

2808/86

BEGONIA OP VERWARMDE TABLETTEN ,
BLANCOPROEF

PROJECT 341 - 1

proefverslag

N.U.P.



aug. '86

Aalsmeer, juni 1986

Ir. J. Vogelezang

220 1625

INHOUDSOPGAVE	1
1. INLEIDING	2
2. OPZET VAN HET ONDERZOEK	2
-doelstelling	
-kasuitrusting en klimaatbeheersing	
-proefopzet	
-teeltwijze	
-verzameling en verwerking van gegevens	
3. RESULTATEN	3
3.1 TABLETCONSTRUCTIE	3
3.2 KLIMAATREGELING	8
-tabletverwarming	
-bovennet	
3.3 MEETNET VOOR KLIMAATREGISTRATIE	12
3.4 EB- EN VLOED WATERGEEFSYSTEEM	14
3.5 PLAATSEFFECTEN IN DE KAS	14
3.6 AANTAL BENODIGDE HERHALINGEN OM VERSCHIL TE KUNNEN AANTONEN	15
4. SAMENVATTING	17
LITERATUUR	
BIJLAGEN	18

1. INLEIDING

Er zijn en komen warmtebronnen beschikbaar waarbij water met lage temperaturen wordt geleverd. Hierbij kan gedacht worden aan rest- en afvalwarmte, maar warmtepompen en rookgascondensators zijn ook bronnen van warmte met een lage watertemperatuur.

In de potplantenteelt wordt in toenemende mate gebruik gemaakt van verwarmde vloeren en - tabletten als toepassingsmogelijkheid voor deze lage watertemperaturen. Bij de toepassing hiervan ontstaat de vraag waar de teeltkundige grenzen liggen en hoe dit verwarmingssysteem optimaal gebruikt kan worden.

Op het Proefstation in Aalsmeer zijn zes bestaande kasafdelingen opnieuw ingericht voor dit onderzoek. De aanpassingen betreffen het gehele verwarmingssysteem (tabletverwarming en het bovennet), de kweektafels, het watergeefstelsel en een meetnet voor gedetailleerde verzameling van klimaatgegevens.

2. OPZET VAN HET ONDERZOEK

Doelstelling

De eerste proef binnen dit project heeft tot doel gehad de regeling van de verschillende verwarmingsnetten te optimaliseren en evt. verschillen tussen kasafdelingen c.q. tabletten te lokaliseren.

Verder is een eerste ervaring opgedaan met het watergeefstelsel.

Kasuitrusting en klimaatbeheersing

In iedere kasafdeling zijn zes kweektafels geplaatst (1.80 x 4.80 m), waarbij telkens drie tafels een proefeenheid vormen. Per proefeenheid is een aparte eb- en vloed watergeefstelsel aanwezig, zodat de water- en kunstmestgift ingesteld kan worden per proefeenheid.

Het tabletverwarmingssysteem wordt geregeld op basis van de pottemperatuur (1 cm vanaf de potbodem). De regeling geschiedt op basis van een constante dag- en nachttemperatuur. Het bovennet wordt geregeld op basis van de kasluchttemperatuur. De kasluchttemperatuur voor de regeling wordt gemeten in het midden van de kas, zodat er geregeld wordt op een gemiddelde van beide proefeenheden aan weerszijden van de kas. De setpointbepaling kan plaatsvinden volgens twee methoden:

* op basis van een constante dag- en nachttemperatuur. Uitbreiding met een derde klimaatperiode is mogelijk.

* op basis van een etmaaltemperatuur.

Met de laatstgenoemde strategie is het mogelijk in perioden met veel instraling verschillen tussen luchttemperatuurbehandelingen te handhaven. Bij veel instraling overdag hebben de gerealiseerde kasluchttemperaturen nl. de neiging om naar elkaar toe te lopen. Dit wordt in enige mate voorkomen door de gewenste temperatuurniveau's lichtafhankelijk te verhogen en correcties op de gerealiseerde temperatuur gedurende de nacht uit te voeren.

Proefopzet

Een aantal weken na de start van het onderzoek is de oorspronkelijke proefopzet gewijzigd vanwege het slechte functioneren van het tabletverwarmingssysteem.

Gedurende de eerste 8 weken van de teelt is in alle zes de afdelingen één pot- en luchttemperatuur aangehouden. Er is een potttemperatuur ingesteld van 23°C, zodat de tabletverwarming altijd aan heeft gestaan. De kasluchttemperatuur is gedurende deze periode ingesteld op 18°C, een temperatuur die normaal is voor de teelt van begonia. Er is geregeld op basis van een constante dag- en nachttemperatuur.

Het resterende gedeelte van de teelt is besteed aan optimalisatie van de regelingen en het aanpassen van het tabletverwarmingssysteem. Een aantal geplande onderzoekspunten zijn hierdoor niet aan bod gekomen.

Het onderzoek is gestart met Begonia cv. Toran. Toran hoeft niet zo zwaar geremd te worden, waardoor het verloop van de groei minder verstoord wordt. In deze proef is uitgegaan van kopstek, waardoor de teeltduur iets bekort is.

Teeltwijze

De stekken zijn opgepot in een 11 cm. pot. Er is gebruik gemaakt van een eb- en vloedmengsel waaraan toegevoegd is 0.75 kg. PG-mix en 3.5 kg. Dolokal. Bij twee plantrijen per tafel is onderin de pot een laagje met styromulkorrels aangebracht. De opgepotte stekken zijn tegen elkaar op het midden van de tafel gezet.

Voor behoud van de vegetatieve groei is vanaf het begin van de proef tot aan de tiende teeltweek langedag-belichting toegepast. Daar aan het begin van de proef reeds veel bloemknoppen aangelegd waren (te weinig LD-belichting tijdens de opkweek?) zijn tweemaal gedurende de teelt bloemen weggenomen.

Remming van de groei is niet nodig geweest.

Er is vanaf de start van de teelt bijgemest (voedingsoplossing, bijlage 1).

Er is gestreefd naar een E.C. van 1.4 in de pot.

Verzameling en verwerking van gegevens

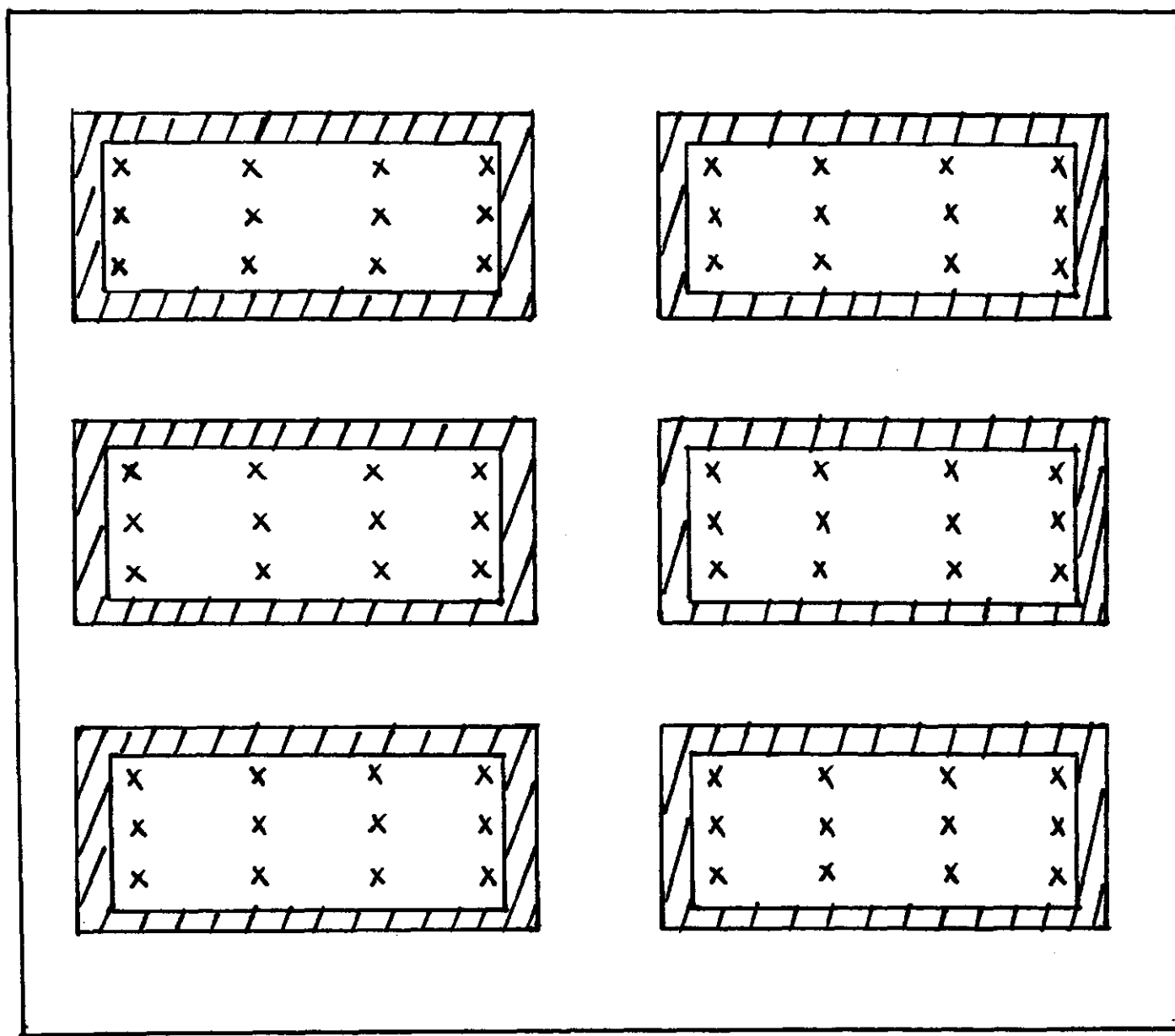
Ter bestudering van eventuele plaatseffecten in de kassen is in teeltweek 8 vers- en drooggewicht bepaald van planten die op systematisch wijze gekozen zijn (figuur 1). De verwerking is met behulp van het statische pakket GENSTAT gebeurd (o.a. variantie-analyse).

Na installatie van het meetnet zijn metingen verricht ter controle van outillage en regelingen. De verzameling van deze gegevens vindt plaats met behulp van een datalogger, waarna de verwerking op de centrale computer gebeurd (GENSTAT).

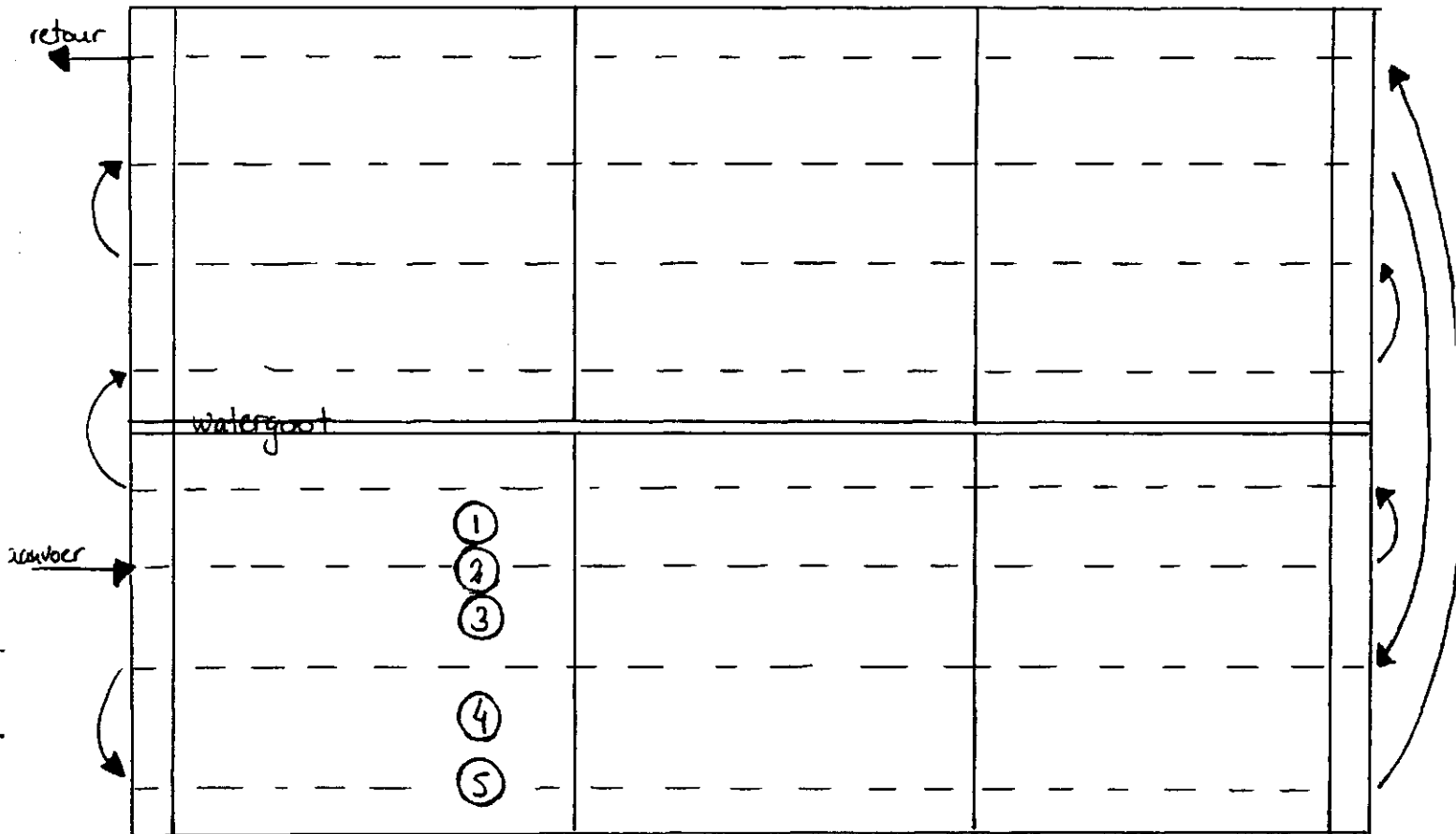
3. RESULTATEN

3.1 TABLETCONSTRUCTIE

Al snel nadat de tabletverwarming in gebruik werd genomen, bleek het systeem niet geheel te voldoen. Uit temperatuurmetingen is gebleken dat de temperatuurverdeling binnen het tablet niet voldoende gelijkmatig is voor het doel van het onderzoek. Als de constructie van de tabletbodem zodanig is dat de verwarmingsbuizen niet overal contact maken met de tabletbodem, heeft dit een slechte warmtegeleiding tot gevolg. In tabel 1 worden enige meetresultaten weergegeven, waarbij een vergelijk gemaakt wordt tussen een tablet met een goed en slecht buiscontact. In dit geval is het contact tussen verwarmingsbuis en tabletbodem door middel van verlijmen tot stand gebracht op één van de proeftafels. De metingen op de proeftafel zijn uitgevoerd op een gedeelte van het tablet waar het lijmprocédé goed uitgevoerd is. De meetopstelling wordt weergegeven in figuur 2. De vergelijkende meting heeft plaatsgevonden op twee naast elkaar gelegen tabletten in dezelfde



Figuur 1. Plaats van waarnemingsplanten in één kasafdeling.



— — — = ligging van de verwarmingsbuizen

① . . . ⑤ = reeks van pottemperaturen vanaf het midden van het tablet naar de rand. De pottemperatuur is gemeten 1 cm. vanaf de potbodem.

Figuur 2. Meetopstelling ter bestudering van de temperatuurverdeling binnen het tablet bij goed en slecht contact van de verwarmingsbuizen.

kasafdeling. Op beide tabletten zijn ook de aanvoer- en retourtemperatuur gemeten van het verwarmingswater, alsmede de luchttemperatuur op gewasniveau.

Tabel 1. Vergelijkende temperatuurmeting tussen tabletten met goed en slecht buiscontact (gem. nachttemperatuur van 22.00 - 4.00 in °C).
1...5 = reeks van pottemperaturen vanaf het midden van het tablet naar de rand. Potttemperatuur is gemeten op 1 cm. vanaf de potbodem. De luchttemperatuur is gemeten in het meetveld op gewasniveau (geventileerde meting).

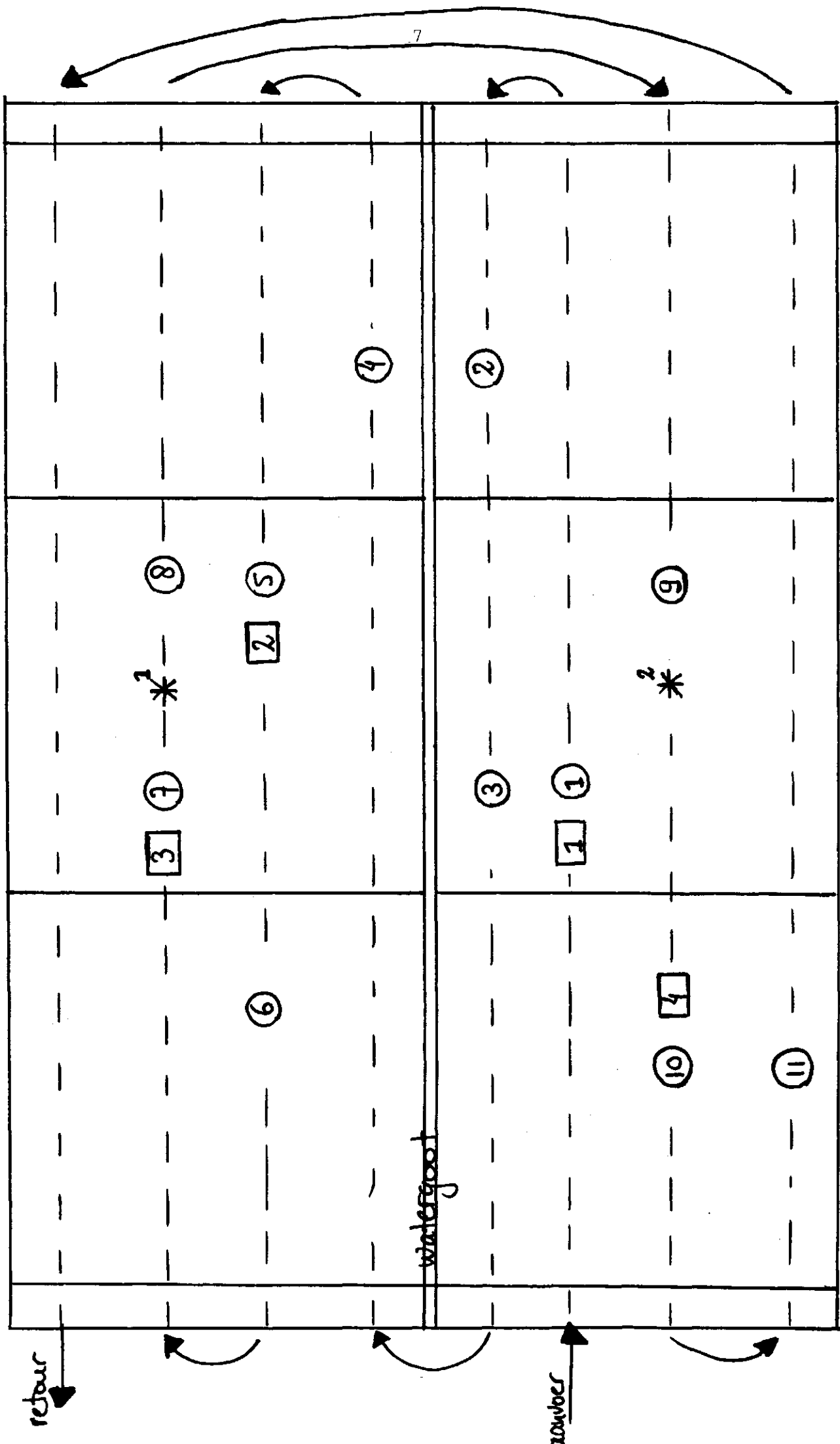
	slecht contact	goed contact
aanvoertemperatuur	56.5	56.8
pottemperatuur 1	25.6	30.8*
pottemperatuur 2	34.7	35.6
pottemperatuur 3	31.6	35.0
pottemperatuur 4	29.5	35.7
pottemperatuur 5	27.0	38.0
retourtemperatuur	53.4	51.4
luchttemperatuur	21.3	23.3

* : deze relatief lage temperatuur is mogelijk veroorzaakt door een minder goede verlijming (door de helling van de tabletbodem op op die plaats).

Uit tabel 1 komt naar voren dat een slecht contact tussen tabletbodem en verwarmingsbuizen een potttemperatuurverschil geeft van 9°C. Dit verschil wordt aanzienlijk minder als er sprake is van goed buiscontact : wanneer meetplaats 1 (slechte verlijming?) en meetplaats 5 (randplant) buiten beschouwing worden gelaten is in deze situatie het potttemperatuurverschil minder dan 1°C. Dat de warmteoverdracht in deze situatie beter is, blijkt ook uit de (lagere) retourtemperatuur en de (hogere) luchttemperatuur op gewasniveau.

Een slecht contact tussen tabletbodem en verwarmingsbuizen betekent in deze situatie dat er hier en daar contact is en dat de plaats van contact wisselt als gevolg van uitzetting van de aluminium plaatbodem (opbollen van de plaat). Op de plaats waar goed contact is vindt warmteoverdracht plaats middels straling en geleiding. Waar dit contact ontbreekt, speelt alleen warmteoverdracht via straling een rol; een kleine luchtspleet is voldoende om de overdracht via geleiding uit te schakelen. Voor een goede warmteoverdracht en temperatuurverdeling binnen een tablet is het dus noodzakelijk dat de verwarmingsbuizen over de hele lengte contact maken met de tabletbodem.

Op de eerste proeftafel is het contact tussen tabletbodem en verwarmingsbuizen tot stand gebracht door middel van verlijmen. Dit contact kan ook tot stand gebracht worden door de vinnen van de verwarmingsbuizen met behulp van popnageltjes vast te zetten aan de bodemplaat. Deze methode is op een tweede proeftafel uitgetest. Opnieuw zijn klimaatmetingen verricht ter beoordeling van de temperatuurverdeling binnen het tablet. De meetopstelling en meetresultaten worden weergegeven in resp. figuur 3 en tabel 2. Alle pot- en tablettemperaturen zijn "op" de buis gemeten.



○ = potttemperatuur * = luchttemperatuur
 □ = tablettemperatuur

Figuur 3. Meetopstelling ter bestudering van de temperatuurverdeling binnen het tablet.

Tabel 2. Temperatuurverdeling op een tablet waarbij het contact tussen tabletbodem en verwarmingsbuizen met behulp van popnagels tot stand is gebracht (gem. nachttemp. van 22.00 - 4.00 in °C).
1...11=reeks van pottemperaturen vanaf de inlaat van het verwarmingswater tot het afvoerpunt. Potttemperatuur is gemeten 1 cm. vanaf de potbodem. 1...4=reeks van tablettemperaturen.

Aanvoertemp. :	43.0			
Potttemp. 1	31.1	Tablettemp. 1	38.8	
Potttemp. 2	31.3			
Potttemp. 3	30.3			Luchttemp. 1 21.9
Potttemp. 4	31.0			
Potttemp. 5	31.4	Tablettemp. 2	40.0	
Potttemp. 6	29.6			
Potttemp. 7	29.4	Tablettemp. 3	38.9	
Potttemp. 8	30.3			
Potttemp. 9	29.0			Luchttemp. 2 21.0
Potttemp. 10	30.0	Tablettemp. 4	38.7	
Potttemp. 11	29.5			
Retourtemp. :	40.0			

Uit tabel komt naar voren dat het verschil in tablettemperatuur iets meer dan 1°C is. De verschillen in potttemperatuur zijn groter, maar andere factoren zoals de vochtigheid van de potgrond kunnen hierop van invloed zijn geweest. In eerste instantie kon het verschil in luchttemperatuur niet verklaard worden. Op andere meetdagen is zelfs een verschil van 2°C geconstateerd. Dit verschil in luchttemperatuur had mogelijk veroorzaakt kunnen zijn door een verschil in warmteoverdracht als gevolg van minder goed contact tussen tabletbodem en verwarmingsbuizen. Gebleken is echter dat niet de tabletconstructie maar andere factoren dit verschil hebben veroorzaakt.

Uit het voorgaande kan geconcludeerd worden dat de temperatuurverdeling op het aangepaste tablet voldoende uniform is voor het doel van het onderzoek. Een voldoende klein verschil tussen aanvoer- en retourtemperatuur alsmede een goed contact tussen tabletbodem en verwarmingsbuizen zorgen ervoor dat de verschillen in potttemperatuur hierdoor niet negatief beïnvloed worden.

3.2 KLIMAATREGELING

Tabletverwarming

Nadat het tabletverwarmingssysteem in gebruik werd genomen, is niet alleen een slechte temperatuurverdeling (zie 3.1) maar ook een zeer onrustige regeling geconstateerd. In figuur 4 wordt het potttemperatuurverloop weergegeven van twee verwarmingsgroepen in twee verschillende afdelingen. De gegevens betreffen één etmaal en iedere verwarmingsgroep omvat drie tabletten. Uit de beide grafieken komt naar voren dat de temperatuurverschillen tussen de tabletten groot zijn en dat de regeling een onrustig beeld te zien geeft. Dit laatste is hoogstwaarschijnlijk óók het gevolg van de geconstateerde slechte tabletconstructie. Denkbaar is dat de pot waar de potvoeler voor de regeling in geplaatst is als het ware "staat te dansen" op het tablet, doordat onder invloed van temperatuurswisselingen de tabletbodem opbult en inkrimpt. Deze temperatuurswisselingen werken door in de regeling met genoemd resultaat.

Bovennet

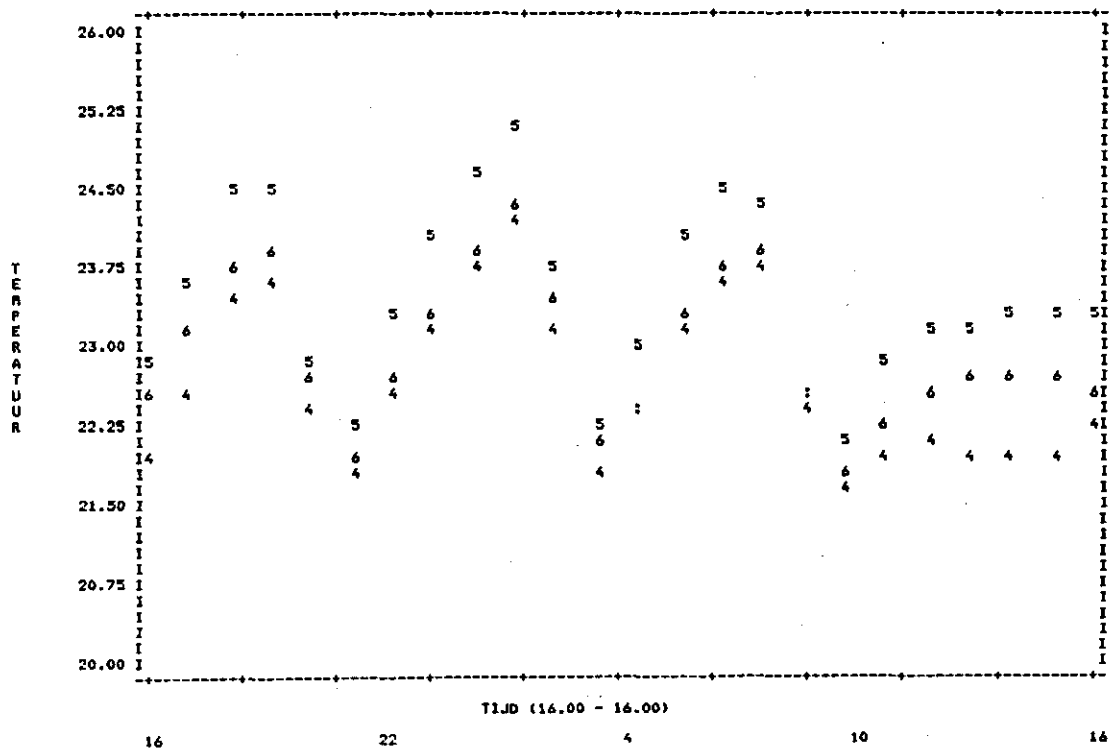
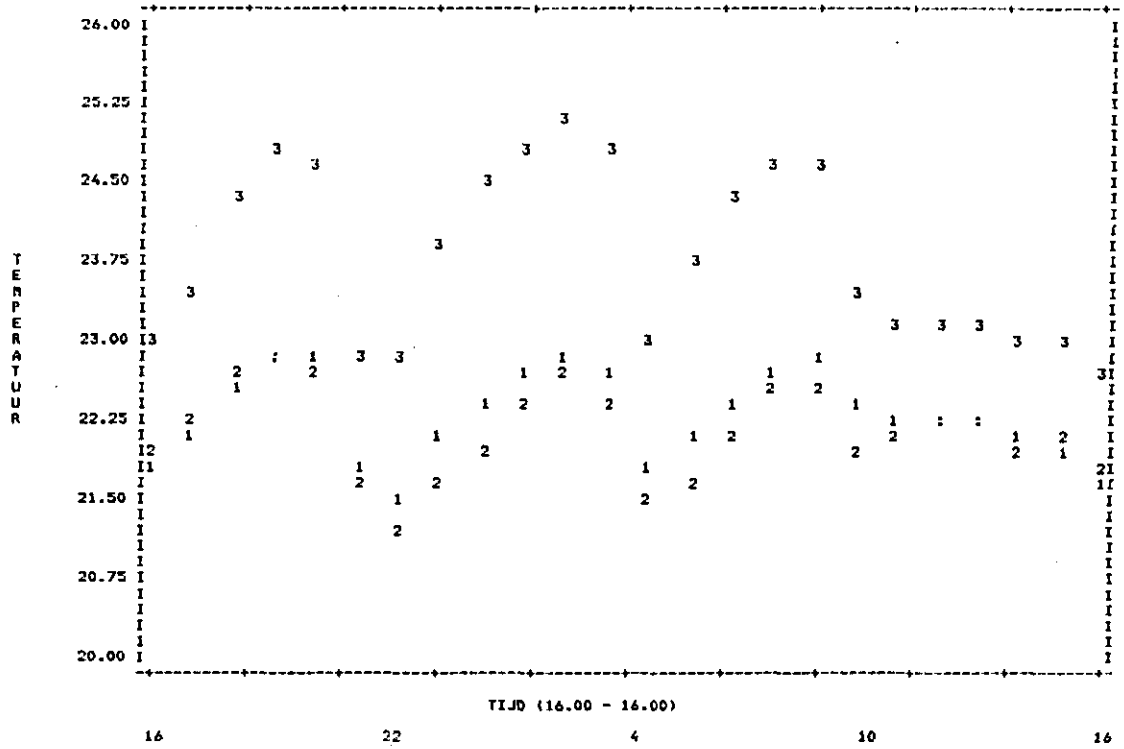
Tijdens het tweede gedeelte van de teelt is de regeling op basis van een etmaaltemperatuur getest. Dit regelprogramma probeert een gewenste gemiddelde etmaaltemperatuur te bereiken, waarbij het etmaal van begin dag tot einde nacht loopt. De bepaling van de gewenste dagtemperatuur verloopt op normale wijze d.w.z met een vast setpoint en eventueel een lichtverhoging. Gedurende de nacht wordt het temperatuursetpoint berekend uit de tot dan gerealiseerde temperatuur en de gewenste gemiddelde temperatuur. Het regelprogramma werkt met sommen, zodat gesproken wordt van een gewenste gemiddelde etmaalsom en een gerealiseerde temperatuursom. In de nacht wordt temperatuursetpoint als volgt berekend:

$$\text{setpoint nachttemp.} = \frac{\text{gewenste etmaalsom} - \text{gerealiseerde temperatuursom}}{\text{resterende nachtduur}}$$

In figuur 5 wordt een voorbeeld gegeven van de uitwerking van deze regelstrategie. Het voorbeeld betreft twee identieke kasafdelingen (12B en 13A), waarbij in één kasafdeling naar een relatief lage luchttemperatuur en in de andere kasafdeling naar een relatief hoge luchttemperatuur gestreefd is. Er is uitgegaan van een basissetmaaltemperatuur van resp. 16° en 19°C met een lichtverhoging (LV) op het dagsetpoint van 5°C/1000W. De overgang van de nachtperiode naar de dagperiode heeft één uur voor zonsopgang plaatsgevonden, zodat het dagsetpoint bereikt is vóórdat daginvloeden zich laten gelden. Uit figuur 5 komt naar voren dat de kasluchttemperaturen overdag naar elkaar toelopen onder invloed van instraling ; 's nachts wordt het warmteoverschot van overdag weggewerkt (kas 12B). Het uiteindelijke resultaat is dat na een etmaal twee temperatuurniveau's (temperatuursommen) gerealiseerd zijn.

De lichtverhoging moet zodanig gekozen worden dat de invloed van instraling op de kasluchttemperatuur ongeveer overeenkomt met de setpointverhoging. Uit figuur 5 komt naar voren dat de hier gekozen lichtverhoging te laag is geweest. Wel moet in de gaten gehouden worden dat de lichtverhoging niet te hoog gekozen, waardoor de verwarming overdag onnodig zou moeten bijkomen. De in te stellen begrenzingsen van de nachttemperatuur bepaalt de mate waarin er bijgestuurd kan worden op de kasluchttemperatuur.

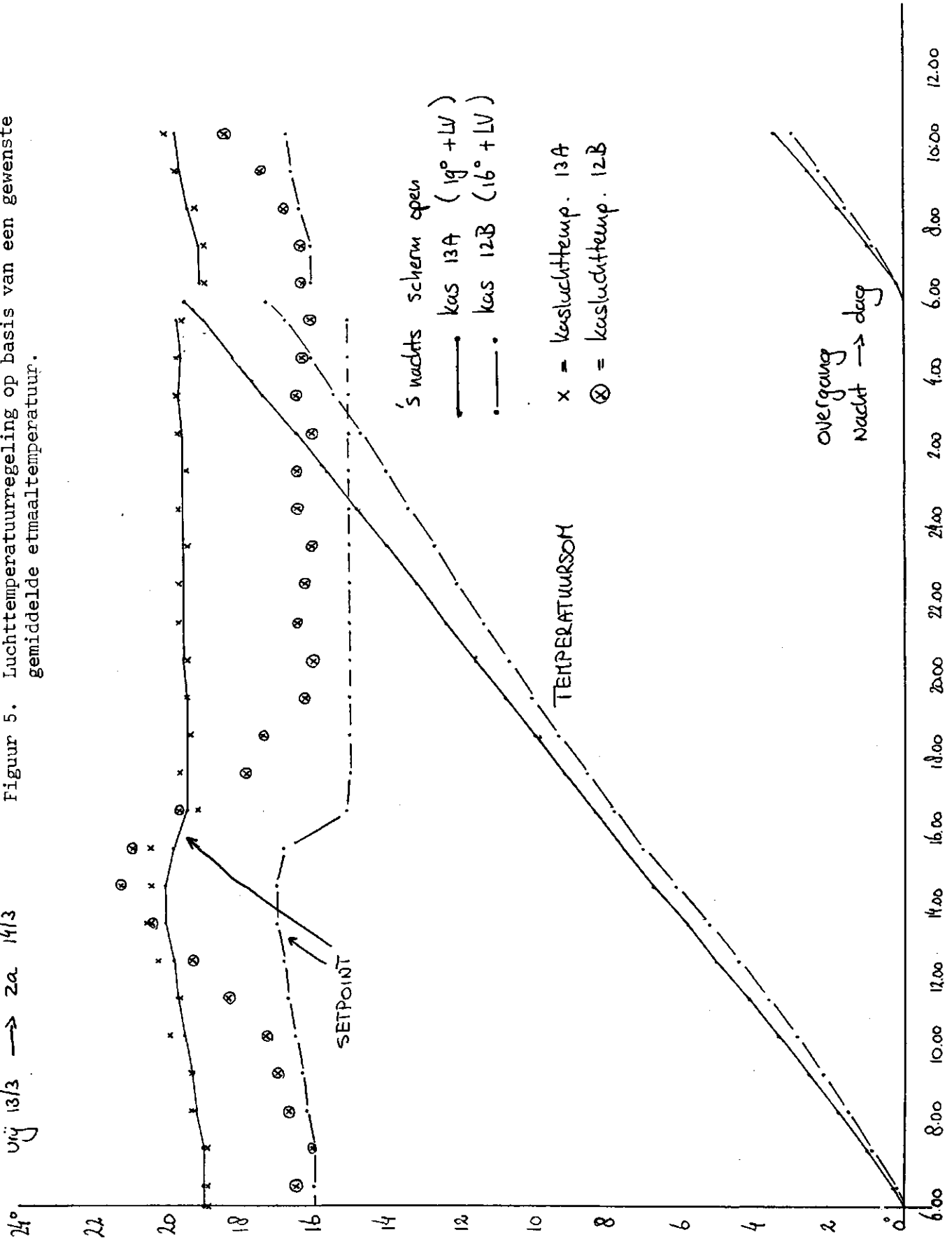
Het wegwerken van een warmteoverschot gedurende de nacht betekent ook dat de kassen 's nachts voldoende moeten kunnen afkoelen door middel van een open scherm en/of afluchten van warmte. Uit oriënterende metingen is gebleken dat het wel of niet aanwezig zijn van een scherm van invloed kan zijn op de luchttemperatuurverdeling binnen een kasafdeling. In tabel 3 worden gegevens weergegeven van kas 13C nádat het tabletverwarmingssysteem aldaar verbeterd is. Om de tabletten heen zijn rokjes aangebracht vanwege ongewenste luchtstromingspatronen.



Figuur 4. Potttemperatuurverloop van twee verwarmingsgroepen in twee verschillende afdelingen. Iedere verwarmingsgroep omvat drie tabletten (nr. 1,2,3 c.q. 4,5,6). Gegevens van 25/12 → 26/12 1985.

vrij 13/3 → za 14/3

Figuur 5. Luchttemperatuurregeling op basis van een gewenste gemiddelde etmaaltemperatuur.



's nachts scherm open
— x — kas 13A (19° + LV)
- - - x - - - kas 12B (16° + LV)

TEMPERATUURSON

x = kasluchttemp. 13A
⊗ = kasluchttemp. 12B

overgang
Nacht → dag

Tabel 3. Invloed van wel of niet aanwezig zijn van een scherm gedurende de nacht op de luchttemperatuurverdeling. De potttemperatuur is geregeld op 30°C, de luchttemperatuur is geregeld op 17°C. De luchttemperaturen zijn gemeten op gewasniveau m.b.v geventileerde psychrometers.

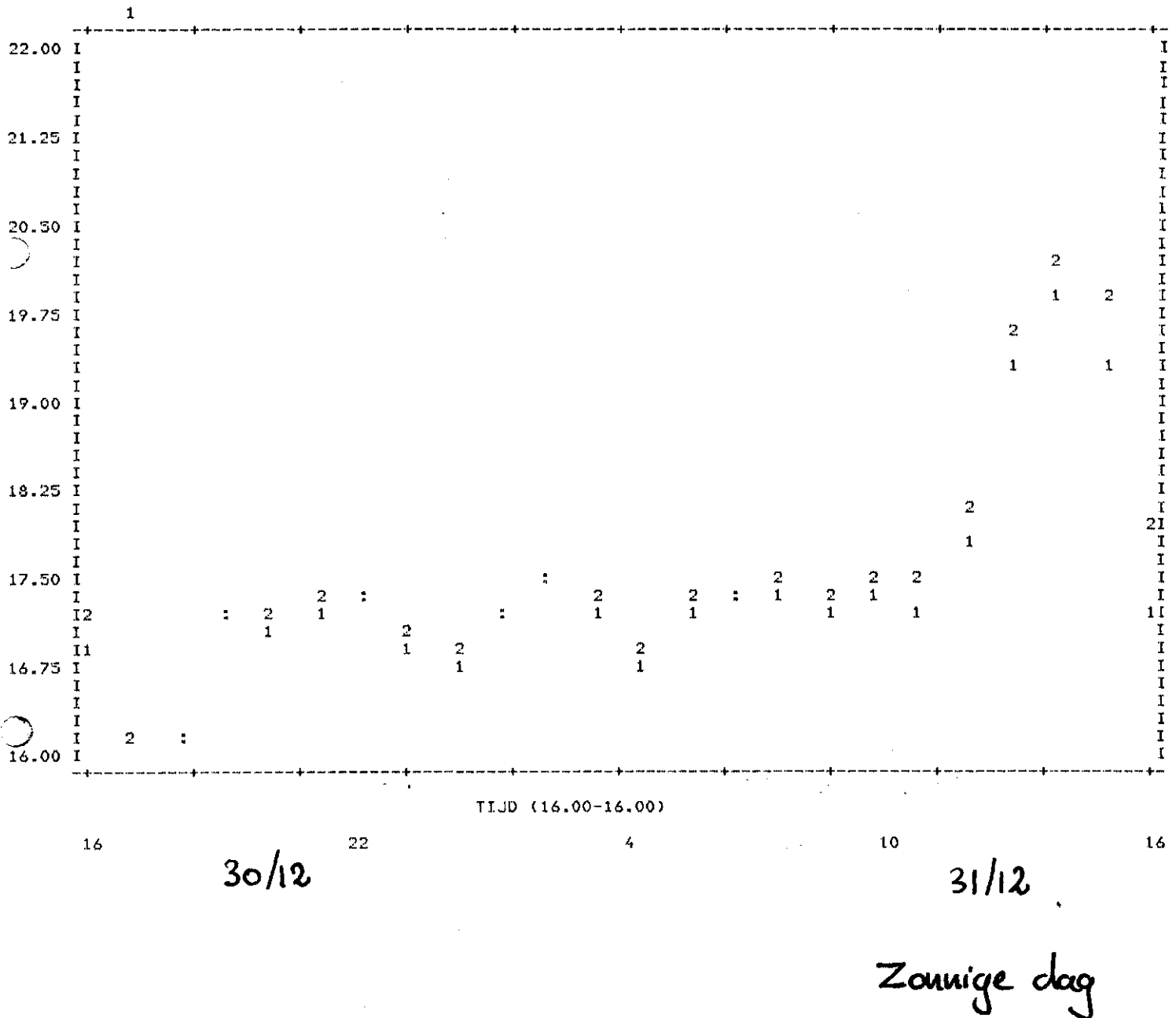
Tablet	1	2	3	4	5	6
Open scherm						
22.00	22.4	22.0	22.5	20.5	19.2	19.3
22.15	22.4	23.3	22.4	21.1	20.3	18.9
22.30	21.9	22.3	22.4	21.6	20.1	18.9
22.45	22.4	22.3	21.6	21.2	20.3	18.7
23.00	21.3	22.6	22.0	20.9	21.5	20.3
23.15	21.9	22.6	21.0	20.4	21.0	19.1
23.30	21.4	22.6	21.8	20.7	20.5	19.2
Dichtlopen scherm						
23.45	21.5	23.5	24.1	21.2	25.0	21.2
24.00	22.5	23.9	24.8	22.2	24.9	23.8
00.15	21.9	23.8	25.0	22.9	24.0	24.9
00.30	21.9	22.8	25.0	22.1	23.8	23.6
00.45	22.3	23.0	25.0	22.0	24.5	22.7
01.00	21.7	22.6	25.0	21.9	24.5	24.0
01.15	21.4	22.7	24.8	22.5	24.2	24.5
01.30	21.3	22.5	24.7	22.2	25.7	24.2
01.45	21.6	22.2	25.1	22.2	25.2	24.8
02.00	21.8	22.6	25.1	22.4	25.2	24.9

Uit tabel 3 komt naar voren dat in beide situaties sprake is van luchttemperatuurverschillen binnen de kasafdeling ; het aanwezig zijn van een dicht scherm gedurende de nacht lijkt de situatie iets te verslechteren. Dit punt zal in vervolgonderzoek nader bekeken moeten alsmede ook de luchttemperatuurverdeling binnen een tablet.

3.3 MEETNET VOOR KLIMAATREGISTRATIE

Voor nauwkeurige bestudering van het klimaat op gewasniveau is een meetnet aangelegd dat gekoppeld kan worden aan een datalogger (HP 85). Per tafel is een psychrometer geplaatst waarmee de luchttemperatuur en de relatieve luchtvochtigheid gemeten wordt en op iedere tafel is tevens een potttemperatuurvoeler geplaatst. Een beschrijving en specificatie van de psychrometer wordt weergegeven in bijlage 2, afbeelding 2.

Tijdens de installatie van het meetnet is een meetfout geconstateerd van de psychrometer die de gegarandeerde nauwkeurigheid (van 1% r.v.) te boven gaat. In de psychrometer bevinden zich twee temperatuuropnemers (pt-100 elementen) die na elkaar gemeten worden. De eerste opnemer betreft de luchttemperatuurmeting (zgn droge bol) en de tweede opnemer betreft de r.v.-meting (zgn. natte bol). Bij het droog houden van de tweede opnemer moet deze meting gelijk zijn aan die van de eerste opnemer (in feite fungeren beide opnemers dan als droge bol). Gebleken is dat onder invloed van instraling de tweede temperatuuropnemer gaat afwijken van de eerste temperatuuropnemer (figuur 6). In tabel 4 wordt voor een aantal gevallen de meetfout, uitgedrukt in r.v., weergegeven.



1 = eerste temperatuuropnemer
 2 = tweede temperatuuropnemer

Figuur 6. Afwijking van de tweede temperatuuropnemer ten opzichte van de eerste temperatuuropnemer in de psychrometer onder invloed van instraling.

Tabel 4. Afwijking in relatieve luchtvochtigheids-meting als gevolg van een foutieve natte bol meting. DB=droge bol, NB=natte bol.

DB (in °C)	NB (in °C)	Rel. Luchtv.(in %)	Afwijking (in %)
18.0	15.0	72.9	
	15.2	74.6	+ 1.7
	15.5	77.2	+ 4.3
	15.7	79.0	+ 6.1
19.0	16.0	73.6	
	16.2	75.3	+ 1.6
	16.5	77.8	+ 4.2
	16.7	79.5	+ 5.9
20.0	17.0	74.3	
	17.2	75.9	+ 1.6
	17.5	78.4	+ 4.1
	17.7	80.1	+ 5.8

Uit tabel 4 komt naar voren dat een afwijking van 0.5 - 0.7°C in de natte bol meting een afwijking in relatieve luchtvochtigheid veroorzaakt van 4 - 6%. Uitgaande van de nauwkeurigheid van de meetelementen (1/3 din = +/- 0.125°C) zou een nauwkeurigheid bereikt kunnen worden van 2% r.v..

3.4 EB- EN VLOED WATERGEEFSYSTEEM

Het eb- en vloed watergeefstelsel is aangelegd volgens het zgn. Venturi-principe. In het midden van ieder tablet wordt vanuit de middengeul de waterstroom naar weerszijden gepompt, waarbij met behulp van een standpijp de waterhoogte geregeld kan worden. De in te stellen tijdsduur heeft betrekking op de opvoertijd en de "stilstandtijd" tesamen. Daarna duurt het nog enkele minuten voordat de totale hoeveelheid water teruggevoerd is in de waterbassins.

Het watergeefstelsel heeft gedurende de proefperiode goed gefunctioneerd. De minimale watergeeftijd per groep van 3 tabletten is ongeveer 12 minuten. Het aanbrengen van een laagje styromulkorrels onderin de pot heeft geen aanwijsbare voordelen opgeleverd ; een negatief aspect kan wel de geringere totale watercapaciteit zijn.

3.5 PLAATSEFFECTEN IN DE KAS

In tabel 6 wordt een overzicht gegeven van het gemiddelde plantgewicht met bijbehorende standaardafwijking per tafel in teeltweek 8. Per tafel zijn 12 planten bepaald. In tabel 7 wordt het gemiddeld plantgewicht per kasafdeling weergegeven.

Tabel 7. Overzicht gemiddeld plantgewicht (in g.) per kasafdeling. Weergave volgens situering van de zes kasafdelingen.

13C: 32.3	12C: 35.0
13B: 33.0	12B: 34.5
13A: 32.5	12A: 33.6

Tabel 6. Overzicht gemiddeld plantgewicht (in g.,bovenste getal) en standaardafwijking (in g.,onderste getal) per tafel. weergave volgens situering van de zes kasafdelingen.

13C	3: 29.0	6: 32.1	12C	3: 30.9	6: 37.1
	3.5	5.1		2.8	7.1
	2: 33.9	5: 33.7		2: 35.6	5: 43.7
	6.0	6.3	4.9	4.0	
	1: 31.6	4: 33.2	1: 31.5	4: 31.0	
	3.5	6.4	4.5	4.6	
13B	3: 35.1	6: 32.8	12B	3: 37.9	6: 35.2
	5.1	6.1		3.4	7.1
	2: 35.7	5: 34.8		2: 32.5	5: 36.6
	4.8	4.5	4.8	4.7	
	1: 30.1	4: 29.2	1: 33.9	4: 30.9	
	6.4	4.4	4.7	4.0	
13A	3: 31.6	6: 35.5	12A	3: 33.2	6: 34.4
	3.3	5.1		5.5	5.3
	2: 31.9	5: 34.8		2: 35.9	5: 36.8
	4.4	4.6	2.2	7.6	
	1: 26.8	4: 34.1	1: 29.9	4: 31.5	
	4.8	4.1	5.6	6.7	

Uit tabel 6 komt naar voren dat binnen een afdeling flinke verschillen aanwezig zijn. Hoewel getracht is het niet-uniforme stekmateriaal zo goed mogelijk over de afdelingen te verdelen, is toch een relatief groter aandeel "groot" stek in de afdelingen 12B en 12C terecht gekomen. De gevonden verschillen tussen de afdelingen zouden hierdoor verklaard kunnen worden (tabel 7). Een goede analyse op plaatseffect heeft hierdoor niet kunnen plaatsvinden.

De verschillen binnen een tafel lijken niet toe te schrijven te zijn aan de plaats op een tafel (bijv. een rij vlakbij de watergoot t.o.v. een middenrij).

3.6 AANTAL BENODIGDE HERHALINGEN OM VERSCHIL TE KUNNEN AANTONEN

Met behulp van de gegevens van deze blancoproef kan een uitspraak gedaan worden over het benodigde aantal waarnemingsplanten per proefveldje voor toekomstige proeven.

Model: $y = \text{afd} + \text{helft} + \text{tafel} + \text{plant}$

(6 afdelingen, 2 helften per afdeling, 3 tafels per helft, 12 planten per tafel)

In een proef met drie pottemperaturen toegediend aan kashelften ziet de variantie-analyse er als volgt uit:

VARIANTIEBRON	VRIJHEIDSGRADEN	EFFICIENTIE
AFD stratum		
beh	2	0.25
rest	3	
total	5	
AFD.HELFTE stratum		
beh	2	0.75
temp.beh	2	
rest	2	

Met behulp van de analyse van de blancoproef, waarbij de variantie van het afdelingseffect op nul geschat wordt, kan berekend worden wat de variantie van het verschil van twee behandelingen is (variabele : versgewicht).

Bij éézijdige toetsing bij $\alpha = 0.05$ kan de volgende tabel opgesteld worden :

	kans om verschil te "zien"
	0.50
n = 4	9.9 gr. verschil in versgewicht
n = 8	8.0 gr. verschil in versgewicht
n = ∞	5.3 gr. verschil in versgewicht

n=aantal waarneningsplanten

Uit deze tabel komt naar voren dat het zéker lonend is om méér planten per proefveldje waar te nemen.

4. SAMENVATTING

Op het Proefstation in Aalsmeer zijn zes bestaande kasafdelingen opnieuw ingericht voor het onderzoek naar de toepassingsmogelijkheid van lage watertemperaturen. De aanpassingen betroffen het gehele verwarmingssysteem (tabletverwarming en bovennet), de kweektafels, het watergeefstelsel en een meetnet voor gedetailleerde verzameling van klimaatgegevens. De eerste (blanco)proef binnen dit project heeft tot doel gehad de regeling van de verschillende verwarmingssystemen te optimaliseren en eventuele verschillen tussen kasafdelingen c.q. tabletten te lokaliseren.

De tabletverwarming heeft grote problemen gegeven ten aanzien van de temperatuurverdeling binnen een tablet en de regeling. Een goed contact tussen tabletbodem en verwarmingsbuizen en een voldoende klein verschil tussen aanvoer- en retourtemperatuur moeten er voor zorgen dat de verschillen in pottemperatuur hierdoor niet negatief beïnvloed worden.

Het regelprogramma voor de kasluchttemperatuur, waarbij gewerkt wordt met een gewenste gemiddelde etmaaltemperatuur heeft goed gefunctioneerd.

Gebleken is dat de natte bolmeting van de psychrometers van het meetnet onder invloed van instraling een afwijking geeft die de gegarandeerde nauwkeurigheid te boven gaat.

Een goede analyse op plaatseffecten heeft niet kunnen plaatsvinden vanwege het gebrekkige functioneren van het tabletverwarmingssysteem en het niet homogeen zijn van het uitgangsmateriaal.

LITERATUUR :

de Koning, A. (1985). Regeling van de nachttemperatuur op basis van een gerealiseerde temperatuursom en een gewenste etmaalsom. Intern verslag nr.37. Proefstation voor tuinbouw onder glas te Naaldwijk.

Voedingsoplossing voor potplanten bij gebruik van regenwater.

De oplossingen zijn 100x geconcentreerd.

<u>Oplossing A</u>	per 1000 ltr.
kalksalpeter $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$	54.3 kg.
kalisalpeter KNO_3	10.0 "
ammoniumnitraat NH_4NO_3	4.0 "
ijzerchelaat 9% Fe - 330 Fe	2.17 "
of 6% Fe - Fe-DP	3.27 "

Oplossing B

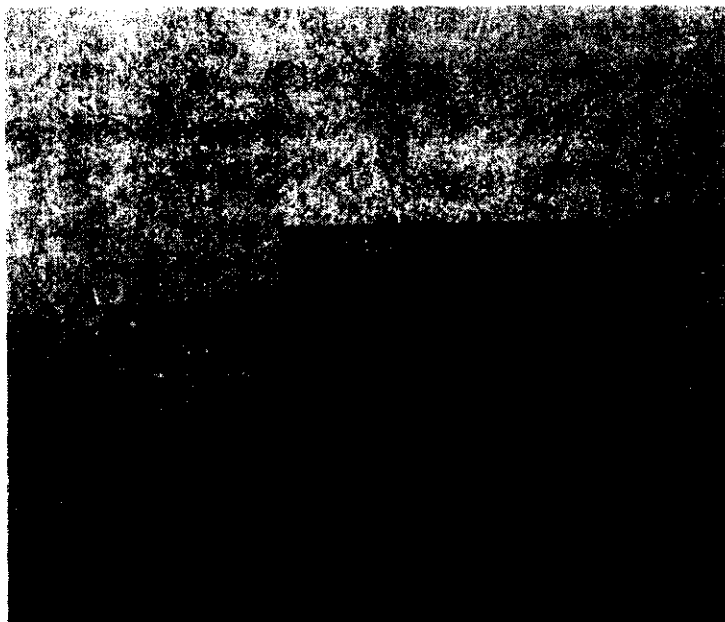
kalisalpeter KNO_3	25.4 "
monokalifosfaat KH_2PO_4	20.4 "
kalisulfaat K_2SO_4	4.4 "
bitterzout $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	18.5 "
mangaansulfaat $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	169.0 g.
zinksulfaat $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	86.0 g.
borax $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	191.0 g.
kopersulfaat $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	12.0 g.
natriummolybdaat $\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	12.0 g.

Tesamen met water van oplossing A + B een 100-voudige verdunning maken.
 Bijvoorbeeld : 1 ltr. oplossing A + 1 ltr. oplossing B op 100 liter water.

TFDL**BULLETIN 8, december 1979**

PSYCHROMETERS

Voor het meten van de luchtvochtigheid bestaan er verschillende principes. Het principe van de meting van droge- en natteboltemperatuur voor de bepaling van de relatieve vochtigheid behoort nog steeds tot de meest betrouwbare meetmethodes. Voorwaarde is, dat de nattebol voldoende geventileerd wordt, dat de temperatuuropnemers tegen instraling zijn beschermd en dat het kousje voldoende water aanzuigt. Bij een goed geconstrueerde psychrometer is alleen het laatste punt voor de gebruiker van belang. Dit wil zeggen, dat éénmaal per week het kousje gereinigd of vervangen dient te worden, en het water bijgevuld. Hierboven een voorbeeld van een door de TFDL vervaardigde "psychrozender". De temperatuuropnemers zijn meestal in naalden aangebrachte koper-constantaan thermokoppels, hoewel op verzoek ook andere kleine opnemers worden geleverd. Bij thermokoppelvoelers is een uitvoering leverbaar met een verhoogde gevoeligheid (ca. 200 $\mu\text{V}/^\circ\text{C}$) voor de verschilmeting van droge- en nattebol, wat vooral bij meting van hoge relatieve vochtigheid voordelen biedt. De psychrometer werkt met een ingebouwde ventilator.



Soms is het noodzakelijk, bijvoorbeeld voor meting in de onmiddellijke omgeving van planten, de door de psychrometer teweeg gebrachte verstoringen zo klein mogelijk te houden. Met dit doel is de psychrometer in afbeelding 2 ontwikkeld.

Het vereiste luchtverbruik is minimaal gehouden ($0,2 \text{ m}^3/\text{h}$). De te meten lucht kan over afstand worden aangezogen en al dan niet worden teruggevoerd. De aanzuiging vindt plaats met een klein luchtpompje. De temperatuuropnemers zijn als bij het eerstgenoemde type.

Voor de bepaling van de r.v. uit de droge- en natteboltemperaturen zijn tabellen of grafieken nodig.

Op de TFDL is een meetschakeling ontwikkeld waarmee de gemeten r.v.-waarde rechtstreeks als uitgangssignaal wordt gegeven.

In het gebied van $0-45 \text{ }^\circ\text{C}$ en $30-100 \%$ r.v. wordt hiermee een nauwkeurigheid bereikt die beter is dan 1% r.v.



afbeelding 2

SPECIFICATIES PSYCHROMETERS

Temperatuurvoelers	: koper-constantaan thermokoppels in roestvrijstalen meetnaald, dikte 2 mm (andere voelers op aanvraag);
Uitgangssignalen	: ca. $40 \mu\text{V}/^\circ\text{C}$ bij meting van droge- en nattebol afzonderlijk; bij meting van t_d-t_n gevoeligheid van ca. $200 \mu\text{V}/^\circ\text{C}$ mogelijk;
Luchtverbruik	: type 1 : $0,4 \text{ m}^3/\text{min}$ type 2 : minimaal $0,2 \text{ m}^3/\text{h}$;
Voedingsspanning	: type 1 : 12 V gelijkspanning (andere uitvoeringen op aanvraag); type 2 : afhankelijk van gebruikt membraanpompje, meestal 220 V, 50 Hz;
Afmetingen	: type 1 : 100 x 70 x 100 mm (l x b x h); type 2 : 80 x 250 mm (diameter x hoogte).

Voor nadere informatie wende men zich tot de Afdeling Fysische techniek.

TFDL

STICHTING TECHNISCHE EN FYSISCHE DIENST VOOR DE LANDBOUW
MANSHOLTLAAN 12 / WAGENINGEN / TELEFOON (08370) 1 91 43