

1
2
M
38

Proefstation voor Bloemisterij en Glasgroente
Vestiging Naaldwijk
Kruisbroekweg 5, Postbus 8, 2670 AA Naaldwijk
Tel 0174-636700, fax 0174-636835

WATERVERPLAATSING IN STEENWOLMATTEN

Project 001 2208.06

M.C. van der Meer
Naaldwijk, juli 1997

Intern verslag 97

22041139

INHOUDSOPGAVE

SAMENVATTING	5
1. INLEIDING	7
2. MATERIAAL EN METHODE	8
2.1 Opzet	8
2.2 Metingen	10
3. RESULTATEN, DISCUSSIE EN AANBEVELINGEN	11
3.1 Verzadigen matten	11
3.2 Watergehalte metingen	11
3.3 EC-metingen	13
3.4 Bepaling gift, drainage en opname door kunstwortels	15
3.5 Systeem vergelijking	16
3.6 Aanbevelingen	16
LITERATUURLIJST	17
BIJLAGE I WERKING VAN DE KUNSTWORTELS	18
BIJLAGE II PERCENTAGE VERSE VOEDING OPGENOMEN DOOR KUNSTWORTELS	19

SAMENVATTING

In een voorgaande teeltproef waarbij op 1-meter steenwolmatten telkens twee tomatenplanten werden geteeld, bleken metingen aan vochtgehalte en EC in het midden van de mat en vlak bij de pot andere resultaten op te leveren. In de bewuste proef werd alle drainwater uit de mat afgevoerd door twee hevelslangetjes, één op elke kopse kant van de mat. Er was geen draingat.

Om te testen of de afwijkende EC en watergehalten in de hand werden gewerkt door de plaats van de hevelslangetjes is in een laboratorium een vergelijking gemaakt tussen vier behandelingen. De behandelingen verschilden van elkaar wat betreft plaats en aantal hevelslangetjes.

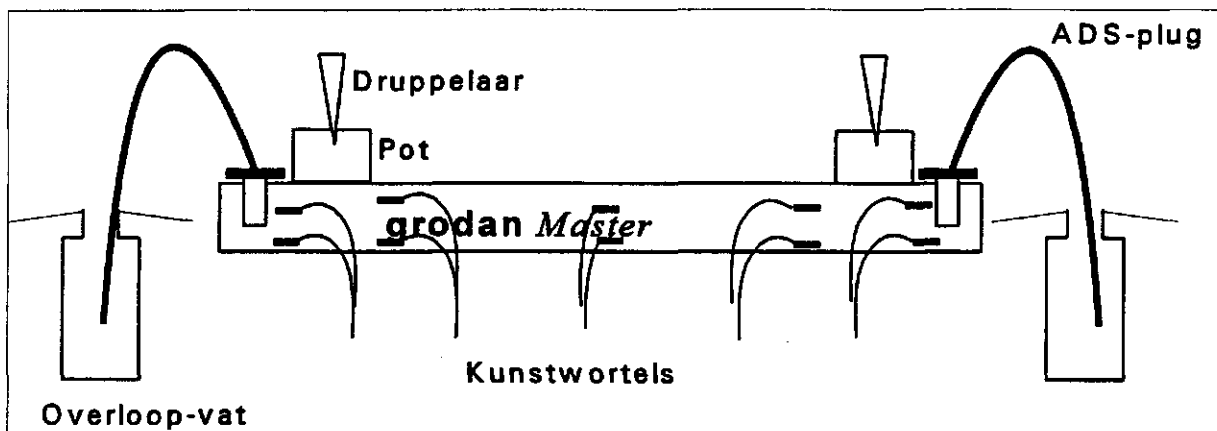
Het blijkt dat de plaats van de hevels grote invloed heeft op met name de EC-verdeling en in mindere mate ook op het watergehalte in de mat. De voor de teelt meest geëigende oplossing is: of twee hevels aan dezelfde kopse kant van de mat te plaatsen, of twee hevels in het matmidden te plaatsen. Het plaatsen van één hevel op elk van de twee kopse kanten van een mat moet sterk afgeraden worden.

1. INLEIDING

Voor een teeltproef met tomaten is gebruik gemaakt van het ADS-systeem van Grodan. ADS staat voor Active Drain System. Het is een regelsysteem waarmee het vochtgehalte van steenwolmatten continu beheerst kan worden, onafhankelijk van de watergift. Dit gebeurt door het drainwater af te zuigen door hevelslangen waarop een hevelplug is gemonteerd. De hevelplug voorkomt wortelgroei in de hevelslang en zorgt ervoor dat de hevelslang te allen tijde met water gevuld blijft.

Er werd gebruik gemaakt van twee hevelpluggen per mat die elk op een kopse kant van een meterse mat geplaatst waren. Tijdens de teelt ontstond, door watergehalte- en EC metingen met een handvochtmeter, de indruk dat door de plaats van de hevelpluggen het midden van de mat wat geïsoleerd raakte van de zijkanten. Het midden van de mat kreeg een lager vochtgehalte met een hogere EC. Een mogelijke verklaring is dat een stroming ontstaat van de druppelpunten naar de hevelpluggen. Hierdoor zou de voeding in het midden van de mat niet of nauwelijks ververs worden, waardoor er een minder optimale situatie voor de plant zou ontstaan.

Om te testen in hoeverre de plaats van de hevelpluggen bepaalt of het midden van de mat wordt ververs, is een opstelling gemaakt die de situatie in de kas nabootst. In plaats van echte planten werd gewerkt met kunstwortels. De plaats van de hevelpluggen in de opstelling werd gevarieerd.



Figuur 1- Schematische weergave van de labopstelling van behandeling C

Opmerking: Een kunstwortel is een Rhizon bodemvochtmonsterneer. Het is een vereenvoudiging van de keramische cup om bodemvochtmonsters te nemen (Meijboom, 1996). Elke kunstwortel hangt in een eigen opvangvat.

Doel van de proef: Nagaan in hoeverre het midden van de mat qua vochtgehalte en EC reageert op de plaats van de hevelpluggen. Hiertoe werden vier opstellingen, als in figuur 1, vergeleken bij verschillende plaatsing van de hevelpluggen.

2. MATERIAAL EN METHODE

2.1 OPZET

In de proef zijn vier behandelingen getest met Grodan Master matten van 1 meter lengte:

Tabel 2- Behandelingen

Beh.	Plaats van de hevelpluggen in 1 mat
A	2 pluggen aan dezelfde kant, op 5 cm van de rand
B	2 pluggen in het midden
C	1 plug aan elke kant, op 5 cm van de rand
D	Als C met een 3 ^{de} plug in het midden

4 herhalingen

Behandeling A

De hevelpluggen staan aan dezelfde kopse kant van een mat. Dit is toegepast in de proeven van Ouwerling (1995) en Blok (1996).

Behandeling B

De verwachting is dat door de twee pluggen in het midden van de mat te plaatsen de mogelijke afwijking van het vochtgehalte en EC in het middenstuk van de mat kleiner wordt. Er is dan namelijk een stroming van druppelaars naar het midden van de mat.

Behandeling C

Deze plaatsing van de pluggen, 1 plug aan elke kopse kant van een mat, is gebruikt in de proef van Blok (1997). In deze proef werd een grotere afwijking van watergehalte en EC in het middenstuk van de mat gevonden dan in de proeven van Ouwerling (1995) en Blok (1996). In een typerend geval voor de EC werd een verloop van 4.5-6.5 gemeten. In een typerend geval voor het watergehalte werd een verloop van 55-75% gemeten.

Behandeling D

Ook hier is de verwachting dat, met 1 plug aan elke kopse kant en 1 plug in het midden, de afwijking van het watergehalte en EC, zoals deze in de proef van Blok (1997) gevonden is, wordt verlaagd.

Om een zo realistisch mogelijke vergelijking met de kassituatie te kunnen maken zijn er kunstwortels in de matten geplaatst zoals ook beschreven in v.d. Avoird (1993). De kunstwortels isoleren mogelijk, net als wortels, een stuk mat van de rest van de mat door een droge barrière te maken in de mat. Verse voeding kan daardoor het middengedeelte van de mat mogelijk niet bereiken.

Er zijn 10 kunstwortels gebruikt. De onttrekking door de kunstwortels werd geregeld met een slangenpompje. Ze zijn op de volgende manier verdeeld in de mat (zie ook figuur 1) :

Tabel 3 - Verdeling kunstwortels

Wortelnummers	Plaats in de mat (cm) *
1, 2	7.5
3, 4	27.5
5, 6	50
7, 8	72.5
9, 10	92.5

* Gerekend in de lengte van de mat vanaf de linkse kant.

De wortels 1, 3, 5, 7 en 9 waren op 1 cm hoogte geplaatst in de mat.

De wortels 2, 4, 6, 8 en 10 waren vlak onder de Master-laag geplaatst.

Het hevel systeem is ingesteld op $h = -5$ cm t.o.v. de onderkant van de mat. Dit is gerealiseerd door een overloop op 5 cm onder de mat te plaatsen met daaronder een groter opvangvat.

De matten zijn verzadigd met leidingwater. Na verzadiging zijn de matten gedurende 16 uur (een nacht) op een drukhoogte van $h = -5$ cm (vanaf onderkant mat) gezet, zodat een vochtevenwicht werd bereikt. De EC van leidingwater ligt tussen 0.6 en 0.9 mS/cm.

Op de matten werden twee droge potten geplaatst met druppelaars in de pot naast het stekgat. De druppelaars werden 1-2 cm door de pot heen in de mat gestoken. Daarna is ingedruppeld met een zout oplossing van KCl met een EC van 6.0. Door de EC op verschillende punten in de mat te meten ontstond een goed beeld van de verdeling van het 'verse' water in de mat. Gedurende 8 uur zijn er 32 beurten (1 beurt per kwartier) gegeven van 120 cc/3.75 minuten.

2.2 METINGEN

Tijdens 1 herhaling van 1 dag (24 uur) zijn de volgende metingen gedaan :

Verzadigen matten

- Hoeveelheid water tot volledige vulling van de mathoes. Dit is gedaan door de dag voor de meting te bepalen met hoeveel liter de hoezen van de matten volledig bolstonden.
- Hoeveelheid drain door de hevelpluggen tot evenwicht (- 5 cm zuigspanning) voordat met druppelen werd begonnen, kort voor 8 uur in de morgen.

Druppelen met 'zoutoplossing'

- Start-watergehalte en start-EC gemeten met een Grodan handvochtmeter. Rond 8 uur in de morgen op 10, 25, 30, 40, 50, 60, 70, 75 en 90 cm vanaf de kopse kant.
- Tussentijdse metingen (3) rond 10, 13 en 15 uur van watergehalte en EC met een Grodan handvochtmeter op dezelfde plaatsen als de startmeting.
- Eindmeting van watergehalte en EC met een Grodan handvochtmeter. Rond 16 uur op dezelfde plaatsen als bij de start en de tussentijdse metingen.

Bepaling drainage en opname door kunstwortels

- Hoeveelheid water die in de mat is gedruppeld en de EC daarvan.
- Hoeveelheid drain afgevoerd door de hevelpluggen en de EC daarvan.
- Opname van water door de kunstwortels en EC daarvan.

3. RESULTATEN, DISCUSSIE EN AANBEVELINGEN

3.1 VERZADIGEN MATTEN

Door de hoeveelheid water die nodig is om de matten en mathoezen vol te zetten en de drain te meten kan de hoeveelheid water in de matten berekend worden. Het volgende rekenvoorbeeld geeft aan hoe de hoeveelheid water in de matten na instellen van het evenwicht bij $h = -5$ cm berekend is. In het voorbeeld is gebruik gemaakt van de gemiddelde waarden van alle behandelingen:

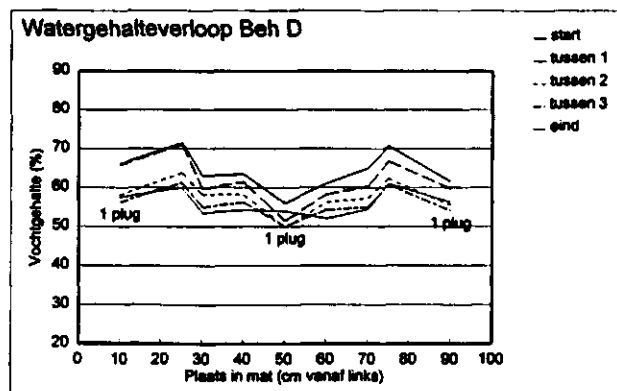
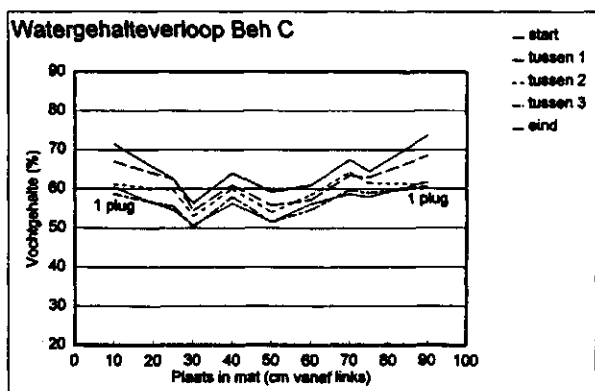
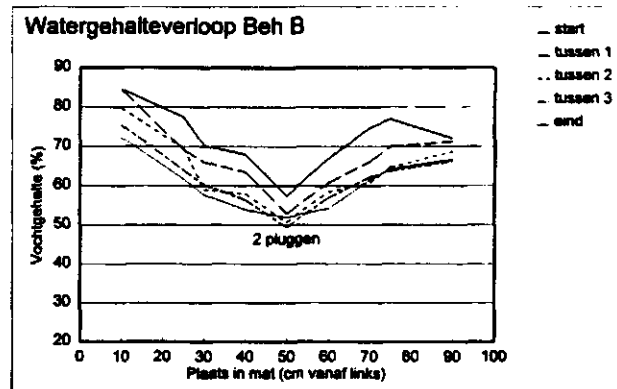
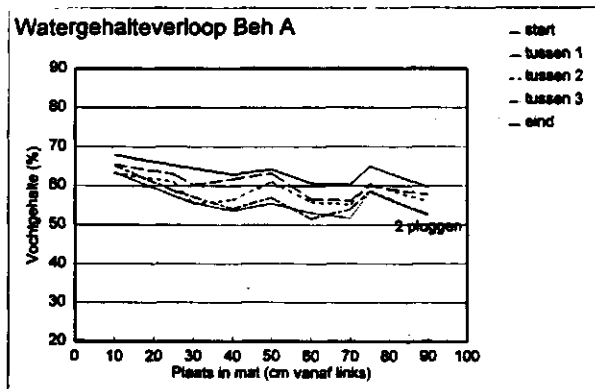
$$(Volzetten) - (Drain) = (Evenwicht \text{ bij } -5\text{cm})$$

$$13.1 - 5 = 8.1$$

8.1 l in een mat van 11.25 l komt overeen met 72 % vocht. Het gemiddelde van alle startmetingen met de handvochtmeter is 66 % vocht.

3.2 WATERGEHALTE METINGEN

In de grafieken op de volgende bladzijde, figuur 4 a-d, zijn de resultaten van de watergehalte metingen in de lengte per 5-10 cm weergegeven. Voor alle behandelingen geldt dat de druppelaars op 15 en 85 cm staan. De plaats van de hevelpluggen is met tekst aangegeven in de grafieken. De 5 lijnen die in de legenda genoemd worden geven het watergehalte over de matlengte weer op 0, 2, 4, 6 en 8 uur na de eerste druppelbeurt.



Figuur 4a-d- Watergehalteverloop van de verschillende behandelingen

Bovenstaande grafieken laten zien dat het met de handvochtmeter gemeten vochtgehalte verloopt. In de loop van de proef wordt het vochtgehalte lager. Het gravimetrisch vochtgehalte was echter voor alle behandelingen gelijk en veranderde in de proef niet of nauwelijks. Er werden opmerkelijke verschillen gevonden.

- 1 Het gemiddelde startvochtgehalte gemeten met de handvochtmeter is 6% lager dan het gravimetrisch vochtgehalte.
- 2 Het gemiddelde vochtgehalte gemeten met de handvochtmeter neemt gedurende de proef nog eens 5 - 10 % af.
- 3 De vochtgehalten onder de potten van behandeling B zijn veel te hoog voor de ingestelde drukhoogte.

De eerste twee punten kunnen te maken hebben met een foute compensatie van de meter voor vochtgehalte verschillen in de hoogte. Het derde punt is vooral nog onverklaard, met name omdat een soortgelijk verloop bij behandeling A ontbreekt.

Conclusie : In het algemeen geldt dat het vochtgehalte afloopt van de pot naar de hevelplug toe. Dat is logisch omdat voor stroming een gradiënt aanwezig moet zijn. In behandeling C lijkt dit niet te kloppen. Het is mogelijk dat er een golvende stroming in de mat aanwezig is waardoor op de plaatsen vlakbij de hevelpluggen het hoogste vochtgehalte voorkomt. De derde plug in het midden bij behandeling D zou deze vochtophoping op kunnen heffen of verplaatsen.

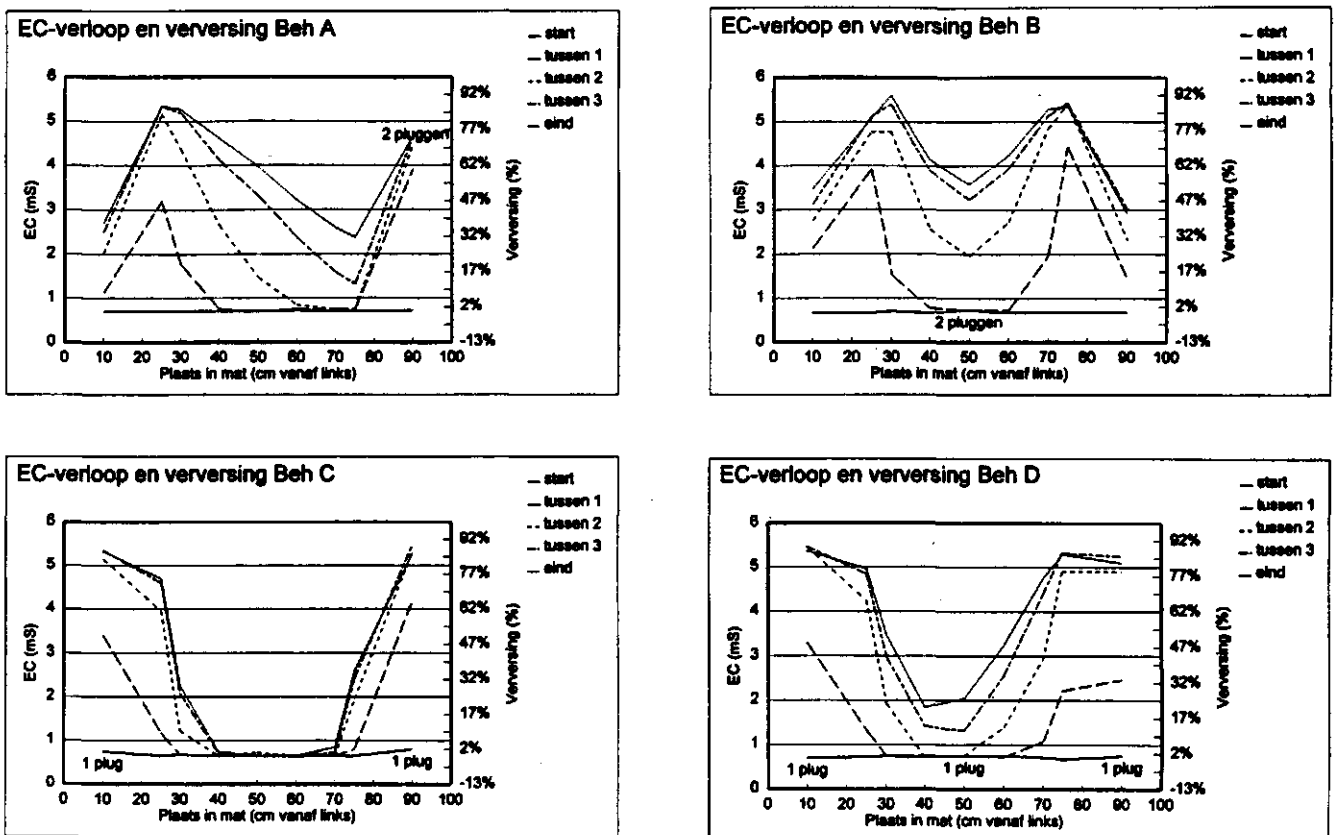
3.3 EC-METINGEN

Naast metingen van het vochtgehalte zijn ook metingen van de EC uitgevoerd. In onderstaande grafieken, 5 a-d, zijn de resultaten van de EC metingen weergegeven. Aan de hand van de EC metingen zijn berekeningen gedaan over de mate van verversing op de verschillende plaatsen in de mat. De verversing is met de volgende formule berekend:

$$\frac{\text{Eind EC} - \text{Start EC}}{\text{Indruppel EC} - \text{Start EC}} * 100\%$$

De indruppel EC is in deze proef 6.0 mS/cm en de start EC, na het volzetten met leidingwater, ligt rond de 0.6-0.9 mS/cm. De eind EC is de meetwaarde op een bepaald tijdstip na de start van het indruppelen en ligt logischerwijze ergens tussen de 0.6 en 6.0 mS/cm en is op de 1^{ste} Y-as weergegeven.

Op de 2^{de} Y-as zijn de overeenkomstige waarden voor de verversing weergegeven. De plaats van de hevel-pluggen is met tekst weergegeven. De druppelaars waren op 15 en 85 cm geplaatst. De legenda geeft de tijden van de EC metingen in de lengte van de mat weer. Er is gemeten op 0, 2, 4, 6 en 8 uur na de eerste druppelbeurt.



Figuur 5- EC-verloop en verversing van de verschillende behandelingen

Behandeling A, figuur 5a

Deze opstelling van de hevelpluggen zorgt voor een groot positieverschil. De hevelpluggen zuigen het water van de druppelaar die aan dezelfde kant staat snel uit de mat terwijl het water dat van de druppelaar aan de andere kant komt helemaal verdeeld wordt over de mat, waarbij het mogelijk is dat dit water het oude water opstuwt.

Behandeling B, figuur 5b

Deze opstelling van de hevelpluggen zorgt niet voor positieverschillen. De mat wordt over de hele lengte beter verversd door uitspoeling dan bij behandeling A. De verversing op de slechtste plekken van een mat van behandeling B is 40 % terwijl dit voor behandeling A 30 % is.

Behandeling C, figuur 5c

Bij deze opstelling van de hevelpluggen zijn er geen grote positieverschillen. Het nadeel is dat het middenstuk van de matten geen verse voeding krijgt. Dit betekent dat mogelijk de voedingsoplossing in het midden van de mat door opname van de plant en de lange verblijftijd van de voedingsoplossing sterk kan veranderen. Ophoping van met name spoor elementen (Zn, Bo) en depletie van snel opneembare elementen (K, NH_4) zijn daarbij mogelijkheden. De EC kan gemakkelijk hoger worden als de plant meer water dan voedingsstoffen opneemt. In enkele extreme gevallen is een zeer hoge EC (> 14 mS) mogelijk. Er zal daarbij bijna geen stroming van de ene naar de andere mathelft zijn.

Behandeling D, figuur 5d

De derde hevel-plug in het midden van de mat zorgt in vergelijking met behandeling C voor een betere verversing van het middengedeelte van de mat. De derde plug zorgt voor concurrentie van de twee buitenste pluggen waardoor een deel van de verse voeding minder snel afgevoerd wordt.

Conclusie : Behandeling C wordt in het midden van de mat minder verversd dan Behandeling A. Bij behandeling D wordt het midden van de mat beter verversd dan bij behandeling C, behandeling D is dus een verbetering ten opzichte van behandeling C. Bij behandeling B wordt het midden van de mat het best verversd.

3.4 BEPALING GIFT, DRAINAGE EN OPNAME DOOR KUNSTWORTELS

Aan het eind van de metingen zijn de totale gift, de drainage en de opname door de wortels gemeten. De gift per beurt is vervolgens berekend door de totale gift te delen door het aantal beurten (32). Door de drain en de opname door de wortels op te tellen kan berekend worden of er meer water in de mat achterbleef of dat er juist meer water uit de mat gehaald werd. Deze waarde is weergegeven als rest. Door afrondingen kunnen de waarden verschillen.

Tabel 6 - Gift, drainage en opname wortels

Beh	Gift		Drain (l)			Opname wortels (l)	Rest
	Totaal (l)	beurt (cc)	Hevel 1	Hevel 2	Hevel 3		
A	8.1	125	4.3	2.3		1.4	+0.2
B	8.0	125	2.9	3.5		1.9	-0.2
C	8.0	125	3.0	3.5		1.4	+0.2
D	7.9	125	2.2	1.5	2.3	1.7	+0.1

In bijlage I is de opname per wortel weergegeven.

Aan het eind van de meting is ook de EC gemeten van de uitgedraineerde verdunde zoutoplossing en de door de wortels opgenomen verdunde zoutoplossing. Uit deze waarden is het percentage aan zoutoplossing berekend wat door de hevelpluggen en de wortels uit de mat gehaald is.

Verversing slaat in deze proef op het percentage zoutoplossing die na 32 beurten van 125 cc/3.75 min in 8 uur wordt teruggevonden in de mat. Voor een tuinder betekent verversing: het percentage oude voedingsoplossing dat door de nieuwe voedingsoplossing uit de mat wordt gedrukt. Om dit te berekenen moet er een andere formule gebruikt worden: 100% - percentage verse voeding. Met deze formule kan de EC van de drain omgerekend worden in het percentage oude voeding dat is afgevoerd.

Tabel 7 - EC en verversing

Beh	Gemeten EC (mS/cm)			Percentage oude voeding* (%)			gem**
	Hevel 1	Hevel 2	Hevel 3	Hevel 1	Hevel 2	Hevel 3	
A	3.1	2.7		55	62		57
B	1.9	1.5		77	85		81
C	3.5	3.7		47	43		45
D	3.3	2.6	1.0	51	67	94	72

* In het drainwater

** Het gemiddelde is berekend in de verhouding van de hoeveelheid drain per plug ten opzichte van het totaal

In Bijlage I zijn de resultaten van de EC-metingen van de door de wortels opgenomen oplossing weergegeven met het daaruit berekende percentage aan zoutoplossing.

In Bijlage II, figuren a-d, zijn de percentages aan zoutoplossing opgenomen door de kunstwortels uitgezet.

Op plaatsen dicht bij de druppelaars hebben de kunstwortels in de bovenlaag nog zoutoplossing opgenomen, verder bij de druppelaars vandaan komt er in de bovenlaag weinig tot geen zoutoplossing meer voor. In figuur II-b is goed te zien dat de gehele onderlaag goed ververst wordt door de pluggen in het midden van de mat te plaatsen.

Conclusie : Het onderste deel van de mat wordt per dag overal ververst, al is dat bij behandeling C niet zo veel. Het bovenste deel wordt bij behandeling A en C in het matmidden helemaal niet bereikt met zoutoplossing.

3.5 SYSTEEMVERGELIJKING

Systeem A lijkt voor het vochtgehalte het best. Een nadeel van behandeling A is dat de pluggen vlakbij 1 van de 2 druppelaars zitten zodat een verschil in wortelmilieu tussen de twee planten voor de hand ligt. Systeem B is mogelijk beter dan A maar het effect van een watergehalteverloop van pot naar hevelplug is onbekend en kan dus ook negatief zijn. De verversing in deze systemen is ongeveer gelijk en beter dan bij in de andere systemen. Systeem D is minder goed omdat er minder ververst wordt in de mat, maar is wel beter dan systeem C. Daarnaast is systeem D vanwege de extra hevel-plug ook minder aantrekkelijk. Systeem C voldoet ronduit slecht omdat er slecht ververst wordt in de mat.

3.6 AANBEVELINGEN

Het lijkt het beste om de afvoer zo ver mogelijk van de aanvoer te plaatsen. Dat zorgt ervoor dat de mat zo goed mogelijk ververst kan worden door druppelaars.

Behandeling B kan verbeterd worden door de planten wat meer naar de kopkanten van de mat te plaatsen en daarmee de druppelaars. Zo wordt vermeden dat de kopkanten van de mat geïsoleerd raken van de rest van de mat.

Een andere oplossing is een derde druppelaar in het midden van de mat. Op deze manier wordt op een eenvoudige manier verse voeding in het midden van de mat gebracht. Daarbij moeten de hevelpluggen aan de kopkanten van de mat geplaatst zijn. Eerder is al opgemerkt dat een derde druppelaar kan zorgen voor een gelijkere vochtgehalte in de lengte van de mat. (van der Meer, 1996)

De lab-opstelling is betrouwbaar gebleken. Andere onderzoeksonderwerpen die uitgevoerd zijn, zijn beurtgrootte en gietfrequentie. Daarnaast kan de invloed van het aantal druppelaars los van het aantal planten bepaald worden. Marjolein Toebak (een stagiaire van het HAS in Delft) heeft deze onderwerpen als afstudeeropdracht gebruikt. Ook de invloed van de positie van de/het draingrat(en) kan onderzocht worden.

LITERATUURLIJST

- Avoird, P. v.d., maart 1993. Waterstroming in glaswolsubstraten. Stageverslag. Proefstation voor Bloemisterij en Glasgroente te Naaldwijk.
- Blok, C., januari 1996. Lucht/water management in steenwolmatten, tweede teelt tomaat: december 1994 tot november 1995. Intern verslag 22, Proefstation voor Bloemisterij en Glasgroente te Naaldwijk.
- Blok, C., 1997. Lucht/water management in steenwolmatten, derde teelt tomaat: februari 1996 tot november 1996. In voorbereiding, Proefstation voor Bloemisterij en Glasgroente te Naaldwijk.
- Meer, M.C. van der, september 1996. Onderzoek naar matvochtverschillen. Intern verslag 68, Proefstation voor Bloemisterij en Glasgroente te Naaldwijk.
- Meijboom, F., maart 1995. Folder 6, Rhizosphere Research Products. AB-DLO Wageningen.
- Ouwerling, M.C.M., Meer, M.C. van der, 1995. Lucht/water management in steenwolmatten bij tomaat, eerste teelt. Verslag proef 6310.01, Proefstation voor Bloemisterij en Glasgroente te Naaldwijk.

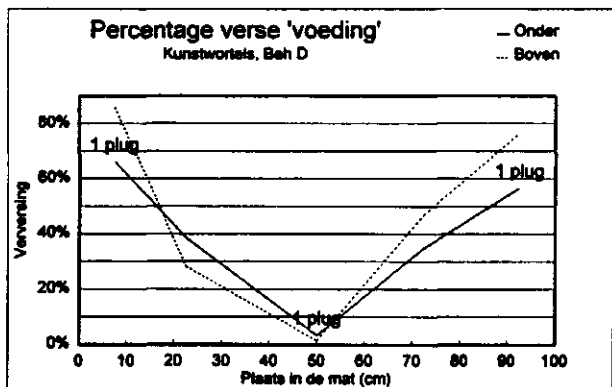
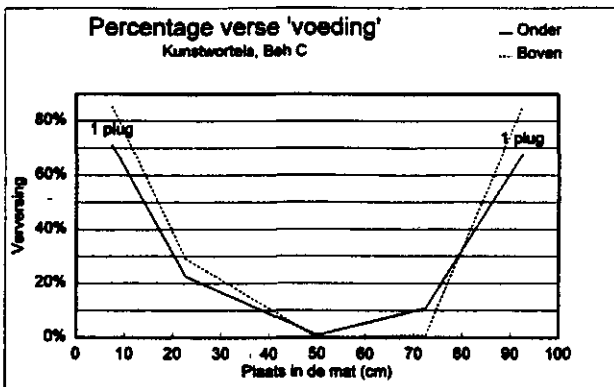
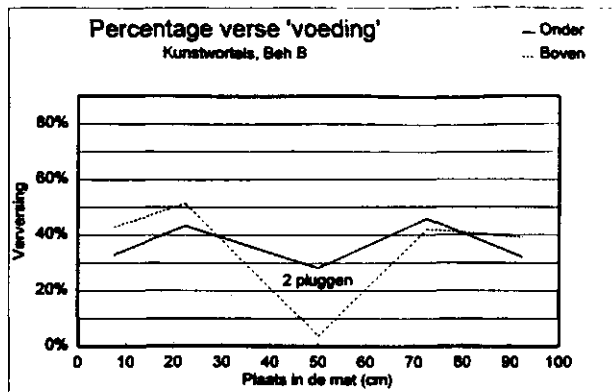
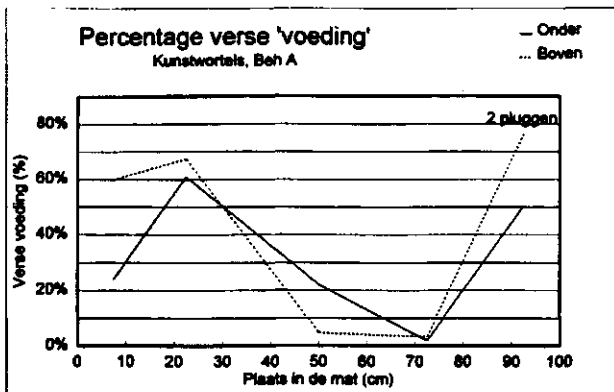
BIJLAGE I WERKING VAN DE KUNSTWORTELS

Volume											
	10 cm		27.5 cm		50 cm		72.5 cm		90 cm		
Beh	Onder	Boven	Onder	Boven	Onder	Boven	Onder	Boven	Onder	Boven	
A	199	159	160	155	123	110	175	112	133	112	
B	257	222	284	154	161	179	229	160	141	188	
C	191	136	171	120	116	137	136	152	109	143	
D	155	156	222	147	159	138	163	142	171	171	

EC (mS/cm)											
	10 cm		27.5 cm		50 cm		72.5 cm		90 cm		
Beh	Onder	Boven	Onder	Boven	Onder	Boven	Onder	Boven	Onder	Boven	
A	2.0	3.9	3.9	4.3	1.9	1.0	0.8	0.9	3.4	4.8	
B	2.5	3.0	3.0	3.4	2.2	0.9	3.1	2.9	2.4	2.8	
C	4.5	5.2	1.9	2.3	0.8	0.7	1.3	0.8	4.3	5.2	
D	4.2	5.3	2.8	2.2	0.9	0.8	2.6	3.2	3.7	4.8	

Verversing (%)											
	10 cm		27.5 cm		50 cm		72.5 cm		90 cm		
Beh	Onder	Boven	Onder	Boven	Onder	Boven	Onder	Boven	Onder	Boven	
A	24	60	61	67	22	5	2	3	50	76	
B	33	43	43	51	28	4	46	42	32	39	
C	71	85	23	29	1	0	11	1	68	85	
D	66	86	39	28	3	1	35	47	57	76	

BIJLAGE II PERCENTAGE VERSE VOEDING OPGENOMEN DOOR KUNSTWORTELS



Figuur IIa-d - Percentage verse voeding door kunstwortels opgenomen