemeen driemaal per week, waarbij er voor werd gezorgd dat op alle stations in ieder geval een aflezing op maandagochtend plaats vond, zodat de gegevens over vergelijkbare weekperioden uitgewerkt konden worden. Na ontvangst van de gegevens werden deze omgerekend op een standaardverdamping, waarbij factoren werden gebruikt die samenhangen met de doorsnede van de perspexburet en het carborundumblok. Vervolgens werd gebruik gemaakt van door Wilcox in Canada berekende factoren voor openwater verdamping, de verdamping van een gesloten (meerjarig) en een niet gesloten (éénjarig) gewas. Als reductiefactoren werden achtereenvolgens 1,08; 1,00 en 0,75 gebruikt. Een voorbeeld van een op deze wijze samengesteld Verdampingsbericht is gegeven in tabel 3.

Dit wekelijks te publiceren bericht geeft een informatie omtrent de hoeveelheid water die een gewas kan verbruiken, zo lang er voldoende gemakkelijk opneembaar water in de wortelzone voorhanden is. Wanneer dit niet meer het geval is gaat de plant zijn huidmondjes sluiten, waardoor het verbruik sterk terugloopt.

Door meting van de regenval ter plaatse kan vervolgens het wekelijks neerslagtekort worden berekend. Met deze gegevens kan een vochtboekhouding worden opgezet die uitwijst wanneer het gewas aan berekening toe kan zijn. In deze boekhouding komen aan de inkomenszijde de vochtvoorraad in de grond, de eventuele capillaire nalevering uit het grondwater, de regenval en de berekening, aan de uitgavenszijde het waterverbruik door het gewas en eventueel de wegzijging van water. Uitgaande van een vochtvoorraad van 50 mm in de bewortelde horizont en een éénjarig beregend gewas, zou de balans voor de week van 25 juni tot 2 juli (tabel 3) er voor dit gewas als volgt uitzien:

$$50 + 6,8 = 25,0 + x$$

De  $x$ , boekhoudkundig het saldo te noemen, is de vochtvoorraad die aan het eind van de week nog beschikbaar is. In dit geval bedraagt deze 31,3 mm.

Een toetsing met vochtschattingen in de lagen van 0-20 en 20-40 cm diepte geeft aan welk deel van het opneembare water werkelijk verbruikt is en hoe hoog de vochtspanning opgelopen is. Op deze manier kan er met een beperkt aantal vochtschattingen voor gezorgd worden dat het gewas tijdig en met de juiste hoeveelheid beregend wordt.

Een indruk van het wekelijks verbruik van een eenjarig beregend gewas in de warme droge maanden van 1973 geeft tabel 4.

De hoogste verdampingscijfers werden in juni in Alkmaar en in augustus in Helden gevonden. Hornhuizen ligt op een lager niveau, hetgeen in overeenstemming is met de gemiddeld lagere luchttemperatuur. Dat Breda vooral in juni in verdamping achter is gebleven, moet worden geweten aan de tamelijk beschutte ligging van de proeftuin. Dit kan een nadeel zijn van het werken met verdampingsmeters indien de plaats van opstelling, vooral wat beschutting betreft, niet representatief is voor het gebied waar de metingen betrekking op hebben. Door voldoende stations in het meetnet op te nemen is het mogelijk om correcties uit te voeren.

Uit de vergelijking van de gemeten openwaterverdamping met het uit de waterbalans afgeleide waterverbruik van beregende sla op het proefveld te Opperdoes (NH) is gebleken, dat de gewasverdamping aanvankelijk duidelijk achterblijft totdat een bedekkingsgraad van 70 à 80% is bereikt. Daarna kan het waterverbruik van het gewas over korte perioden, van bijvoorbeeld één week, zelfs tot 20% boven de openwaterverdamping uitstijgen. Het ligt dan

Tabel 4 Het met behulp van verdampingsmeters bepaalde waterverbruik van een beregend éénjarig gewas te Hornhuizen (Ho), Alkmaar (Al), Breda (Br) en Helden (He) in de maanden juni en augustus 1973 in mm

Periode	Ho	Al	Br	He	Periode	Ho	Al	Br	He
1-3/6	2	5	4	5	1-5/8	11	10	9	13
4-10/6	14	18	17	19	6-12/8	19	24	26	24
11-17/6	19	24	14	19	13-19/8	22	23	25	25
18-24/6	26	30	25	29	20-26/8	16	17	18	20
25-30/6	17	20	17	20	27-31/8	9	11	6	10
Totaal	78	97	77	92	Totaal	77	85	84	92

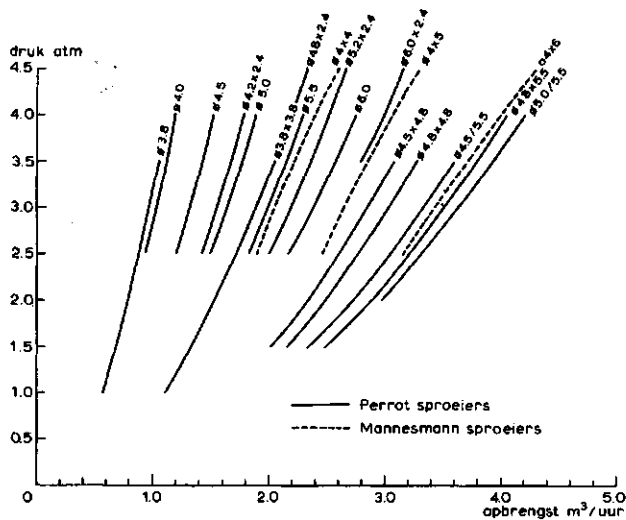
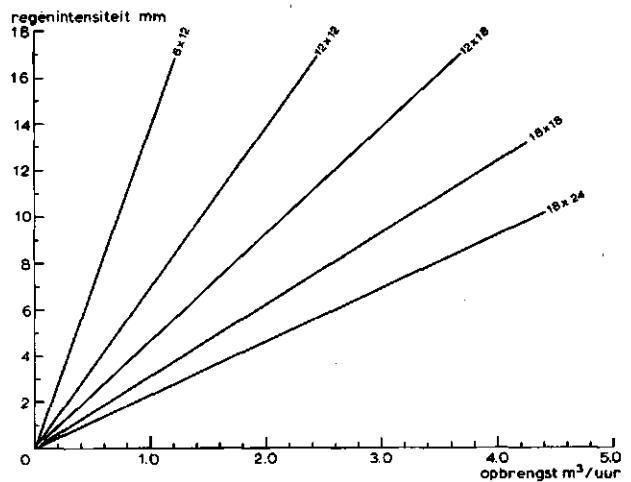


Fig. 3 a. het verband tussen de druk en de opbrengst aan water van sproeiers met één of twee mondstukken, variërend van 3,8 tot 6,0 mm;



b. Het verband tussen regenintensiteit, opstellingsverband en opbrengst aan water per sproeier

ook in de bedoeling om de belangrijke invloed van de gewasontwikkeling in de verdampingsberichten te gaan doorberekenen.

#### De regenintensiteit van veel gebruikte sproeisystemen

Wanneer bekend is hoeveel water op een perceel gegeven moet worden, dan moet nog vastgesteld worden hoe lang op één plaats beregend zal moeten worden. Dit hangt samen met de grootte van het mondstuk van de sproeier, de druk en het opstellingsverband. Bij de berekening van tuinbouwgewassen wordt meestal gebruik gemaakt van kleine cirkelsproeiers met mondstukken van 3,8 tot 6,0 mm. Hoewel overwegend sproeiers met één mondstuk toegepast worden, zijn ook gegevens van sproeiers met twee mondstukken bij het onderzoek opgenomen omdat deze op de intensieve bedrijven op de lichte gronden meer en meer toegepast worden in verband met de betere waterverdeling, ook bij relatief lage druk en de wat kleinere windgevoeligheid.

In figuur 3a en b is de hoeveelheid neerslag per tijdseenheid, de regenintensiteit, van een aantal sproeisystemen bij variërende druk en opstellingsverbanden af te lezen. Figuur 3a geeft het verband tussen de diameter van het mondstuk of de mondstukken, de druk en de opbrengst

aan water. De gegevens zijn in hoofdzaak ontleend aan het 'Handbuch der Berechnungstechnik' van Perrot (1966). Figuur 3b geeft het verband tussen de opbrengst van de sproeier(s), het opstellingsverband en de regenintensiteit. In de meeste gevallen wordt op de tuinbouwbedrijven een rechthoeksverband van 12 × 18 m of een vierkantsverband van 18 × 18 m aangehouden. Het komt voor dat de sproeiers bij sterke wind op 6 m onderlinge afstand op de zijleiding geplaatst worden, waarbij de leiding zoveel mogelijk loodrecht op de windrichting wordt gelegd. De leiding wordt dan over een afstand van 12 à 18 m verplaatst. Bij toename van de windsnelheid wordt de nuttige oppervlakte, die de sproeiers van water voorziet, steeds kleiner door vervorming van de sproeicirkels. In tabel 5 is een overzicht gegeven van de invloed van de wind op de afstand tussen de sproeileidingen en de regenintensiteit. Hieruit blijkt dat de regenintensiteit vooral bij windsnelheden boven de 5 m/sec sterk gaat toenemen. Op onbedekte grond kan de berekening in zo'n geval beter gestaakt worden, op bedekte gronden is dit eveneens het geval indien de doorlatendheid klein is of gevoeligheid voor verslemming aanwezig is.

#### Literatuur

- Hellings, A. J. 1969. *Methoden voor het bepalen van het tijdstip van beregening*. Tuinbouwmededelingen 32, 10-11: 427-439.
- Perrot, H. 1966. *Handbuch der Berechnungstechnik*. 2. Auflage, Perrot-Regnerbau GMBH & Co, Calw/Württ.
- Vries, Th. de. 1974. *Het vochtleverend vermogen van de grond*. Bedrijfsontwikkeling 5, 2: 149-158.

Tabel 5 Het percentage (P) van de maximale beregende diameter van cirkelsproeiers dat de afstand (D) tussen twee sproeileidingen bepaald, in afhankelijkheid van de gemiddelde windsnelheid ( $\bar{V}$ ). Het daaraan aangepaste opstellingsverband (O.V.) van de sproeiers en de regenintensiteit (R.I.) is berekend voor een mondstuk van 6 mm en een druk van 3,5 atm.

$\bar{V}$ m/sec.	P %	D m	O.V. m	R.I. mm
0	65	22,4	18 × 24	5,9
0-2,5	60	20,7	18 × 18	7,9
2,6-5,0	50	17,3	12 × 18	11,9
5,0	30	10,4	6 × 12	35,5