

096120+146:53+54

Stamboeknr.: 2927

STICHTING PROEFSTATION VOOR TUINBOUW ONDER GLAS TE NAALDWIJK

Plantgegevens en praktijkervaringen bij de teelt van enkele groentegewassen  
(ronde tomaat, vleestomaat en paprika) onder infraroodverwarming  
(voorjaar 1981).

Samenstellers :

C. v.d. Burg

N. Enthoven

G.W.H. Welles

Naaldwijk, juli 1981.

Intern verslag nr. 25

2020/08/28

## SAMENVATTING

In het voorjaar van 1981 werden op een drietal bedrijven, uitgerust met infraroodverwarming, waarnemingen aan de gewassen verricht. Het betrof hier drie gewassen, namelijk ronde tomaat, vleestomaat en paprika. Bij één bedrijf met vleestomaten kon geen aanvaardbare vergelijking met het traditionele verwarmingssysteem (buisverwarming) gemaakt worden.

Uit de verzamelde gegevens kwam naar voren, dat er, in tegenstelling tot wat algemeen verwacht werd, opvallend weinig problemen in de teelt zijn opgetreden. De bloei, zetting, produktie en kwaliteit waren niet beduidend minder dan bij buisverwarming. Wel traden er aanzienlijke verschillen op tussen planten die zich op verschillende afstand van de warmtebron bevonden (horizontale temperatuurverschillen). Daarnaast was er ook sprake van een aanzienlijke verticale temperatuursgradiënt bij tomaat, hetgeen aanleiding gaf tot een vertraagde afrijping en het optreden van botrytis en witkoppen. Mogelijk kan door een wat aangepast temperatuurregime (bij koud weer lagere ruimtetemperatuur en bij zacht weer een hogere ruimte-temperatuur) het gewas meer geactiveerd worden, zodat dergelijke problemen beperkt in omvang blijven.

De bereikte energiebesparing, voorzover vergelijkbaar met buisverwarming, lijkt minder hoog dan door sommigen werd aangenomen. Bij paprika geeft schermen een zeer aanzienlijke energiebesparing in vergelijking met infrarood.

## INHOUD

	<u>Pagina</u>
Samenvatting.	
1. <u>Inleiding.</u>	3
2. <u>Bedrijf 1 : J. v. Zeyl te Wateringen (tomaat).</u>	
2.1 . <u>Proefopzet.</u>	5
2.1.1. Situatieschets van het bedrijf en de proefvelden.	5
2.1.2. Teeltgegevens.	6
2.1.3. Plantwaarnemingen.	8
2.1.4. Algemene waarnemingen.	8
2.2. <u>Resultaten.</u>	9
2.2.1. Bloei- en zettingsgegevens.	9
2.2.2. Plantlengtegegevens.	12
2.2.3. Produktiegegevens.	13
2.2.4. Aanvullende gegevens.	14
2.3. <u>Discussie.</u>	21
3. <u>Bedrijf 2 : Fa. Zwinkels te Kwintsheul (vleestomaat).</u>	
3.1. <u>Proefopzet.</u>	22
3.1.1. Situatieschets van het bedrijf en de proefvelden.	22
3.1.2. Instelling van de kasttemperatuur.	23
3.1.3. Plantwaarnemingen.	23
3.1.4. Algemene waarnemingen.	24
3.2. <u>Resultaten.</u>	25
3.2.1. Bloei- en zettingsgegevens.	25
3.2.2. Plantlengtegegevens.	27
3.2.3. Produktiegegevens.	28
3.2.4. Aanvullende gegevens.	28
3.3. <u>Discussie.</u>	30

4. <u>Bedrijf 3 : W. Grootsholten te Naaldwijk (paprika).</u>	<u>Pagina</u>
4.1. <u>Proefopzet.</u>	32
4.1.1. Situatieschets van het bedrijf en de proefvelden.	32
4.1.2. Teeltgegevens.	34
4.1.3. Plantwaarnemingen.	34
4.1.4. Aanvullende waarnemingen.	35
4.2. <u>Resultaten.</u>	35
4.2.1. Vers- en drooggewicht gegevens.	35
4.2.2. Plantlengtegegevens.	37
4.2.3. Produktiegegevens.	39
4.2.4. Aanvullende gegevens.	43
4.3. <u>Discussie.</u>	45
5. Algemene discussie en conclusie(s).	46
6. Bijlagen 1 t/m 6.	47

## 1. Inleiding.

In het begin van de zestiger jaren is op het I.M.A.G. reeds enig onderzoek verricht aan infraroodverwarming, als alternatief voor buisverwarming. Behalve het feit dat er nogal wat technische problemen optraden, bleek infraroodverwarming ook schade te kunnen geven aan hoog opgroeiende gewassen. De afstand tussen de verwarmingsbron en het gewas bleek te gering te zijn. Aangezien het hele systeem in deze periode geen duidelijke voordelen bezat boven buisverwarming (voor wat betreft regeling van het klimaat en gewasreacties) is het onderzoek niet voortgezet. Bij een bezoek van het veilingbestuur van Veiling Flora te Rijnsburg aan de Verenigde Staden (voorjaar 1980), kwam men opnieuw met infraroodverwarming in aanraking. Vooral de in de Verenigde Staten bereikte energiebesparing - tot 60 % volgens persberichten - veroorzaakte nogal wat opschudding in Nederlandse tuinbouwkringen.

De toepassing van infraroodverwarming in de Verenigde Staten beperkt zich vrijwel uitsluitend tot bloemisterijgewassen. In de groenteteelt zijn de ervaringen zeer beperkt. Aangezien zowel ten aanzien van technische aspecten (bereikte energiebesparing, regeling van de temperatuur, etc.) als van teeltkundige aspecten vooral in de groenteteelt in Nederland nog zeer weinig informatie beschikbaar is, zal verder onderzoek uitgevoerd dienen te worden. Dit bleek op korte termijn mogelijk te zijn, aangezien enerzijds zowel in de groente- als bloemeteelt een aantal bedrijven - proefsgewijs - met dit verwarmingssysteem was uitgerust en anderzijds omdat in vergelijkbare proefkassen op het veilingterrein van Veiling Flora een dergelijke installatie is aangelegd. Dit verslag beoogt een overzicht te geven van de teeltermijningen en verzamelde plantwaarnemingen, verricht op een drietal groenteteeltbedrijven, uitgerust met infraroodverwarming.

Bij twee bedrijven bleek enige vergelijking met buisverwarming mogelijk te zijn, voor wat betreft de teeltkundige aspecten.

Eén bedrijf was geheel uitgerust met infraroodverwarming en kon derhalve slechts aanvullende informatie over de teelt zelf geven.

In het kort samengevat zijn de volgende gewassen c.q. bedrijven in dit praktijkonderzoek opgenomen :

<u>Gewas</u>	<u>Plantdatum</u>	<u>Oppervlakte (m<sup>2</sup>)</u>	<u>Vergelijking met buisverwarming</u>
1. Tomaat	10.12.1980	3.470	+
2. Vleestomaat	03.02.1981	10.000	-
3. Paprika	15.01.1981	1.500	+

Hoewel vooral teeltkundige aspecten bij dit onderzoek zijn bestudeerd, zijn ook enige technische gegevens opgenomen.

Deze gegevens zijn in oriënterende metingen, verricht door de voorlichters C. v.d. Burg en N. Enthoven, verkregen en dienen slechts ter verduidelijking of aanvulling.

Aangezien op enkele van de genoemde bedrijven door het I.M.A.G. uitvoerige metingen zijn verricht, kan men voor wat betreft de technische aspecten, beter de bevindingen en resultaten, aldaar verkregen, raadplegen.

2. Bedrijf 1 : J. v. Zeyl te Wateringen.

2.1. Proefopzet.

2.1.1. Situatieschets van het bedrijf en de proefvelden.

Dit bedrijf bevat twee redelijk vergelijkbare objecten, namelijk buisverwarming en infraroodverwarming, niet gescheiden door een tussen-gevel. Het buisverwarmingsgedeelte is uitgerust met vier buizen per kap, verdeeld over de rijen. Het infraroodgedeelte, aangelegd door de Fa. Verbakel (Puripher-branders), omvat 3.480 m<sup>2</sup>.

De goothoogte bedraagt vier meter boven maaiveld. De onderzijde van de branders bevindt zich op 3,2 meter boven maaiveld. De stralen zijn onder de goot gemonteerd op 6,40 meter afstand van elkaar. Elke straal bevat vier branders.

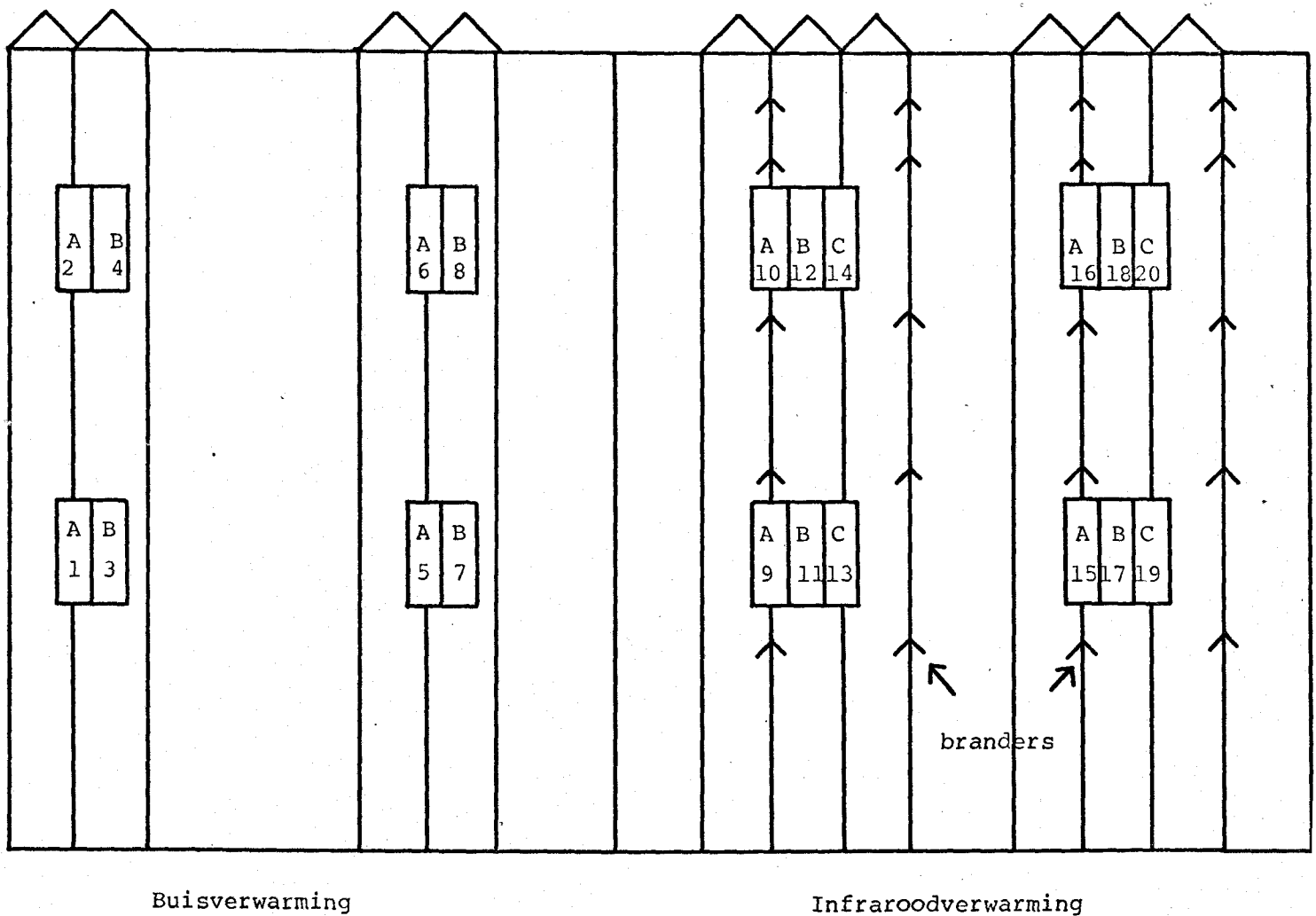


Fig. 1a. Situatieschets van het bedrijf, met daarin getekend de waarnemingsveldjes.

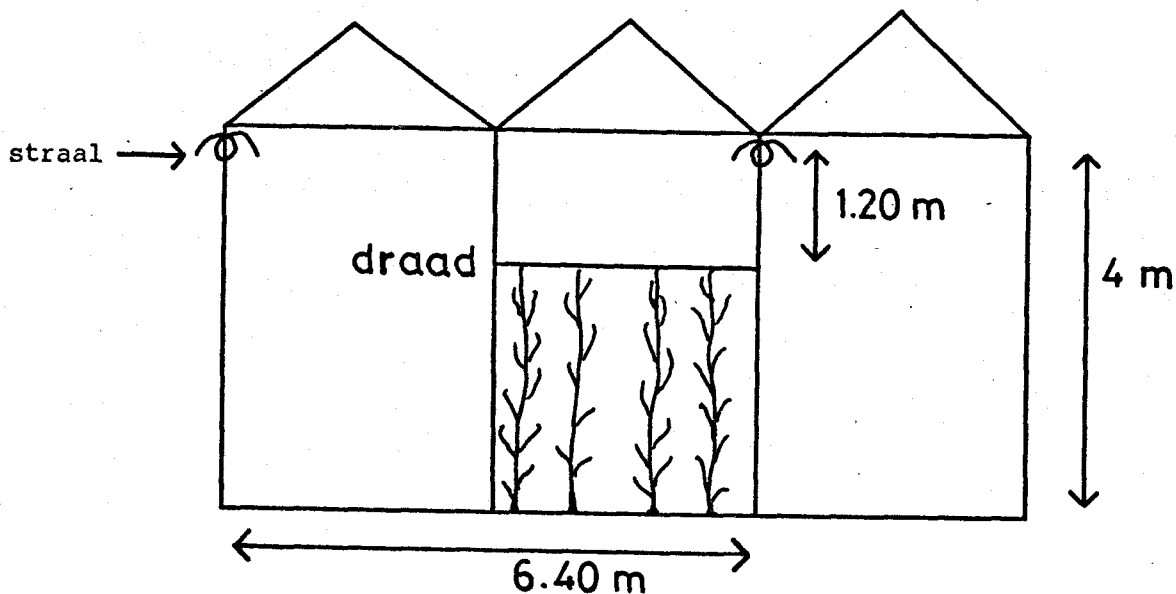


Fig. 1b. Dwarsdoorsnede van de kas, met daarin de positie van de branders en het gewas.

De afstand tussen de kop van het gewas aan de draad en de straal bedraagt ca. 1,2 meter.

Zoals uit figuur 1a blijkt, zijn op 20 veldjes, met elk 14 planten, waarnemingen verricht. Elk veldje is 6,5 m<sup>2</sup> groot.

#### 2.1.2. Teeltgegevens.

Zaaidatum : 24.10.1980.

Plantdatum : 10.12.1980.

Ras : Sonatine.

Zowel bij het buisverwarmings- als het infraroodgedeelte is CO<sub>2</sub> gedoseerd.

Temperatuurinstelling en achtergronden hierbij.

Bij de infraroodverwarming is gestart met hetzelfde temperatuurregime als bij de buisverwarming, namelijk 20°C. dag + 2° lichtverhoging  
16°C. nacht

Dit temperatuurregime is gehandhaafd tot 15 januari. Vanaf deze datum is de nachttemperatuur bij infrarood verlaagd tot 13°C. en de dagtemperatuur tot 18°C. (+ 2°C. lichtverhoging). Dit is gedaan omdat de vegetatieve groei en generatieve ontwikkeling niet naar wens verliepen (lichte kleur gewas, gerekt en een moeilijk verlopende bloei en zetting). Bovendien bleek de grondtemperatuur 1 - 1,5°C. hoger te zijn bij infrarood- dan bij buisverwarming.



Vanaf 20 januari was de reactie van het gewas op de verlaging van de ruimtetemperatuur zichtbaar. De kop van de plant werd weer zwaarder en het gewas herstelde enigszins in vegetatief opzicht; de generatieve ontwikkeling verliep moeizaam en traag. Omdat de buitenomstandigheden vrij zacht waren, bestond de indruk dat het gewas wat meer geactiveerd diende te worden. Vanaf 30 januari is derhalve de dagtemperatuur handbediend een aantal uren per dag op 23°C. ingesteld. De reactie op de vegetatieve groei was vrij sterk : de kop werd donker van kleur, doch de bloei bleef traag verlopen. Daarom is vanaf 9 februari de nachttemperatuur weer verhoogd naar 15°C. Na een gietbeurt bleef het gewas onderin lang nat (lagere temperatuur onderin, zie ook 2.2.5.). Er werd besloten om blad te plukken.

Op 12 maart werden botrytis- en witkoppentellingen verricht, aangezien bij infraroodverwarming in de voorafgaande week nogal wat condensatie op onderste plantendelen en vruchten was waargenomen (zie ook 2.2.5.). Op 18 maart zijn de koppen van de planten de stralen het dichtst genaderd (ca. 60 cm afstand). Er ontstond wat lichte verbrandingsschade aan de bladeren en de bloemen (knopabortie en bloemrui).

Deze problemen kwamen het meest voor direct onder de stralers.

De koppen werden daarom zo kort mogelijk langs de draad gebonden om de minimale afstand van 1 meter te handhaven. Vanaf half april ontstond er bovenin het gewas weer hergroei en de kop werd minder houtig. Om verdere condensatieproblemen te beperken, werd de dag- en nachttemperatuur ingesteld op 19-16°C. Het harde, stugge gewas, wat vooral in de beginperiode (geringere dag-nacht verschillen) van de teelt verwacht werd, is dus pas in de doorteelt gekomen.

Samengevat is de temperatuursinstelling als volgt geweest :

Buisverwarming : continu 20°C. + 2°C. lichtverhoging overdag,  
16°C. 's-nachts.

Infraroodverwarming :

	<u>Dag</u>	<u>Nacht</u>
Van 10-12 tot 15-1	20°C. + 2°C. l.v.	16° C.
15-1 tot 9-2	18°C. + 2°C. l.v.	13° C.
9-2 tot 15-4	18°C. + 2°C. l.v.	14-15° C.
15-4 tot einde	19°C.	16° C.

teelt

### 2.1.3. Plantwaarnemingen.

De volgende waarnemingen werden systematisch verricht :

1. Bloeiwaarnemingen vanaf tros 1 tot en met 7 door middel van het noteren van de datum waarop de vierde bloem van elke tros met de bloei begint (de eerste bloemen aan de eerste tros bleken soms te aborteren). Deze waarnemingen werden 3 keer per week verricht (maandags, woensdags en vrijdag) in alle velden bij beide verwarmingssystemen.

#### 2. Vruchtzetting.

Van elke tros werd het aantal gezette vruchten geteld. De trosgrootte werd daarbij op 8 vruchten/tros gefixeerd.

#### 3. Plantlengte.

Op 2 data werd de plantlengte gemeten, namelijk op 16 januari en op 5 februari. Deze metingen werden eveneens in alle velden verricht.

#### 4. Productie.

Vanaf 23 maart werd 3 keer per week de productie bepaald en het aantal vruchten per veldje geteld. Dit werd niet in alle velden uitgevoerd, omdat hiervoor de tijd ontbrak. In het buisverwarming gedeelte werden 4 velden gewogen en geteld (veld nr. 5 tot en met 8) en in het infrarood gedeelte 6 velden (veld nr. 9 tot en met 14).

### 2.1.4. Algemene waarnemingen.

In de maand mei werd één keer de houdbaarheid van de vrucht vergeleken bij beide systemen. Dit vanwege het feit, dat in het infrarood gedeelte gelijktijdig aan de onderste trossen én aan de draad geogst werd. De kwaliteit van de aan de draad geogste tomaten, bezaten mogelijk een geringere houdbaarheid, vanwege de intensieve stralingswarmte.

De verdere waarnemingen betreffen :

- optreden van ziekten,
- grondtemperatuur,
- gasverbruik,

## 2.2. Resultaten.

### 2.2.1. Bloei- en zettingsgegevens.

Voor de verwerking van de bloei- en zettingsgegevens zijn de vlak bij elkaar gesitueerde velden als herhalingen beschouwd.

Dit betekent dat voor de buisverwarmingssystemen 1 en 3, 2 en 4, 5 en 7, 6 en 8 de 4 herhalingen vormen, terwijl dit voor de infraroodverwarming de velden 9, 11 en 13; 10, 12 en 14; 15, 17 en 19; 16, 18 en 20 herhalingen zijn. De individuele gemiddelden van de herhalingen zijn weergegeven in bijlage 1.

Tabel 1. Gemiddelde bloeidatum (dagen na 1 januari) van tomatenplanten bij twee verwarmingssystemen, gemeten aan tros 1 tot en met 7. Tevens is weergegeven de verschillende posities ten opzichte van het verwarmingssysteem (A = onder de infraroodstraal, B = pad naast de straal, C = middelste pad tussen twee naburige stralen).

Tros no.	Buisverwarming		Gemiddeld	Infraroodverwarming			Gemiddeld
	A	B		A	B	C	
1	11,6	11,0	11,3	13,6	15,4	13,6	14,2
2	19,3	19,1	19,2	24,9	26,9	24,8	25,5
3	29,3	29,3	29,3	37,0	38,6	37,8	37,8
4	38,4	38,3	38,3	43,7	44,3	44,1	44,0
5	45,9	46,2	46,1	50,4	51,5	51,0	50,9
6	54,2	53,6	53,9	57,7	59,3	60,0	59,0
7	61,8	61,2	61,5	64,2	65,6	66,7	65,5

Tabel 2. Aantal gezette vruchten over de twee eerste trossen bij twee verwarmingssystemen met elk vier herhalingen. (A = onder de infraroodstraal, B = pad naast de infraroodstraal, C = middelste pad tussen twee naburige stralen).

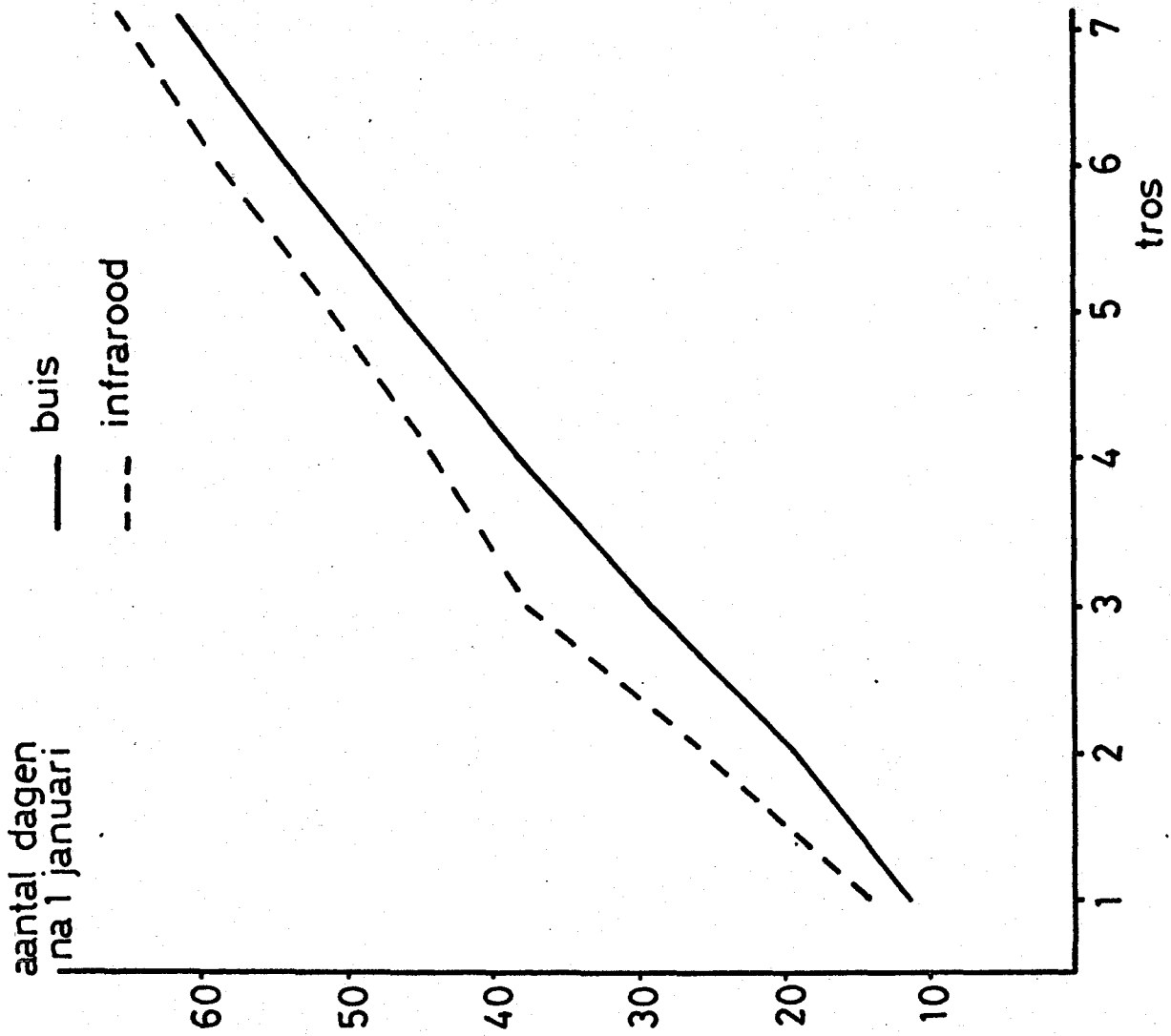
Tros nr.		1				Gemid- deld	2				Gemid- deld
		herhaling					herhaling				
		1	2	3	4		1	2	3	4	
Buis- verwar- ming	A	5,4	4,5	5,7	5,8	5,4	7,4	6,4	7,7	7,3	7,2
	B	5,7	5,7	5,7	5,8	5,7	7,4	6,6	6,8	7,0	7,0
	Gem.	5,6	5,1	5,7	5,8	5,5	7,4	6,5	7,2	7,2	7,1
Infra- rood- verwar- ming	A	6,1	6,6	5,9	5,0	5,9	6,8	7,6	6,3	6,1	6,7
	B	5,1	5,2	5,0	5,8	5,3	6,2	6,2	5,5	6,4	6,1
	C	6,4	6,4	6,1	5,7	6,1	6,6	6,7	6,9	7,1	6,8
	Gem.	5,9	6,1	5,7	5,5	5,8	6,5	6,8	6,2	6,5	6,5

Zoals uit tabel 1 en uit grafiek 1 blijkt, is er een vroegere bloei waarneembaar bij de buisverwarming. Dit verschil bedraagt aanvankelijk enkele dagen en is maximaal bij de derde tros (ca. 8 dagen verschil). Na de derde tros is de bloeisnelheid bij beide verwarmingssystemen weer ongeveer gelijk. Voor alle trossen geldt echter, dat het verschil in bloeidatum wiskundig betrouwbaar is ( $P < 0,01$ ).

Terwijl er bij buisverwarming geen betrouwbare verschillen in bloeidatum tussen de verschillende posities (A en B) kan worden aangetoond, geldt bij infraroodverwarming, dat voor de eerste twee trossen de velden A (onder de straal) het vroegste bloeien, gevolgd door C (pad midden tussen twee stralen) en tenslotte B (direct naast de straal). Dit kan worden verklaard door de wellicht hogere temperatuur onder de straal (positie A) dan naast de straal (positie B). De velden C ontvangen van twee stralen directe straling (overlapping) en hebben wellicht daardoor een hogere temperatuur gehad. Vanaf tros drie is het verschil in bloeidatum tussen B en C echter niet aantoonbaar, hetgeen vooral veroorzaakt wordt door de afwijkende bloeidata van vooral de vierde herhaling (velden 16, 18 en 20). Het verschil in vroegheid van bloei tussen A en (B, C) blijft echter aanwezig, zij het dat het verschil tot tros vijf gering blijft (ca. 1 dag). Ondanks de variatie in bloei tussen de diverse herhalingen (bijlage 1) mag echter geconcludeerd worden, dat de bloei bij infraroodverwarming afhangt van de positie ten opzichte van de straal : onder de straal de vroegste bloei, direct naast de straal de meest late bloei.

In de lengterichting van de kap bestaan ook grote verschillen in bloei, hetgeen bij de paarsgewijze vergelijking van de herhalingen 1 en 2, alsmede 3 en 4 kan worden geconstateerd (bijlage 1).

Grafiek 1. Bloei-verloop bij buisverwarming en infraroodverwarming.



Vooral bij buisverwarming is de bloei achter in de kas (grootste afstand tot looppad) gemiddeld 2 à 3 dagen vroeger. Bij infraroodverwarming bestaat vooral bij de eerste trossen deze tendens ook, doch het verschil is niet betrouwbaar omdat met name herhaling vier afwijkt onder de straal (A). De bloei is bij deze herhaling, die zich op het eind van de straal bevindt, later.

Uit tabel 2 blijkt, dat ook het aantal gezette vruchten bij buisverwarming onafhankelijk is van de positie in de kas. Wanneer beide verwarmingssystemen vergeleken worden blijkt er voor de eerste tros nauwelijks enig verschil te bestaan ( $P = 0,10$ ), terwijl voor de tweede tros een betrouwbaar verschil aantoonbaar is ( $P < 0,01$ ) ten gunste van de buisverwarming (0,6 vrucht per tros meer).

Evenals bij de bloei hebben de velden van de posities A en C het grootste aantal gezette vruchten. De velden B blijven systematisch achter, hoewel herhaling vier ook hier afwijkt.

### 2.2.2. Plantlengtegegevens.

De plantlengtegegevens, verzameld op 16 januari en 5 februari, staan voor de vier herhalingen bij beide verwarmingssystemen vermeld.

Tabel 3. Gemiddelde plantlengte (cm) bij twee verwarmingssystemen op twee data (1 = 16 januari, 2 = 5 februari).

Datum		1				Gemid- deld	2				Gemid- deld
		herhaling					herhaling				
		1	2	3	4		1	2	3	4	
Buis- verwar- ming	A	86,8	88,6	79,3	88,9	85,9	140	144	130	144	140
	B	81,1	92,1	81,4	79,6	83,6	136	152	129	133	138
	Gem.	84,0	90,4	80,4	84,2	84,7	138	148	130	138	139
Infra- rood- verwar- ming	A	91,8	90,0	83,2	76,1	85,3	140	140	127	120	132
	B	87,5	86,4	75,7	78,6	82,0	135	132	118	122	127
	C	88,2	90,4	78,6	81,1	84,6	137	136	120	125	130
	Gem.	89,2	88,9	79,2	78,6	84,0	137	136	122	122	129

Zoals uit tabel 3 blijkt, is er op 16 januari geen aantoonbaar verschil in plantlengte tussen beide verwarmingssystemen. Evenals bij de bloei-gegevens, blijkt ook de plantlengte echter achter in de kas groter te zijn (vergelijking van de herhalingen 2 en 4 ten opzichte van 1 en 3). Bij de infraroodverwarming is genoemde tendens minder duidelijk te zien en zelfs omgekeerd bij de velden A (onder de straal).

Op 5 februari is het verschil tussen beide verwarmingssystemen betrouwbaar ( $P < 0,01$ ) ten gunste van buisverwarming.

Op beide data blijken de velden A (onder de straal) de langste planten te bevatten en de velden B (naast de straal) de kortste. Dit stemt dus volledig overeen met hetgeen bij de bloei werd geconstateerd.

### 2.2.3. Productiegegevens.

In bijlage 2 staan de volledige gegevens van de 20 velden vermeld.

Een samenvatting hiervan levert tabel 4.

Tabel 4. Aantal vruchten/m<sup>2</sup>, kg-opbrengst/m<sup>2</sup> en gemiddeld vruchtgewicht op diverse peildata bij twee verwarmingssystemen (cumulatief berekend).

Peildatum	Buis			Infrarood		
	st.	kg	v.g.	st.	kg	v.g.
t/m 27-3	8,6	0,43	49,8	4,3	0,26	58,1
t/m 3-4	16,9	0,81	47,8	11,1	0,62	56,1
t/m 10-4	27,5	1,30	47,0	25,5	1,33	51,9
t/m 24-4	54,6	2,59	47,4	52,5	2,54	48,4
t/m 1-5	67,8	3,23	47,6	68,8	3,35	48,7
t/m 8-5	93,5	4,52	48,3	96,0	4,75	49,5
t/m 15-5	116,5	5,54	47,6	128,8	6,42	49,9
t/m 22-5	133,2	6,24	46,8	146,5	7,24	49,4
t/m 29-5	152,9	7,18	47,0	160,0	7,87	49,2
t/m 5-6	170,2	8,09	47,5	172,9	8,55	49,4
t/m 12-6	182,9	8,81	48,1	188,8	8,97	49,4
t/m 19-6	190,9	9,27	48,6	189,4	9,41	49,7
t/m 26-6	203,2	10,04	49,4	200,8	10,06	50,1
t/m 29-6	208,5	10,37	49,7	205,0	10,37	50,6

Uit tabel 4 blijkt, dat de produktie bij de infraroodverwarming tot 10 april achterblijft bij de buisverwarming. Dit is dus een gevolg van de latere bloei en de geringere zetting bij dit verwarmingssysteem. Vanaf 8 mei haalt de produktie bij infraroodverwarming echter die van buisverwarming in, hetgeen een gevolg is van het feit, dat vanaf deze datum bij de infraroodverwarming zowel onder aan de plant als bij de draad geoogst kan worden. Dit is een direct gevolg van de hoge straling aan de kop van de plant bij de draad. Na 8 juni verdwijnt deze produktievoorsprong echter weer, hetgeen te verklaren is door de geringe mate van stoken in deze periode. Verder valt op, dat het gemiddeld vruchtgewicht bij het infraroodsysteem over het algemeen hoger is dan bij buisverwarming (in het begin 7-8 gram zwaarder, later 2 gram). Het produktieverloop, alsmede het verloop in gemiddeld vruchtgewicht is weergegeven in de grafieken 2 en 3.

Bij vergelijking van de gegevens uit bijlage 2 blijkt, dat bij buisverwarming de produktie in de velden, die het verst van het pad liggen (achter in de kas), het hoogst ligt (vergelijking buisverwarming vóór ten opzichte van buisverwarming achter).

Bij infraroodverwarming blijkt er evenals bij de bloei- en zetting een sterk verloop te bestaan, naarmate de afstand tot de straal toeneemt. De velden B (zie bijlage 2) hebben de laagste produktie. In de lengterichting van de kap bestaat een tegengestelde tendens aan die bij buisverwarming : aanvankelijk is de produktie achter in de kas lager dan voorin, doch later wordt dit verschil weer genivelleerd. Deze tegengestelde tendens kan mogelijk verklaard worden uit het feit, dat bij infraroodverwarming het verloop in temperatuur van vóór naar achteren dermate groot is (lagere stralingswarmte), dat een eventueel standplaatseffect zoals bij buisverwarming, volledig gecompenseerd wordt.

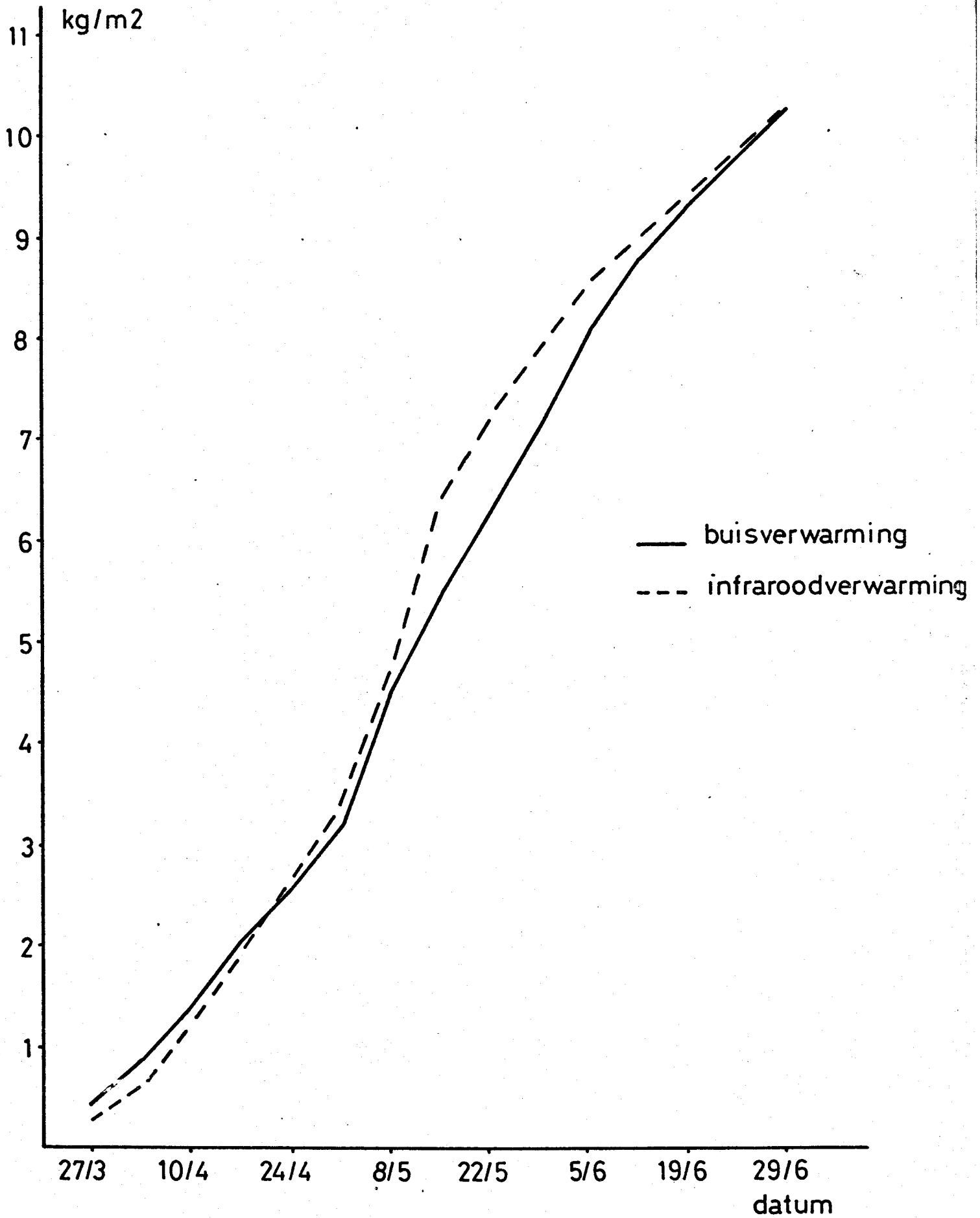
#### 2.2.4. Aanvullende gegevens.

##### Optreden van ziekten/afwijkingen.

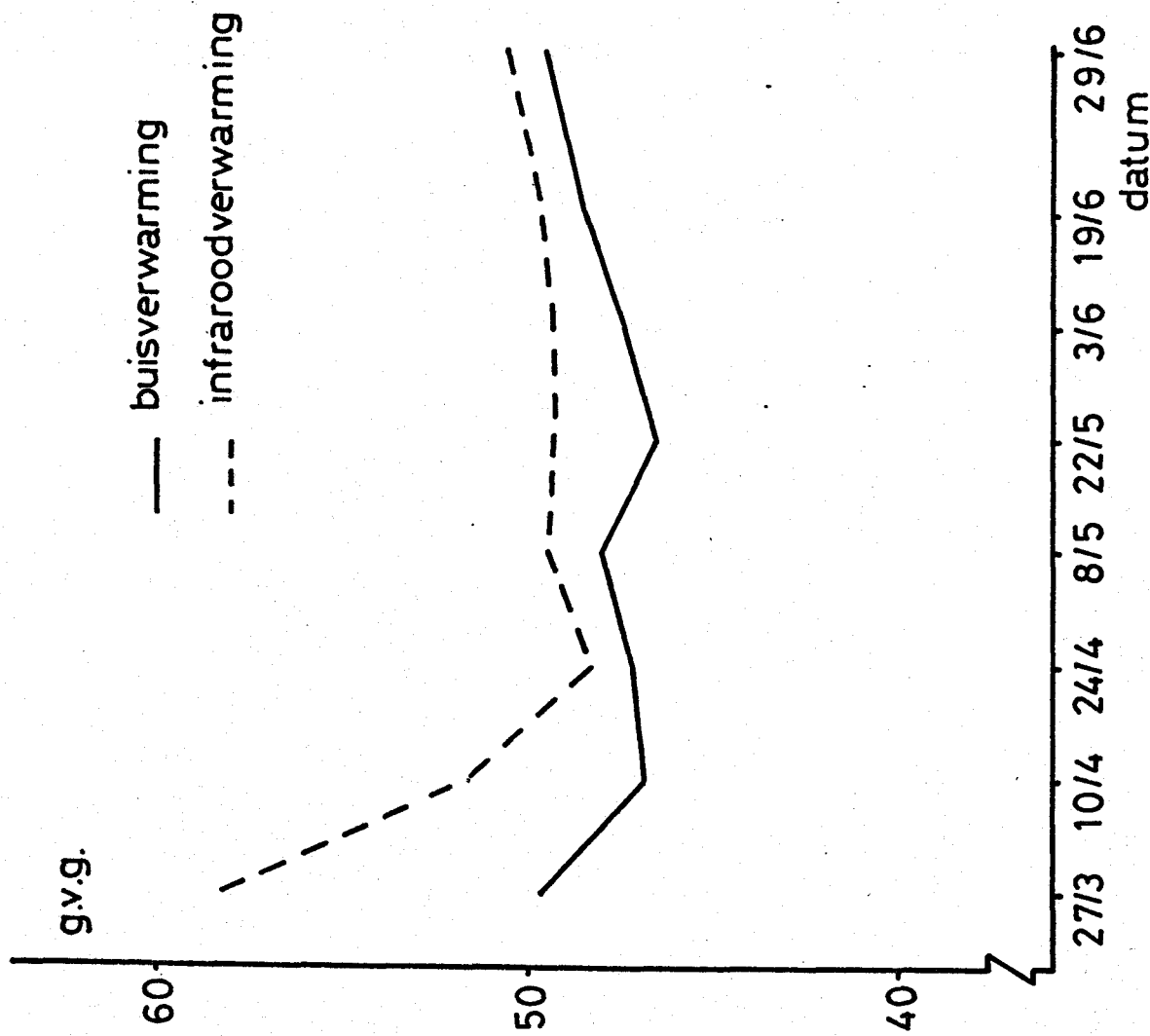
Op 3 april werd een zodanig niveau van botrytis onder het infraroodgedeelte geconstateerd, dat besloten werd zowel op het blad als op de stengel tellingen te verrichten voor wat betreft het aantal zieke plekken. In tabel 5 zijn de resultaten weergegeven.



Grafiek 2. Produktieverloop (kg/m<sup>2</sup>) bij 2 verwarmingssystemen.



Grafiek 3. Cumulatief verloop in gemiddeld vruchtgewicht.



Tabel 5. Aantal botrytisplekken op 3 april.

Verwarmingssysteem		Blad	Stengel
Infrarood- verwarming	A	28	21
	B	29	15
	C	76	13
Totaal		133	49
Buis- verwarming	A	1	0
	B	0	1
Totaal		1	1

Uit tabel 5 blijkt, dat vooral onder infrarood nogal wat botrytis is opgetreden. Hierbij is de invloed van de standplaats ten opzichte van de straal niet duidelijk aantoonbaar. De lagere temperatuur onder in het gewas heeft vanaf eind maart nogal eens aanleiding tot condensatie gegeven. Het optreden van botrytis lijkt hiermee in overeenstemming. Behalve botrytis zijn ook enkele witkoppen opgetreden (tabel 6).

Tabel 6. Aantal witkoppen op 22 april.

	Volledig	Gedeeltelijk	Totaal
Infrarood	9	11	20
Buis	6	6	12

Evenals bij Botrytis lijkt onder infraroodverwarming meer witkoppen op te treden. De temperatuurschommelingen in het begin van de teelt zouden mogelijk hierbij een rol kunnen spelen.

Houdbaarheid van onder infrarood gegroeide tomaten.

Eind april begonnen de vruchten aan de draad (tros 8 en 9) te kleuren, terwijl men tegelijkertijd aan tros 6 aan het oogsten was (bij infrarood- en buisverwarming).

De indruk bestond dat deze tomaten noodrijp geworden waren en derhalve is de houdbaarheid hiervan nader onderzocht. Op 4 mei werden op twee plaatsen in de kas zowel van de tros bij de draad als van tros 6 ieder 30 vruchten geoogst!

De tomaten waren qua kleur en sortering ongeveer gelijk ( $\pm$  stadium, sortering A). Deze tomaten werden bewaard bij 20°C. en R.V. 80 %. Dagelijks werden de vruchten beoordeeld en de dag waarop stadium 6 en 8 (resp. 100 % oranje en begin zacht worden) bereikt werd, werd genoteerd. Op deze wijze werd het uitstalleven en het totaalleven bepaald (zie tabel).

Tabel 7. Uitstalleven en totaalleven van onder infrarood geteelde tomaten.

Object	Uitstalleven	Totaalleven
Veld 1, aan draad	12,5 )	14,9
Veld 2, aan draad	12,2 ) 12,4	14,2
Veld 1, tros 6	13,3 )	15,3
Veld 2, tros 6	12,8 ) 13,0	14,9

Uit tabel 7 blijkt, dat er geen betrouwbare verschillen bestaan in houdbaarheid tussen aan de draad geoogste tomaten en 'normaal' geoogste tomaten. Ook de periode van 15 dagen totaalleven bij infrarood geeft geen aanleiding te veronderstellen dat de houdbaarheid sterk afwijkt van die van tomaten, bij buisverwarming geteeld.

#### Grondtemperatuur.

Op enkele dagen in januari en februari is de grondtemperatuur gemeten (25 cm diepte) met behulp van grondthermometers. Bij infraroodverwarming is op twee plaatsen gemeten, namelijk onder de straal en midden tussen twee opeenvolgende stralen, dat wil zeggen onder de goot.

Tabel 8. Grondtemperatuur bij buis- en infraroodverwarming op verschillende dagen in januari en februari : 16<sup>+</sup> betekent 16,1 of 16,2; 16<sup>-</sup> betekent 15,8 of 15,9.

Datum	Tijdstip	Buisverwarming	Infraroodstraal	Infraroodgoot
24-1	14.00 uur 16.00	15,5 <sup>o</sup> 15,5 <sup>o</sup>	15,0 <sup>o</sup> 15 <sup>-</sup> o	15 <sup>-</sup> o
25-1	18.00	16,0 <sup>o</sup>	15,5 <sup>o</sup>	15,0 <sup>o</sup>
26-1	8.00 13.00	16,0 <sup>o</sup> 16,5 <sup>o</sup>	15 <sup>-</sup> o 15 <sup>+</sup> o	14,0 <sup>o</sup> 15 <sup>-</sup> o
27-1	9.00 12.00 16.00	16,0 <sup>o</sup> 16 <sup>+</sup> o 16,5 <sup>o</sup>	15 <sup>-</sup> o 15 o 15,5 <sup>o</sup>	15 <sup>-</sup> o 15 <sup>-</sup> o 15 o
28-1	9.00	16,0 <sup>o</sup>	14,0 <sup>o</sup>	14,5 <sup>o</sup>
29-1	8.30	16,0 <sup>o</sup>	14,5 <sup>o</sup>	14,5 <sup>o</sup>
30-1	11.00	16,0 <sup>o</sup>	15,0 <sup>o</sup>	14,5 <sup>o</sup>
1-2	10.00 14.00 18.00	15,5 <sup>o</sup> 16 <sup>-</sup> o 16,0 <sup>o</sup>	14 <sup>+</sup> o 16 o 16 <sup>+</sup> o	14,5 <sup>o</sup> 15,0 <sup>o</sup> 15 <sup>+</sup> o
2-2	8.00	15,0 <sup>o</sup>	14,0 <sup>o</sup>	14,0 <sup>o</sup>
3-2	9.00 17.00	16,0 <sup>o</sup> 16,5 <sup>o</sup>	15 <sup>-</sup> o 15,5 <sup>o</sup>	14,0 <sup>o</sup> 15,0 <sup>o</sup>
4-2	9.00	16,0 <sup>o</sup>	15,0 <sup>o</sup>	15 <sup>-</sup> o
13-2	17.00	18,0 <sup>o</sup>	17,0 <sup>o</sup>	16,5 <sup>o</sup>
2-3	13.00	18,0 <sup>o</sup>	16,0 <sup>o</sup>	15,5 <sup>o</sup>

Uit tabel 8 blijkt, dat er grote verschillen in grondtemperatuur voorkomen tussen buis- en infraroodverwarming. Met name bij vergelijking van de eerste en de derde kolom (infrarood-goot) blijkt het verschil in temperatuur vooral in de morgenuren aanzienlijk te zijn (1-2,5°C.). Dit betekent dat wanneer het gewas een grotere lengte bereikt, de opwarming van de grond trager is dan bij buisverwarming. Ook tussen de twee standplaatsen ten opzichte van de straal bestaan verschillen : onder de straal is de opwarming van de grond groter dan ernaast.

### Gasverbruik.

Op diverse dagen in de periode van 15 januari tot en met 24 juni is het gasverbruik genoteerd. Een overzicht hiervan staat in bijlage 3. In genoemde periode is in totaal 24,2 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> gas verbruikt bij infraroodverwarming en 30,5 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> bij buisverwarming.

In procenten uitgedrukt betekent dit, dat met infraroodverwarming een energiebesparing op zou leveren van  $\frac{30,5}{24,2} \times 100 \% = 20,8 \%$ .

Hierbij moet aangetekend worden dat de vergelijking van het energieverbruik eigenlijk niet helemaal eerlijk is, omdat

- a) bij de berekening van het energieverbruik ook een ouder kasgedeelte is betrokken,
- b) er een verschillend temperatuurregime is gevoerd,
- c) er geen scheidingswand bestaat tussen beide objecten.

### Het temperatuurverloop bij infraroodverwarming.

In bijlage 4 is het verloop in kastemperatuur (alsmede dat van de relatieve luchtvochtigheid) weergegeven voor de week van 18 tot en met 25 januari. In deze week is namelijk de schakeling van de infraroodverwarming veranderd. Vóór 23 januari brandde de infraroodverwarming 6-8 minuten per keer. Aangezien pas na 6 minuten enig effect op de kaslucht waarneembaar wordt - de bestraalde plantedelen gaan dan warmte afgeven aan de kaslucht - is gekozen voor een langere brandperiode, namelijk 10-12 minuten per keer. De aan- en uit- regeling van de infraroodinstallatie geeft na 23 januari een aanzienlijk strakkere stooklijn te zien, met andere woorden er treden dan minder temperatuurschokken op.

### 2.3. Discussie.

Uit metingen verricht door het I.M.A.G. (rapport nr. PR-786-002), blijkt dat de temperatuursgradiënt van het gewas groot is naarmate de (horizontale) afstand tot de straal toeneemt. Ook bestaat er een (verticaal) temperatuurverschil tussen aangestraalde en niet-aangestraalde delen. Voor de teelt hebben deze gradiënten tot gevolg gehad, dat :

- 1) er een verlating van de produktie optreedt, vooral naarmate de afstand tot de straal toeneemt,
- 2) een zichtbare reactie van het gewas op het langdurig branden van de stralers bij een lage buitentemperatuur optreedt (beginfase van de teelt),
- 3) het gewas tijdelijk te lang nat blijft onderin,
- 4) er tijdelijke condensatieproblemen, met als gevolg bladbotrytis en botrytisstip, op de vruchten optraden.

In de praktijk is men tot de conclusie gekomen dat bij koud weer de ruimtetemperatuur-instelling mogelijk lager moet zijn dan bij een hogere ruimtetemperatuur. Immers bij koud weer zal de infrarood-installatie zeer vaak branden (vooral 's nachts) waardoor er een hoge 'gewastemperatuur' zal ontstaan, met alle gevolgen van dien voor de bloei en zetting. Bij hoge buitentemperaturen zal de infrarood-installatie relatief te weinig branden en het gewas onvoldoende geactiveerd worden.

Opvallend is verder de hogere grondtemperatuur bij infraroodverwarming. Dit heeft mogelijk in de beginfase nadelig gewerkt in combinatie met de hoge 'gewastemperatuur'.

Samenvattend kan geconcludeerd worden dat ondanks enkele problemen in de teelt (bloei, zetting, ziekteproblemen) er toch een redelijk goede produktie is gehaald. Dat het verschil tussen infraroodverwarming en buisverwarming aanvankelijk in het nadeel van infraroodverwarming is, vindt zijn oorzaak in het feit, dat door de lagere temperatuur in het gewas de vruchten een langere uitgroeiduur hebben (immers de bloei was slechts 1 à 2 dagen later in de beginfase). Met name die planten die ver van de straal verwijderd staan, komen trager in produktie.

Over de eventuele energiebesparing met infraroodverwarming ten opzichte van buisverwarming is weinig met zekerheid te zeggen, aangezien bij het gasverbruik van de buizenafdeling ook die van een oudere kas begrepen was. Vergelijking levert hier dus wat problemen op.

3. Bedrijf 2 : Fa. Zwinkels te Kwintsheul (vleestomaat).

3.1. Proefopzet.

3.1.1. Situatieschets van het bedrijf en de proefvelden.

Dit bedrijf omvat een oppervlakte van 10.000 m<sup>2</sup>, welke geheel is uitgerust met infraroodverwarming. Het betreft hier een volledig nieuw bedrijf, waarvan de verwarming is aangelegd door de Fa. Verbakel.

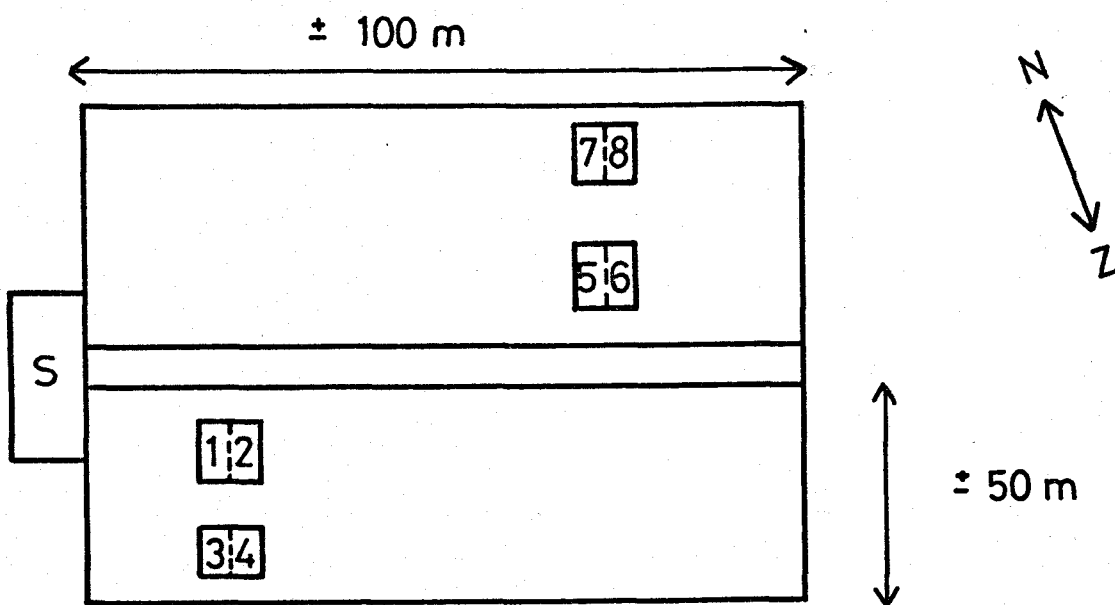


Fig. 2a. Situatieschets van het bedrijf met daarin getekend de waarnemingsveldjes.

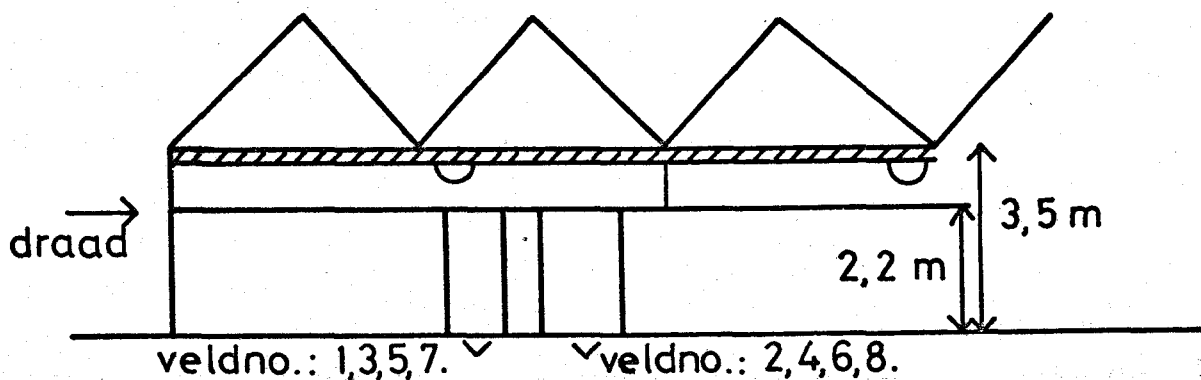


Fig. 2b. Dwarsdoorsnede van de kas, met daarin de positie van de branders en de velden.



Zoals uit figuur 2a blijkt, is het bedrijf ongeveer 100 bij 100 meter. Dit betekent dat de kappen elk ongeveer 50 meter lang zijn. In elke kaplengte zijn 4 branders opgesteld. De afstand tussen de stralers in de breedterichting bedraagt 6,40 meter.

Drie maal vier van deze achter elkaar opgestelde branders zijn verbonden met één vacuümpomp. De afstand tussen de draad en de straler bedraagt ca. 1,10 meter.

### 3.1.2. Instelling van de kasttemperatuur.

Op 25 november is uitgezaaid (ras Dombito).

Uitgeplant werd op 3 februari 1981, waardoor een nogal oude, geremde, grote plant gebruikt werd. De plantafstand bedroeg 60 cm (op de rij).

Tijdens de hele teeltperiode is geen CO<sub>2</sub> gedoseerd (praktisch niet uitvoerbaar).

Tabel 9. Temperatuurinstelling overdag en 's nachts in verschillende teeltfasen.

Periode	Dag	Nacht
3-25 februari	17°C.	13°C.
25 februari-10 maart	21°C.	15°C.
10 maart-20 maart	25°C.	15°C.
20 maart-1 mei	20°C.	13°C.
1 mei	20°C.	vanaf 23 uur 15°C.

### 3.1.3. Plantwaarnemingen.

De volgende waarnemingen werden systematisch verricht :

1. Bloeiwaarnemingen vanaf tros 2 tot en met 9, door middel van het noteren van de datum waarop de 2e bloem van elke tros begint te bloeien (de 1e bloem is vaak geaborteerd). Deze waarnemingen werden 3x per week verricht. (maandag, woensdag en vrijdag) bij de velden 1,2 en 5,6. Elk veld bestond uit 2 rijen van 6 planten (dus 12 planten/veld).

2. Vruchtzetting. Van elke tros werd de datum genoteerd, waarop de 2e bloem gezet was (gemiddeld 1 x per 18 dagen). De trosgrootte werd op 4 bloemen gefixeerd.
3. Plantlengte. Op 15 april werden van de velden 1 tot en met 8 van iedere plant de lengtes gemeten, teneinde een indruk over de temperatuurverdeling in de breedte- en lengterichting van de kappen te krijgen.
4. Productie. Hoewel het aanvankelijk in de bedoeling lag om de produktie nauwkeurig per veldje te gaan waarnemen, is hier toch in tweede instantie van afgezien.  
Hiervoor zijn twee redenen aan te voeren. In de eerste plaats bleek uit het onderzoek bij Van Zeyl (bedrijf 1), dat de waargenomen vroegheidsverschillen qua produktie volledig overeenstemden met de eerder verrichte bloei- en zettingswaarnemingen. Aangezien hier een directe vergelijking infrarood-buisverwarming ontbrak, was een uitgebreide produktiebepaling minder zinvol. Bovendien ontbrak het aan voldoende tijd om deze waarnemingen consequent uit te voeren.

#### 3.1.4. Algemene waarnemingen.

Behalve de onder 2.2.3. genoemde waarnemingen zijn nog enkele aanvullende waarnemingen verricht. Deze betreffen :

- gasverbruik,
- oriënterende temperatuurmetingen onder en boven in het gewas,
- optreden van ziekten,
- gewasontwikkeling in het algemeen.

Genoemde waarnemingen zijn, behalve die van het gasverbruik, slechts incidenteel verricht, teneinde enerzijds de resultaten van de plantwaarnemingen te kunnen verklaren en anderzijds een aanvulling te geven op deze waarnemingen.

### 3.2. Resultaten.

#### 3.2.1. Bloei- en zettingsgegevens.

De eerste tros bleek in het algemeen slecht tot bloei te komen en is derhalve niet waargenomen. In onderstaande tabel zijn voor tros 2 tot en met 9 voor de 4 waargenomen velden de gemiddelde bloeidata, alsmede de gemiddelde datum waarop de 2e bloem van elke tros gezet is, weergegeven.

Tabel 10. Gemiddelde bloeidata (dag 0 = 1 februari) en datum waarop de 2e bloem gezet is van 4 waarnemingsvelden (zie 2.2.1 en 2.3.3.). Elk getal is een gemiddelde van 12 planten.

Veldnummer	1		2		5		6	
Tros	Bloei	Zetting	Bloei	Zetting	Bloei	Zetting	Bloei	Zetting
1	-	-	-	-	-	-	-	-
2	9,2	3,9	8,2	3,8	8,2	4,1	10,8	6,3
3	15,2	10,8	15,8	11,1	15,1	10,8	18,8	13,7
4	22,0	17,0	22,9	17,7	23,9	18,9	27,3	21,6
5	29,9	25,1	31,7	27,0	33,4	27,2	37,0	30,7
6	38,5	33,1	41,4	35,4	42,2	36,0	45,5	40,9
7	46,0	41,2	49,8	43,9	50,8	44,1	54,5	49,5
8	53,6	49,3	57,1	51,9	56,9	51,8	61,3	56,5
9	60,0	55,6	60,8	56,4	60,5	56,0	-	-

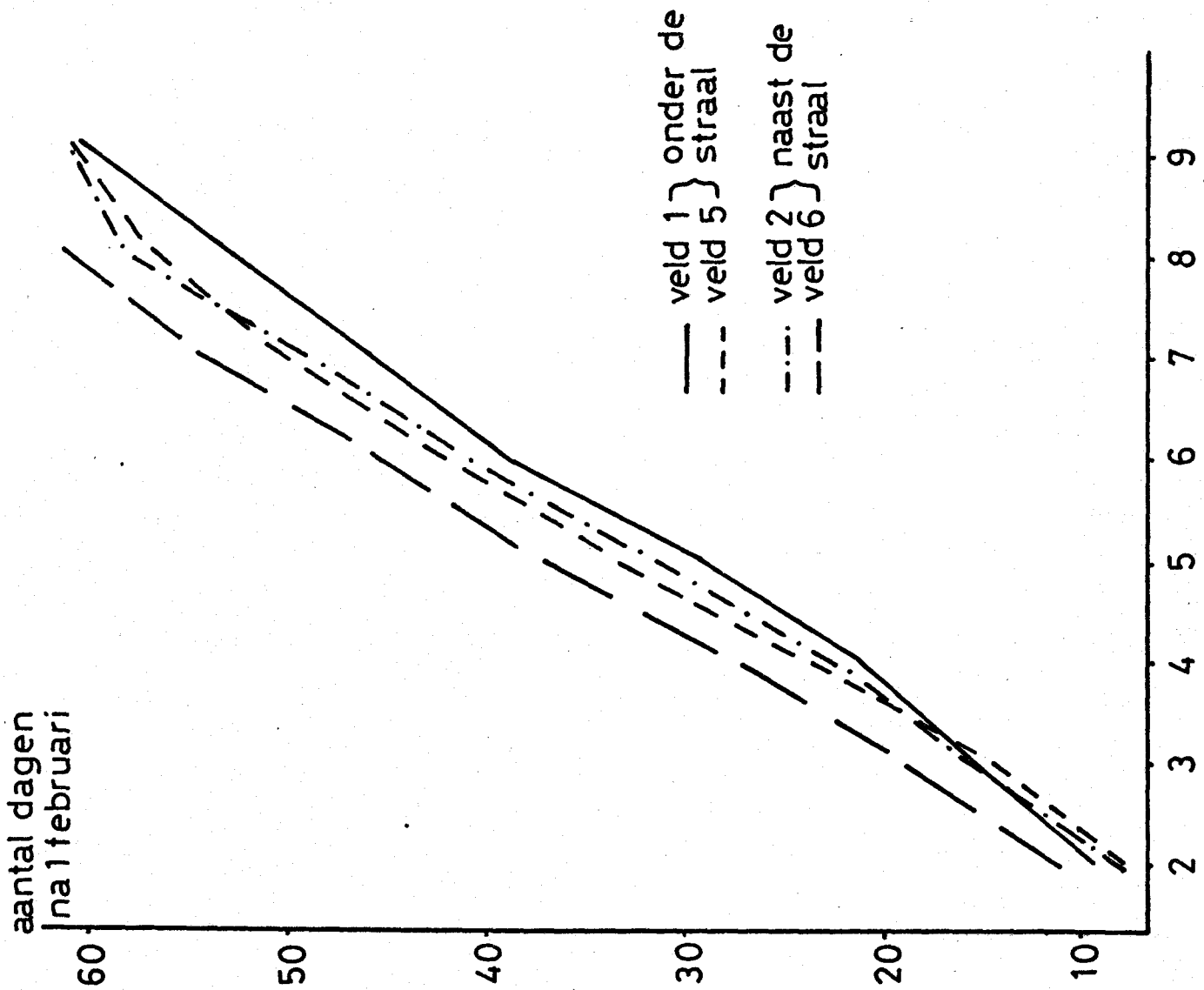
In grafiek 4 is het verloop van de bloeidatum voor de 4 velden weergegeven.

Bij de wiskundige verwerking is van drie trossen nagegaan of er betrouwbare verschillen in bloeidatum aantoonbaar waren.

Dit waren tros 3, 5 en 8.

Zoals ook uit grafiek 4 kan worden geconstateerd, blijkt dat de planten in veld 6 (naast de straal) van alle trossen later bloeiden ( $P < 0,01$ ). Tussen de andere velden bestaan in het begin van de teelt (tot en met tros 3) geen betrouwbare verschillen in bloeidatum. Vanaf tros 5 bestaat er een betrouwbaar verschil ( $P = 0,03$ ) ten gunste van veld 1, dat wil zeggen het veld direct onder de straal heeft een vroegere bloei dan de

Grafiek 4. Verloop van de bloei bij 4 velden onder infraroodverwarming.



Genoemde verschillen bestaan er eveneens ten aanzien van de zetting. Veld 1 heeft de vroegste en veld 6 de meest late zetting (van de 2e bloem).

Van de 4 velden is eveneens nagegaan of er een verschil in bloeiduur bestaat van de 2e bloem van elke tros. Er blijkt geen betrouwbaar verschil tussen de vakken te bestaan, hetgeen gezien de eensluidende verschillen in bloei en zetting te verklaren is.

### 3.2.2. Plantlengtegegevens.

De op 15 april uitgevoerde lengtemeting leverde de volgende resultaten op (tabel 11).

Tabel 11. Gemiddelde en mediane lengte van de planten in de velden 1 tot en met 8 (elk veld bevat 12 planten). De oneven genummerde velden liggen onder de infraroodstraal, terwijl veld 3,4 en 7,8 achterin de kas liggen.

Veldno.	Gemiddeld	Mediaan
1	193,7	191,5
2	185,2	188,0
3	176,2	175,5
4	168,0	168,0
5	179,2	179,0
6	175,2	177,0
7	169,9	171,5
8	161,8	162,5

Na wiskundige verwerking van deze cijfers blijkt, dat er tussen de velden grote betrouwbare verschillen bestaan ( $P < 0,01$ ). De planten die het verst van de straal verwijderd staan (even genummerde velden) zijn kleiner, dan de planten onder straal (gemiddeld ca. 8 cm korter). Een betrouwbaar verschil in plantlengte bestaat er ook tussen de planten vóórin (velden

1, 2, 5 en 6) en achterin de kas (velden 3, 4, 7 en 8).

Achterin de kas zijn de planten duidelijk korter dan voorin, ongeacht de positie ten opzichte van de straal (geen interactie).

Er bestaat dus een sterk verloop in temperatuur van voor naar achteren in de kas.

Tussen de voorste en achterste helft van de kas bestaat eveneens een vrij groot verschil in plantlengte, ten gunste van de voorste helft.

Een oorzaak van dit verloop heeft men niet kunnen vinden. Mogelijk speelt de ligging van de kas ten opzichte van de koude, noordoosten wind een rol evenals de beschuttende werking van de schuur.

### 3.2.3. Productiegegevens.

Zoals reeds eerder gesteld, zijn geen produktiewaarnemingen verricht.

Er wordt derhalve hier slechts volstaan met het geven van enkele cijfers over het gemiddeld produktieverloop van het hele bedrijf.

Eind april werd begonnen met de oogst.

Op 8 mei bedroeg de produktie 0,8 kg/m<sup>2</sup>,

20 mei 3,0 kg/m<sup>2</sup>,

19 juni 10,5 kg/m<sup>2</sup>,

1 juli 12,2 kg/m<sup>2</sup>.

Hoewel een vergelijking met andere bedrijven met dezelfde plantdatum om diverse redenen zeer moeilijk te maken is, kan toch worden gesteld dat deze produktie als goed tot hoog mag worden betiteld.

### 3.2.4. Aanvullende gegevens.

#### Gewasontwikkeling in het algemeen.

In het begin van de teelt verliep de gewasontwikkeling naar wens. In de eerste, donkere weken van maart dreigde het gewas echter te zwaar te worden. Door vooral 's nachts de infraroodverwarming wat langer te laten branden (nachttemperatuur naar 15<sup>o</sup>C. verhoogd), werd weer een meer evenwichtige groei verkregen. De gewasontwikkeling is in de tweede helft van maart en de daarop volgende maanden zeer regelmatig en naar wens verlopen. Ook ten aanzien van de zetting zijn er eigenlijk opvallend weinig problemen geweest, ondanks het donkere weer in maart.

### Het optreden van ziekten.

Eind april trad er wat Cladosporium-aantasting op. Dit komt in het algemeen bij buisverwarming zo vroeg in het voorjaar zeer sporadisch voor. De uitbreiding van deze meeldauwschimmel is echter binnen de perken gebleven. Behalve meeldauw trad hier en daar ook wat bacterieverwelkingsziekte op. Voornamelijk op de koudste plaatsen in de kas (achterin tegen de gevel) kwam dit in beperkte mate voor.

### Oriënterende temperatuurmetingen.

Op drie verschillende manieren werd ongelijkheid in het gewas geconstateerd, namelijk :

1. van het begin naar het eind van de stralen toe (zie ook gegevens),
2. van direct onder de straal naar verder gelegen plaatsen van de stralen af (zie ook gegevens),
3. van vóór naar achteren in de kas.

Om de verschillen in plantontwikkeling te nivelleren, zijn circa half maart door de Fa. Verbakel veranderingen aan het systeem aangebracht, vooral om het verschil in temperatuur van de stralen vóór en achter in de kas weg te werken.

Op 10 april zijn bovendien ventilatoren opgehangen om een betere verticale temperatuuropbouw te verkrijgen. Onder in het gewas bleek de temperatuur steeds 1-3°C. lager te liggen dan in de kop van het gewas (zie bijlage 4 en 5). Dit heeft echter slechts incidenteel tot condensatie op de vruchten geleid. In hoeverre ook de vroegheid hierdoor ongunstig is beïnvloed, valt moeilijk te zeggen, aangezien in de beginfase ook erg rustig in de nacht gestookt is (13°C.).

### Gasverbruik.

Het gasverbruik van de Fa. Zwinkels is vanaf week 6 (1 februari) bijgehouden. Iedere week is het gasverbruik genoteerd. In onderstaande tabel is het gasverbruik tot en met week 18 (tot en met 1 juni) vermeld.

Tabel 12. Gasverbruik bij infrarood in week 6 tot en met 18 (in m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>).

Week nr.	Gasverbruik	Week nr.	Gasverbruik
6	1,68	13	1,10
7	1,57	14	0,50
8	1,74	15	1,00
9	1,95	16	0,80
10	1,65	17	2,80
11	1,38	18	
12	1,38		

Totaal week 6 tot en met 18 : 17,5 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.

Aangezien op dit bedrijf helemaal geen buisverwarming voorkomt, is enige vergelijking niet mogelijk.

Voor de volledigheid is het gasverbruik echter in dit verslag toch opgenomen.

### 3.3. Discussie.

De resultaten van de plantwaarnemingen geven aan, dat er evenals bij het vorige bedrijf een aanzienlijke mate van ongelijkheid in het gewas ontstaat bij infraroodverwarming. Dit als gevolg van :

- 1) de afstand tot de straal in horizontale richting (minder directe stralingswarmte bij grote afstand),
- 2) van het begin naar het eind van de stralers toe (lagere stralingsbuis-temperatuur aan het eind van de straal).

Bij dit bedrijf was er bovendien een sterk verloop in temperatuur van voor naar achteren in de kas, hetgeen duidelijk uit de lengtemetingen bleek. Hoewel geen produktiegegevens zijn bijgehouden van de afzonderlijke velden bestond ook op dit bedrijf de indruk dat de vruchten aan de onderste trossen traag afrijpten (lange uitgroei duur).

Opvallend is dat er eigenlijk weinig problemen in de teelt zijn voorgekomen. Zowel de bloei, zetting als ook de gewasgroei verliepen naar wens. Mogelijk heeft hierbij de latere plantdatum (geringer gebruik van de infraroodverwarming) alsook de wat lagere buitentemperatuur in de beginfase een rol gespeeld.



Ook de produktie mag als hoog worden aangemerkt, ondanks het feit dat geen CO<sub>2</sub> is gedoseerd.

Vergelijking van het gasverbruik, tenslotte, is moeilijk, aangezien een goede vergelijking ter plaatse ontbreekt. Wanneer echter wordt aangemerkt, dat het hier om een nieuw bedrijf gaat met dubbel glas in de gevels en een rookgascondensor, kan niet worden gesproken van een uitzonderlijk laag energieverbruik.

4. Bedrijf 3 : W. Grootscholten te Naaldwijk (paprika).

4.1. Proefopzet.

4.1.1. Situatieschets van het bedrijf en de proefvelden.

Dit bedrijf telt in totaal 9.600 m<sup>2</sup> glas, waarvan 8.100 m<sup>2</sup> een energiescherm bezit (4.100 m<sup>2</sup> dubbel scherm en 4.000 m<sup>2</sup> enkel scherm). Een door een gevel gescheiden kasgedeelte van 1.500 m<sup>2</sup> is voorzien van infraroodverwarming. Van dit verwarmingssysteem zijn 3 verschillende fabrikaten opgenomen (Puripher, Nor-Ray-Vac en Saarloos Gasrad), die zich naast elkaar bevinden in dezelfde ruimte.

De goothoogte bedraagt 3 meter en de onderzijde van de stralen bevinden zich eveneens op goothoogte. Er bevinden zich 4 branders per kaplengte van 45 meter. Evenals bij de andere bedrijven liggen de stralen 6,40 meter uit elkaar.

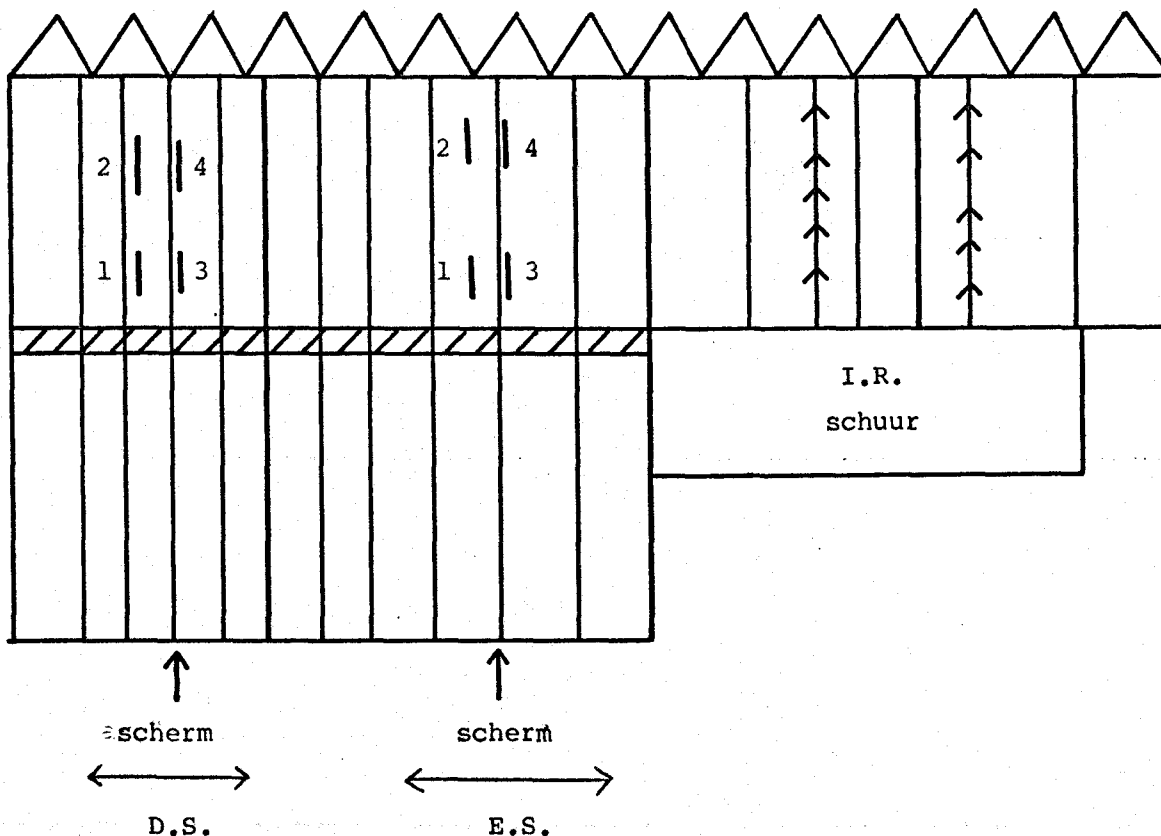


Fig. 3a. Situatieschets van het bedrijf met daarin D.S. (dubbel scherm), E.S. (enkel scherm) en infraroodverwarming. In de geschermdede afdelingen zijn de proefvelden aangegeven.

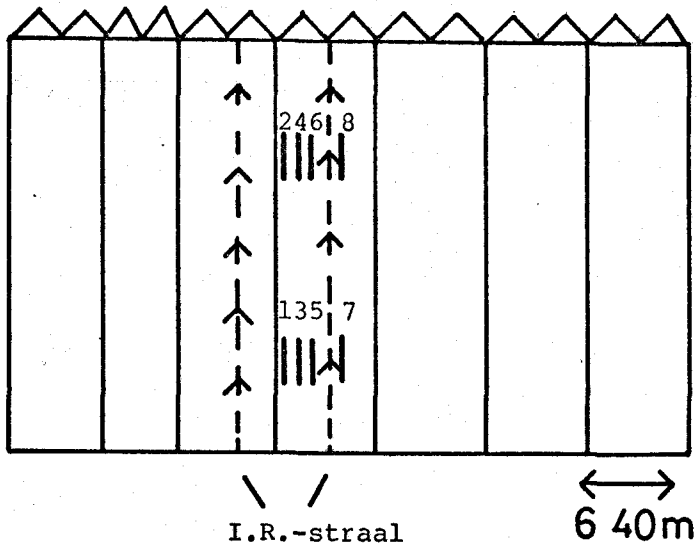


Fig. 3b. Situatieschets van het infraroodgedeelte met de 8 velden (elk veld één rij).

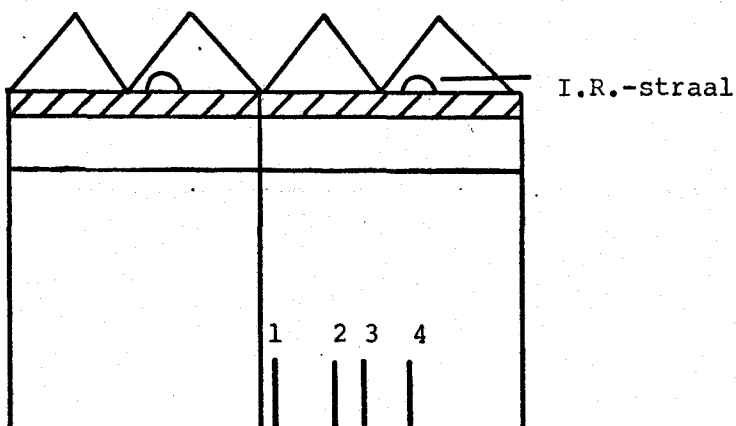


Fig. 3c. Verticale doorsnede van het infraroodgedeelte met daarin de positie van de 4 waarnemingsrijen.

Per straallengte van 45 meter bevinden zich 4 branders.

Elk waarnemingsveldje bevat 10 planten in één rij.

#### 4.1.2. Teeltgegevens.

Op 2 december werden zaden van het ras Bruinsma Wonder uitgezaaid en al op 15 januari uitgeplant. Er werd dus gebruik gemaakt van een zeer jonge plant; op 23 januari bedroeg het gemiddeld plantgewicht 1,3 gram en de lengte ca. 4 cm (hart- zaadlobben). Het gemiddeld drooggewicht bedroeg toen 0,078 gram.

Bij beide schermafdelingen is gedurende 3 weken na het planten zowel overdag als 's nachts geschermd.

Daarna is overdag het scherm enkele uren geopend tot ongeveer begin maart.

Na deze periode is vanaf één uur voor zonsopkomst tot één uur voor zons- ondergang geschermd (dus alleen 's nachts). Op donkere dagen werd een minimum buis van 40°C. ingesteld en de grondtemperatuur bedroeg 22°C.

Ongeveer 6 weken na het planten is de nachttemperatuur in beide scherm- afdelingen verlaagd van 20°C naar 15-16°C. Ongeveer 2 weken daarna is dit bij de infraroodafdeling gebeurd.

Bij de infraroodverwarming werd de grondverwarming aanvankelijk niet gebruikt.

De ruimtetemperatuur werd op maximaal 24°C. ingesteld en 's nachts op 20°C.

Deze ruimtetemperatuur kon in een aantal nachten niet gehaald worden : in sommige nachten werd een minimumtemperatuur van 15-16°C. bereikt.

Gemiddeld bedroeg de nachttemperatuur 18°C. Ook de grondtemperatuur bleef in de beginfase ver achter : een grondtemperatuur van 14-15°C. is gemeten

(20 cm diepte). Op 9 maart is de grondverwarming aangezet op een niveau van 22°C. Begin mei zijn de knopen aan de planten op het hele bedrijf

verwijderd. Hoewel hiervan geen waarnemingen beschikbaar zijn, bestond de indruk dat in het infraroodgedeelte - vooral op die plaatsen, die het verst van de straal verwijderd stonden - verreweg de meeste knopen zijn geoogst.

Tijdens de gehele teeltperiode is CO<sub>2</sub> gedoseerd.

#### 4.1.3. Plantwaarnemingen.

De volgende waarnemingen werden verricht in de 3 afdelingen :

1. Lengtebepalingen op 2 data, namelijk op 16 februari en op 10 maart bij 12 planten in elk van de 4 rijen bij infraroodverwarming en in elk van de schermafdelingen één rij van 12 planten.

2. Op elk van de 2 date vers- en drooggewicht-bepalingen van 6 planten per rij in het infraroodgedeelte en eveneens 6 planten in elk van de scherm-afdelingen.
3. Op beide data werden bij de 6 afgesneden planten (tot aan potkluit) steeds het aantal bladeren geteld (exclusief de zaadlobben en een minimale grootte van 2 cm).
4. Wekelijkse produktiegegevens bij alle velden, zoals weergegeven in de drie tekeningen. Behalve de produktie in kg werd ook het aantal vruchten geteld en werd steeds de kwaliteit beoordeeld.

#### 4.1.4. Aanvullende waarnemingen.

Bij genoemde kwaliteitsbeoordelingen werd een onderscheid gemaakt in het optreden van krimpscheurtjes (via een waarnemingsschaal) en andere afwijkingen (zoals brandvlekken en botrytis).

Op 4 juni werd van 4 vruchten per veldje het gemiddeld vers- en drooggewicht bepaald, omdat de indruk bestond dat dit voor het infraroodgedeelte nogal af zou wijken (hoger droge-stofgehalte).

Het gasverbruik werd eveneens genoteerd. Hierbij was het slechts mogelijk om het infraroodgedeelte van de andere 2 afdelingen te scheiden, aangezien de infraroodafdeling een eigen gasmeter bezat.

#### 4.2. Resultaten.

##### 4.2.1. Vers- en drooggewicht-gegevens.

In onderstaande tabel werden voor beide waarnemingsdata (16 februari en 10 maart) de vers- en drooggewichten, alsmede het % droge stof vermeld.

Tabel 13. Gemiddeld vers- en drooggewicht, alsmede het % droge stof bij 3 teeltwijzen (E.S. = enkel scherm, D.S. = dubbel scherm, I.R. = infrarood) op 2 waarnemingsdata. Elk getal is gebaseerd op 6 planten.

Datum	16 februari			10 maart		
Kenmerk	Versgewicht	Drooggewicht	% Droge stof	Versgewicht	Drooggewicht	% Droge stof
Teeltwijze	(g.)	(g.)		(g.)	(g.)	
I.R. rij 1	9,19	0,77	8,4	49,40	4,20	8,50
rij 2	10,40	0,85	8,2	47,90	3,85	8,04
rij 3	10,25	0,87	8,5	70,80	8,65	12,22
rij 4	12,38	1,02	8,2	69,80	8,47	12,13
Gemiddeld	10,56	0,88	8,3	59,50	6,29	10,22
E.S.	10,28	0,92	8,9	34,6	2,92	8,44
D.S.	9,11	0,81	8,9	41,4	3,42	8,26

Uit tabel 13 blijkt, dat op 16 februari er reeds sprake is van een zeker verloop in versgewicht : naarmate de afstand tot de infraroodstraal afneemt, neemt het versgewicht toe (rij 4 heeft het hoogste versgewicht, rij 1 het laagste). Dit geldt niet voor het % droge stof; de verschillen berusten op toeval. Op 10 maart is het versgewicht van zowel rij 4 als ook rij 3 (het dichtst bij de straal gelegen) het hoogst. Dit geldt ook voor het drooggewicht, dus ook voor het % droge stof. Wanneer we de gemiddelden van de 3 afdelingen vergelijken, valt op dat het versgewicht bij het dubbel scherm op 16 februari lager ligt dan bij enkel scherm en infrarood, doch op 10 maart heeft het infraroodgedeelte duidelijk de zwaarste planten en is het versgewicht bij enkel scherm het laagst. Op beide data ligt het % droge stof echter voor E.S. en D.S. nagenoeg gelijk, doch aanvankelijk hoger en later lager dan het infraroodgedeelte.

Als we de periode tot 16 februari beschouwen, dan is het hogere droge stof gehalte bij beide schermafdelingen moeilijk te verklaren, aangezien in deze periode zowel 's nachts als overdag geschermd is en dus minstens 10 % licht is weggenomen. Het lijkt erop dat alleen bij D.S. het versgewicht nadelig wordt beïnvloed.

#### 4.2.2. Plantlengte- en bladaantal gegevens.

In onderstaande tabel is van beide waarnemingsdata de gemiddelde plantlengte en het aantal bladeren per plant voor de 3 teeltwijzen doorgegeven.

Tabel 14. Gemiddelde plantlengte (cm) op 2 peildata en het aantal bladeren per plant op 1 peildatum bij 3 teeltwijzen.

Tevens is de gemiddelde internodiënlengthe weergegeven op 16 februari.

Datum	16 februari			10 maart
Kenmerk Teeltwijze	Plantlengte (cm)	Aantal bladeren	Internodiën- lengthe	Plantlengte (cm)
I.R. rij 1	11,67	11,83	0,99	27,70
rij 2	11,58	12,17	0,95	31,20
rij 3	12,50	12,00	1,04	32,80
rij 4	14,38	13,17	1,09	35,70
Gemiddeld	12,53	12,29	1,02	31,90
E.S.	9,58	11,33	0,85	25,20
D.S.	10,63	11,00	0,97	30,20

Uit tabel 14 blijkt, dat onder infraroodverwarming gemiddeld de langste planten en het hoogste aantal bladeren per plant werd gemeten. Ook de gemiddelde internodiënlengthe is op 16 februari bij de infraroodverwarming hoger dan onder E.S., doch nagenoeg gelijk aan die van de planten onder D.S. De planten onder E.S. zijn duidelijk het kortst, doch de afsplitsingssnelheid van bladeren is nagenoeg gelijk aan die van onder D.S.

Op grond van de tabellen 13 en 14 kan een profielschets van de planten bij de 3 teeltwijzen gegeven worden :

Infrarood : Deze afdeling heeft op beide peildata de langste en zwaarste planten met relatief lange internodiën. Gemiddeld is ongeveer 1 blad meer afgesplitst dan bij de andere afdelingen.

Enkel scherm : Deze afdeling heeft de kortste en de lichtste planten met korte internodiën. Het droge stofgehalte is aanvankelijk hoog, later lager dan bij infraroodverwarming.

Dubbel scherm : Deze afdeling heeft planten met een plantlengte en versgewicht tussen beide andere afdelingen in. Het droge stofgehalte is aanvankelijk hoog, later lager dan bij infraroodverwarming.

Uit de vergelijking van de diverse rijen bij infraroodverwarming blijkt tenslotte, dat evenals bij het vers- en drooggewicht, de plantlengte en de internodiënlengte toeneemt, naarmate de afstand tot de straal kleiner is.

N.B.: Aangezien deze proef niet volledig wiskundig verantwoord kon worden opgezet (er lagen immers 3 verschillende systemen), moet enige voorzichtigheid met betrekking tot bovengenoemde conclusies in acht worden genomen. Het is beter te spreken van een bepaalde tendens.



#### 4.2.3. Produktiegegevens.

De produktiegegevens van de drie afdelingen hebben betrekking op de periode van 19 mei tot en met 9 juli.

In grafiek 5 is het produktieverloop in deze periode weergegeven.

Wanneer E.S. en D.S. wordt vergeleken, valt het op dat vanaf 18 mei de produktie duidelijk verschilt van elkaar, ten gunste van enkel scherm.

Bij infraroodverwarming bestaat er vanaf het begin van de oogst een verschil ten opzichte van de geschermd afdelingen, dat pas op 25 juni weer verdwijnt. De cumulatieve produktiecurve heeft bij infraroodverwarming daardoor een nogal afwijkende vorm. Dit verschil in vroege produktie bij infraroodverwarming wordt zeer waarschijnlijk veroorzaakt door de lagere ruimte- en grondtemperatuur (vooral 's nachts), die er gedurende de eerste teeltfase is gerealiseerd. Hoewel er geen waarnemingen verricht zijn ten aanzien van het % knopen (afwijkende vruchten), mag op grond van deze lagere nachttemperatuur én op grond van indrukken van de betreffende tuinder ten aanzien van de hoeveelheid knopen, gesteld worden dat er bij infraroodverwarming aanzienlijk méér knopen zijn verwijderd in de eerste week van mei, dan bij de andere afdelingen. Hierdoor ontstaat dus een achterstand in produktie.

Ten aanzien van de totaalproduktie op 9 juli mag niet worden geconcludeerd dat er tussen infraroodverwarming en dubbel scherm duidelijke verschillen bestaan.

In tabel 15 wordt voor 3 peildata geïllustreerd, dat er in de 3 afdelingen een zeer sterk verloop in produktie van voor naar achteren in de kappen bestaat.

Tabel 15. Produktie (kg/m<sup>2</sup>) op 3 peildata bij I.R., E.S. en D.S., gesplitst naar positie van de proefvelden in de kappen.

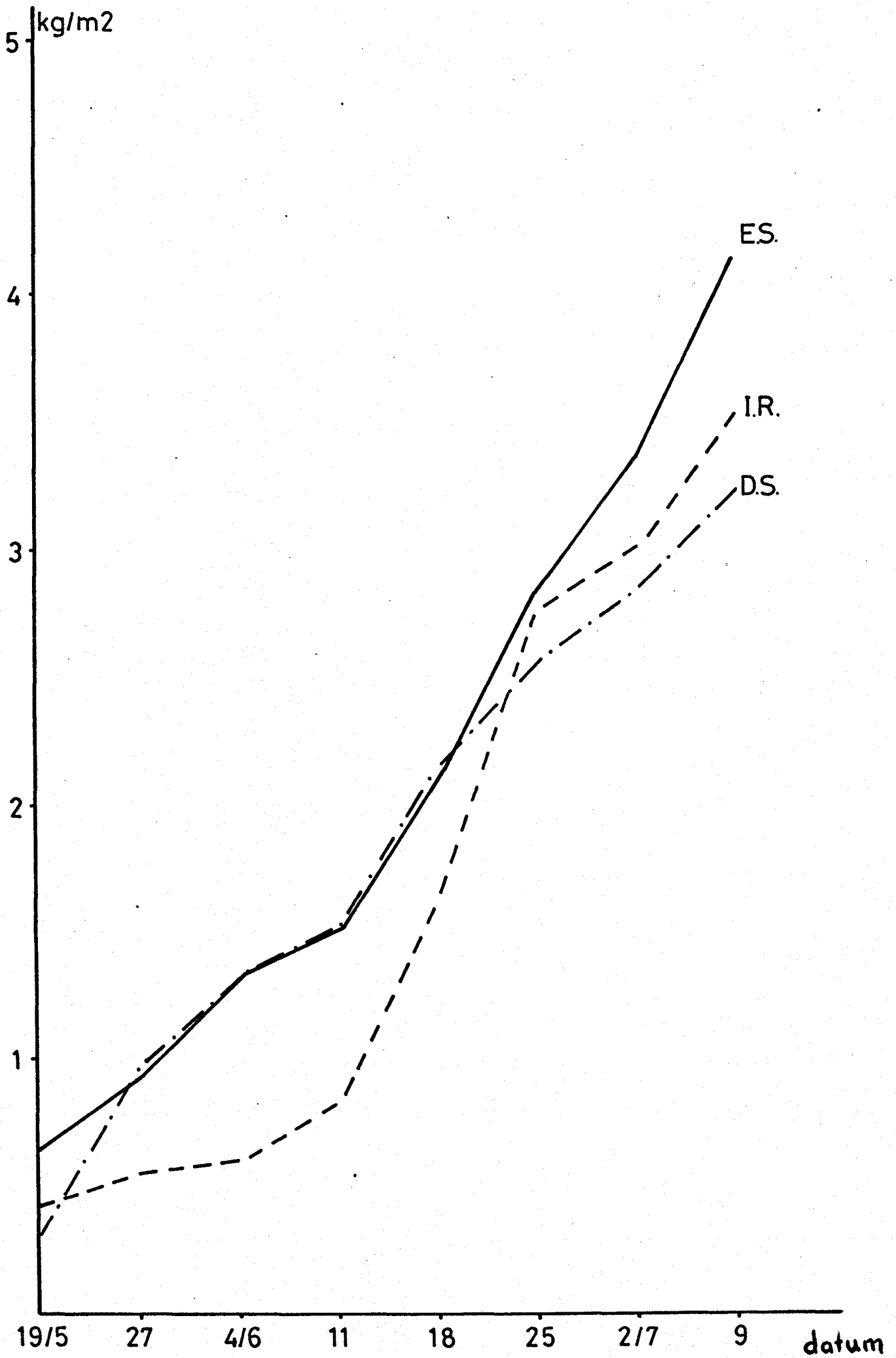
(vóór = velden 1, 3, 5 en 7 bij I.R., velden 1 en 3 bij E.S. en velden 1 en 3 bij D.S.; achter = overige velden, zie figuur 3b).

Datum	19 mei	11 juni	9 juli
Afdeling			
I.R. vóór	0,59	1,03	3,49
achter	0,25	0,63	3,57
Gemiddeld	0,42	0,83	3,53
E.S. vóór	1,12	1,97	4,31
achter	0,16	1,09	3,96
Gemiddeld	0,64	1,53	4,14
D.S. vóór	0,31	2,32	3,37
achter	0,29	0,74	3,06
Gemiddeld	0,30	1,53	3,21

Ook wanneer de produktie wordt uitgesplitst naar positie ten opzichte van de infraroodstraal (rij 1 tot en met 4), valt het op dat vooral rij 1 (het verst van de straal verwijderd) de laagste produktie tot 11 juni geeft. Rij 4 (onder de straal) geeft geen duidelijk afwijkende produktie ten opzichte van rij 2 en 3. Evenals bij de verschillen in produktie, gevonden vóór en achter in de kappen, moet de oorzaak gevonden worden in de afwijkende temperatuur, waardoor zeer waarschijnlijk meer knopen achter in de kas én in rij 1 geogst zijn.

In tabel 16, tenslotte, wordt het verloop van het gemiddeld vruchtgewicht op 3 peildata weergegeven in afhankelijkheid van de afstand tot de straal (rij 1 tot en met 4) bij infraroodverwarming, enkel scherm en dubbel scherm.

Grafiek 5. Produktieverloop (kg/m<sup>2</sup>) bij dubbel scherm (D.S.) enkel scherm (E.S.) en infraroodverwarming (I.R.).



Tabel 16. Gemiddeld vruchtgewicht op 3 peildata (cumulatief) bij infraroodverwarming, enkel scherm en dubbel scherm.

Datum	19 mei	11 juni	9 juli
I.R. rij 1	188	205	155
rij 2	175	195	179
rij 3	180	179	189
rij 4	182	183	168
Gemiddeld	181	190	173
E.S.	180	177	199
D.S.	147	170	207

Uit tabel 16 blijkt, dat onder infrarood aanvankelijk de zwaarste vruchten zijn geoogst, doch dat vanaf 11 juni de geschermdes afdelingen zwaardere vruchten leveren. Dit betekent dat door de lagere temperatuur bij infraroodverwarming aanvankelijk vooral het aantal geoogste vruchten duidelijk kleiner is geweest dan bij de geschermdes afdelingen.

Wanneer de positie van de planten ten opzichte van de stralen wordt beschouwd bij infraroodverwarming, valt het op dat vooral rij 1 (het verst van de stralen verwijderd) tot 11 juni de zwaarste vruchten heeft geleverd. Na 11 juni wordt dit verschil echter minder duidelijk: door de geringe plantbelasting na het verwijderen van de knopen (begin mei) is er een inhaal-effect opgetreden, doordat er relatief meer (lichtere) vruchten zijn geoogst in rij 1.

Het lagere vruchtgewicht bij de geschermdes afdelingen tot 11 juni kan mogelijk uit de lagere 'gewastemperatuur' en het lichtverlies verklaard worden tengevolge van het overdag schermen.

#### 4.2.4. Aanvullende gegevens.

- Optreden van krimpscheurtjes en andere afwijkingen.

In onderstaande tabel is voor de periode van 19 mei tot en met 11 juni het % vruchten weergegeven met krimpscheurtjes. Hierbij is uitgegaan van een waarderingsschaal van 0 tot en met 5, waarbij 0 = geen krimpscheurtjes, 1 = hier en daar een krimpscheurtje en 5 = zeer veel krimpscheurtjes.

Tabel 17. % vruchten met krimpscheurtjes per waarderingsklasse (0-5) bij enkel scherm, dubbel scherm en infraroodverwarming. Genoemde percentages zijn tellingen tot en met 11 juni.

Teeltwijze	Waardering						Gewogen
	0	1	2	3	4	5	
Infrarood	23	31	17	19	4	6	168
Enkel scherm	31	17	22	20	10	0	161
Dubbel scherm	36	40	13	P	2	0	98

Uit tabel 17 blijkt, dat bij infraroodverwarming gemiddeld een hoger % vruchten met krimpscheurtjes voorkomt dan bij de andere afdelingen. Vooral wanneer het gewogen percentage (% vruchten x waarderingcijfer in elke klasse) van infraroodverwarming vergeleken wordt met de afdeling met dubbel scherm, komt duidelijk naar voren dat infraroodverwarming kwalitatief slechtere vruchten heeft gegeven.

Aangezien algemeen wordt aangenomen dat het ontstaan van krimpscheurtjes samenhangt met onder andere sterke temperatuurschommelingen (van de vruchten) is een verklaring voor het hoge gewogen gemiddelde bij infraroodverwarming denkbaar door de grote schommelingen in vooral nachttemperatuur in de beginfase van de teelt. Minder voor de hand liggend is het verschil tussen enkel scherm en dubbel scherm, omdat bij beide systemen vooral 's morgens sterke temperatuurswisselingen kunnen optreden (kouval). Misschien speelt bij het geconstateerde verschil, ten gunste van dubbel scherm, het effect van een hoge vochtigheid een rol.

Behalve krimpscheurtjes traden ook enkele andere afwijkingen op, zoals botrytis en brandvlekken.

Tussen de 3 afdelingen kon geen duidelijk verschil in de mate van deze afwijkingen worden geconstateerd.

- Vers- en drooggewicht, alsmede soortelijk gewicht van de vruchten.

Aangezien er in de vegetatieve fase verschillen bestonden in vers- en drooggewicht van de planten, was het niet ondenkbaar dat deze ook bij de vruchten bestonden. Van de 3 afdelingen werden daartoe op 4 juni een aantal vruchten gedroogd in de stoof (24 uur 55°C.). Er bleken geen verschillen aanwezig in het droge stofgehalte van de vruchten (steeds ca. 9 %). Dat het versgewicht wel duidelijk verschilde in de drie afdelingen bleek al in 4.2.3.

Ook in soortelijk gewicht (gewicht : volume) bestonden geen aantoonbare verschillen.

#### Gasverbruik.

Over de periode van 15 januari tot 1 maart is bij de infraroodverwarming verbruikt : 23,67 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.

Bij de buisverwarming was dit in deze periode 20,75 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.

Hierbij moet worden aangetekend, dat bij de infraroodverwarming in deze periode géén grondverwarming is gebruikt; bij de geschermd afdelingen met buisverwarming wél. Na 1 maart is in alle afdelingen grondverwarming ingeschakeld.

Vanaf 1 maart tot 21 mei I.R. : 12,99 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>

buisverwarming : 9,98 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>

Indien ook in het infrarood gedeelte grondverwarming was gebruikt, zou het verschil in energieverbruik nog groter zijn geweest, ten gunste van buisverwarming in de geschermd afdelingen.

Hoewel over de hele periode geen goede vergelijking tussen infraroodverwarming en de geschermd afdelingen mogelijk is, omdat de grondverwarming bij I.R. maar tijdelijk heeft gewerkt, mag voor de hele teeltperiode vanaf 15 januari worden gesteld dat met schermen meer energie kan worden bespaard dan met infraroodverwarming. Het grote verschil tussen infraroodverwarming en buisverwarming in de eerste periode duidt hier ook op.

#### 4.3. Discussie.

Op dit bedrijf bestond er een grote variatie in de kas, voor wat betreft de temperatuurverdeling. Bovendien kon bij het infraroodgedeelte geen wiskundig verantwoorde proefopzet gemaakt worden, aangezien er 3 verschillende infraroodsystemen in één - kleine- kas bij elkaar lagen. Ook zijn er aanvankelijk wat problemen geweest met het bereiken van de gewenste ruimte-temperatuur in het infraroodgedeelte. Hierdoor is de zetting minder goed verlopen en traden er vele knopen op. Toch was de vegetatieve ontwikkeling in de infraroodafdeling goed en op 16 februari was er gemiddeld zelfs 1 blad meer afgesplitst dan in de schermafdelingen. In deze laatste afdelingen was echter tot 16 februari continu geschermd, zodat hier mogelijk het lichtverlies nadelig heeft gewerkt.

Evenals bij de andere bedrijven is ook hier sprake van een plaatseffect ten opzichte van de straal. Naarmate de afstand tot de straal kleiner is, neemt de plantlengte, het vers- en drooggewicht, alsmede het aantal bladeren (ontwikkelingssnelheid) toe.

De produktie onder infraroodverwarming kwam ook hier wat traag op gang, doch haalde de andere afdelingen spoedig in. Het gemiddeld vruchtgewicht was hoger dan in de geschermd afdelingen.

Aangezien de planten in vergelijking met tomaat erg traag groeien, valt het op, dat bij een laag paprikagewas ook veel minder verticale temperatuurgradiënten in het gewas aanwezig zijn. Het ontbreken van grotere aantallen botrytisplekken en het afwezig zijn van condensatie, wijzen eveneens in deze richting. Wel kan tijdelijk de grondtemperatuur te laag wegzakken, hetgeen bij afwezigheid van grondverwarming in de eerste teeltfase, ook gebeurd is. Vergelijking van het energieverbruik tussen de 3 afdelingen leert, dat met schermen meer energie kan worden bespaard dan met infraroodverwarming.

5. Algemene discussie en conclusie(s).

Wanneer de resultaten van de plantwaarnemingen en praktijkervaringen van de drie bedrijven in zijn totaliteit bezien worden, kan men de volgende opmerkingen maken :

1. Zowel bloei, zetting, alsook produktie en kwaliteit bij tomaat en paprika doen nauwelijks onder voor die verkregen onder 'normale teeltomstandigheden' met buisverwarming. Veelal zijn de gevonden verschillen toe te schrijven aan een verkeerd gekozen temperatuurregime of aan een niet perfect werkende temperatuurregeling.
2. Een punt dat de aandacht verdient is de horizontale en verticale temperatuurverdeling bij infraroodverwarming, aangezien uit de plantwaarnemingen wel duidelijke verschillen in dit verband voorkomen.
3. Een minimale poothoogte van 3,50 meter lijkt gewenst, aangezien de kop van het gewas nadeel kan ondervinden van directe bestraling (tomaat).
4. Een goede vergelijking met buisverwarming is slechts op één bedrijf te maken. Dit illustreert nog eens dat dergelijke praktijkproeven vaak moeilijk eenduidige conclusies op kunnen leveren. Ook de variatie die binnen een kas optreedt kan er de oorzaak van zijn, dat de verschillen binnen een kas vaak groter zijn dan die tussen 2 afdelingen.
5. Een vergelijking van het energieverbruik kan bij de 3 bedrijven eigenlijk niet goed gemaakt worden. Toch geven de gasverbruikcijfers aan, dat van een spectaculaire energiebesparing met infraroodverwarming zeker niet gesproken kan worden. Bij paprika lijkt gebruikmaking van een energiescherm méér besparing te geven dan infraroodverwarming.
6. Een voldoende hoge bodemtemperatuur is in dit praktijkonderzoek essentieel gebleken, aangezien vooral in de tweede teeltfase bij een hoog opgroeiend gewas directe opwarming van de grond beperkt is. Een wat hogere ruimte-temperatuur zou mogelijk de grondtemperatuur op peil kunnen houden, doch bij een hoog opgroeiend gewas (bijvoorbeeld tomaat) is het gevaar van verbranding en slechte zetting aanwezig. Bovendien is de bereikte energiebesparing dan ook lager.
7. In het algemeen kan niet worden gesproken van een stugge groei onder infraroodverwarming. Veeleer is er sprake van een wat weelderigere groei, waarbij de planten wat langere internodiën hebben (paprika).



Bijlagen 1 - 6

Bijlage 1 : Bloeigegevens buis- en infraroodverwarming.

1e tros		herhaling				Gem.
		1	2	3	4	
Buis	A	11.9	11.2	13.0	10.4	11.5
	B	10.5	9.0	12.7	11.6	10.0
	Gem.	11.2	10.1	12.8	11.0	11.3
I.R.	A	11.9	11.4	13.4	17.6	13.6
	B	16.0	15.0	16.6	13.8	15.4
	C	13.0	12.7	14.6	14.0	13.6
	Gem.	13.6	13.0	14.9	15.1	14.2

2e tros		herhaling				Gem.
		1	2	3	4	
Buis	A	18.3	15.9	23.4	19.6	19.3
	B	16.5	14.1	23.6	22.2	19.1
	Gem.	17.4	14.0	23.5	20.9	19.2
I.R.	A	22.9	20.4	25.5	30.7	24.9
	B	23.4	25.6	30.5	28.0	26.9
	C	24.2	24.0	26.5	24.6	24.8
	Gem.	23.5	23.3	27.5	27.8	25.5

3e tros		herhaling				Gem.
		1	2	3	4	
Buis	A	26.6	25.4	34.8	30.4	29.3
	B	25.9	23.1	35.2	33.0	29.3
	Gem.	26.2	24.2	35.0	31.7	29.3
I.R.	A	34.9	32.6	39.2	41.2	37.0
	B	36.1	37.4	41.6	39.1	38.6
	C	36.5	34.9	41.5	38.1	37.8
	Gem.	35.8	35.0	40.8	39.5	37.8

4e tros		herhaling				Gem.
		1	2	3	4	
Buis	A	36.0	34.0	42.9	40.6	38.1
	B	36.1	32.5	42.8	41.8	38.3
	Gem.	36.0	33.0	42.8	41.2	38.3
I.R.	A	41.4	42.1	44.5	46.7	43.7
	B	42.4	43.7	46.2	44.9	44.3
	C	43.7	42.9	45.2	44.5	44.1
	Gem.					

Vervolg 1 van bijlage 1.

5e tros		herhaling				Gem.
		1	2	3	4	
Buis	A	44.0	42.0	50.0	47.7	45.9
	B	43.8	40.4	51.6	49.1	46.2
	Gem.	43.9	41.2	50.8	48.4	46.1
I.R.	A	48.6	48.1	51.4	53.5	50.4
	B	49.1	50.5	54.6	51.7	51.5
	C	50.1	49.6	52.4	51.7	51.0
	Gem.	49.3	49.4	52.8	52.3	50,9

6e tros		herhaling				Gem.
		1	2	3	4	
Buis	A	51.7	50.0	60.1	55.0	54.2
	B	51.7	47.2	60.0	55.7	53.6
	Gem.	51.7	48.6	60.0	55.4	53.9
I.R.	A	55.2	55.4	58.9	61.2	57.7
	B	56.5	58.1	62.3	60.3	59.3
	C	59.1	59.7	61.1	60.2	60.0
	Gem.	56.9	57.7	60.8	60.6	59.0

Vervolg 2 van bijlage 1.

7e tros		herhaling				Gem.
		1	2	3	4	
Buis	A	60.7	57.4	66.6	62.3	61.8
	B	61.0	53.7	66.8	63.3	61.2
	Gem.	60.8	55.6	66.7	62.8	61.5
I.R.	A	63.1	62.5	64.4	66.6	64.2
	B	63.6	65.4	67.2	66.3	65.6
	C	65.1	67.0	67.6	67.0	66.7
	Gem.	63.9	65.0	66.4	66.6	65.5

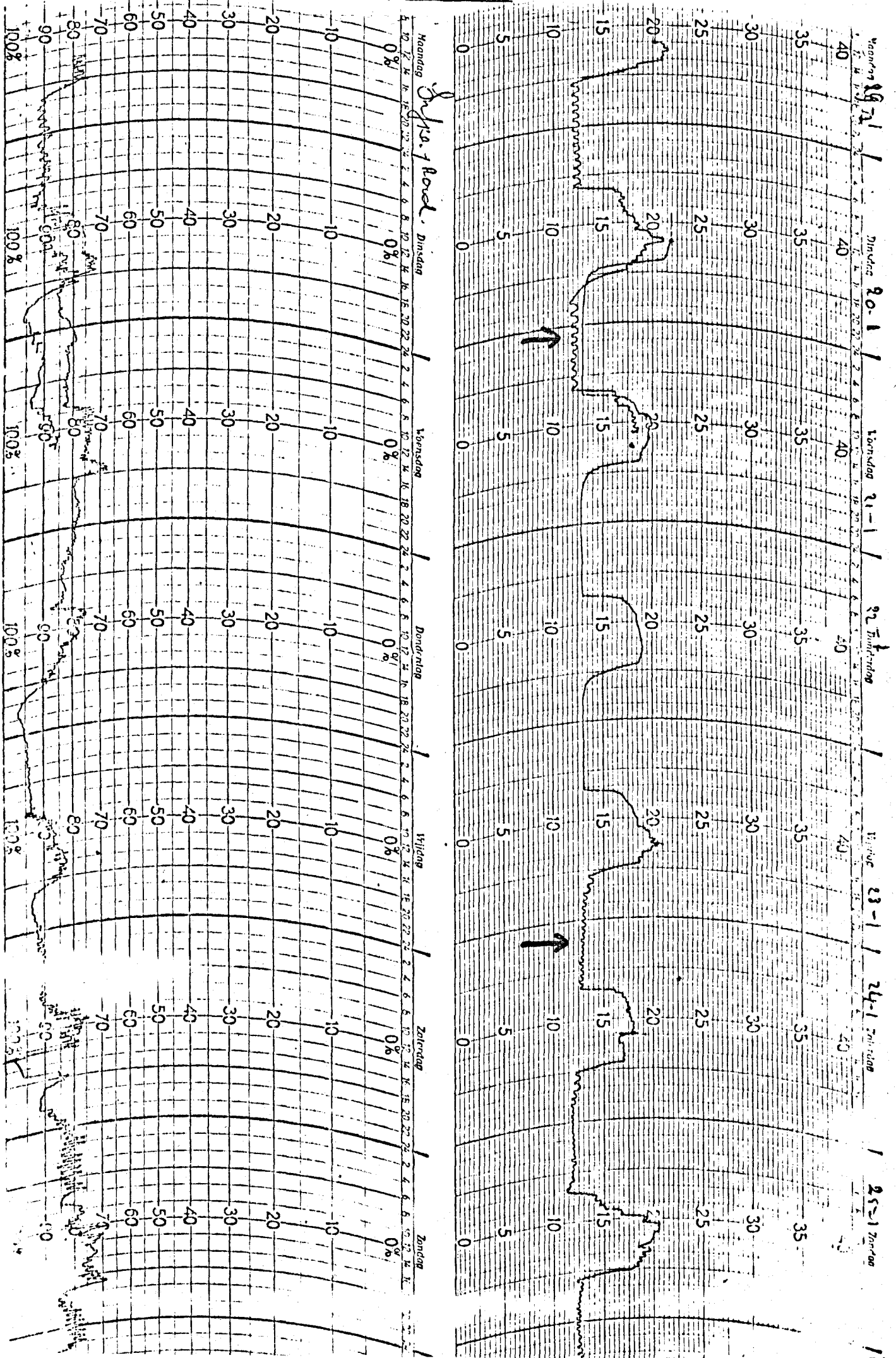
Veld	Verwarmings- systeem	t/m 27-3	t/m 3-4	t/m 10-4	t/m 17-4	t/m 24-4	t/m 1-5	t/m 8-5	t/m 15-5	t/m 22-5	t/m 29-5	t/m 5/6	t/m 12-6	t/m 19-6	t/m 26-6
(5 + 6)	Buis A	0.44	0.84	1.33	2.09	2.61	3.30	4.59	5.54	6.26	7.18	8.07	8.83	9.30	10.14
(7 + 8)	B	0.42	0.78	1.26	2.02	2.56	3.16	4.45	5.55	6.22	7.18	8.11	8.78	9.24	9.94
(5 + 7)	Buis v66r	0.39	0.74	1.20	1.90	2.42	2.98	4.19	5.22	5.90	6.84	7.79	8.48	8.93	9.72
(6 + 8)	achter	0.47	0.88	1.39	2.21	2.26	3.48	4.85	5.87	6.57	7.53	8.39	9.13	9.61	10.36
(9 + 10)	I.R. A	0.29	0.73	1.55	2.27	2.84	3.66	5.16	6.66	7.31	8.00	8.72	9.07	9.47	10.16
(11 + 12)	B	0.26	0.55	1.13	1.64	2.23	3.00	4.31	6.00	6.85	7.47	8.11	8.54	8.95	9.62
(13 + 14)	C	0.22	0.58	1.30	1.96	2.54	3.38	4.78	6.60	7.57	8.14	8.78	9.31	9.80	10.41
(9 + 11 + 13)	I.R. v66r	0.34	0.68	1.35	1.98	2.58	3.38	4.82	6.36	7.09	7.68	8.39	8.85	9.21	9.81
(10 + 12 + 14)	achter	0.17	0.56	1.30	1.94	2.50	3.32	4.68	6.48	7.39	8.05	8.68	9.09	9.60	10.31
5 t/m 8	Buisverwarming	0.43	0.81	1.30	2.05	2.59	3.23	4.52	5.55	6.24	7.18	8.09	8.81	9.27	10.04
9 t/m 14	I.R.Verwarming	0.25	0.62	1.33	1.96	2.54	3.35	4.75	6.42	7.24	7.87	8.54	8.97	9.41	10.06

Bijlage 3

Gasverbruik van 15 januari tot en met 24 juni (verbruik per totale oppervlakte).

---

<u>Datum</u>	<u>Infrarood (3.470 m2)</u>	<u>Buisverwarming (8.200 m2)</u>
15-1	beginstand 2619	2346278
16-1	1149	4364
20-1	3110	13104
23-1	2165	9370
26-1	1828	8459
28-1	1001	4481
30-1	1282	5528
2-2	2097	8384
4-2	1548	6577
9-2	3829	15125
11-2	2277	8737
13-2	1901	7108
16-2	2840	10455
18-2	2276	7990
20-2	2480	9216
23-2	3805	13393
25-2	2523	8715
2-3	5510	18338
4-3	2060	7168
9-3	3793	14152
18-3	5963	21847
19-3	6913	27320
15-4	6656	27317
27-4	6568	26871
14-5	5016	23436
18-6	4248	21751
24-6	962	4458
	-----	-----
	83800 m3	333684 m3





Meetdatum: week 21/4-29/4.

dag 21/4 22/4 23/4 24/4 25/4 26/4 27/4 28/4 29/4

Maandag

Dinsdag

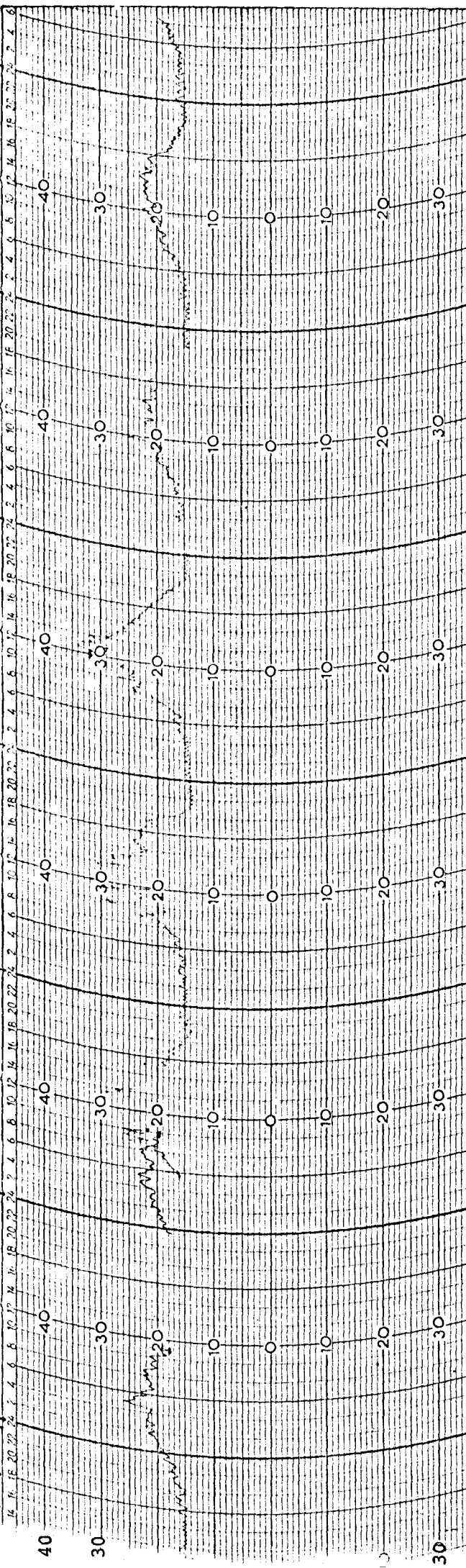
Woensdag

Donderdag

Vrijdag

Zaterdag

Zondag



Maandag

Dinsdag

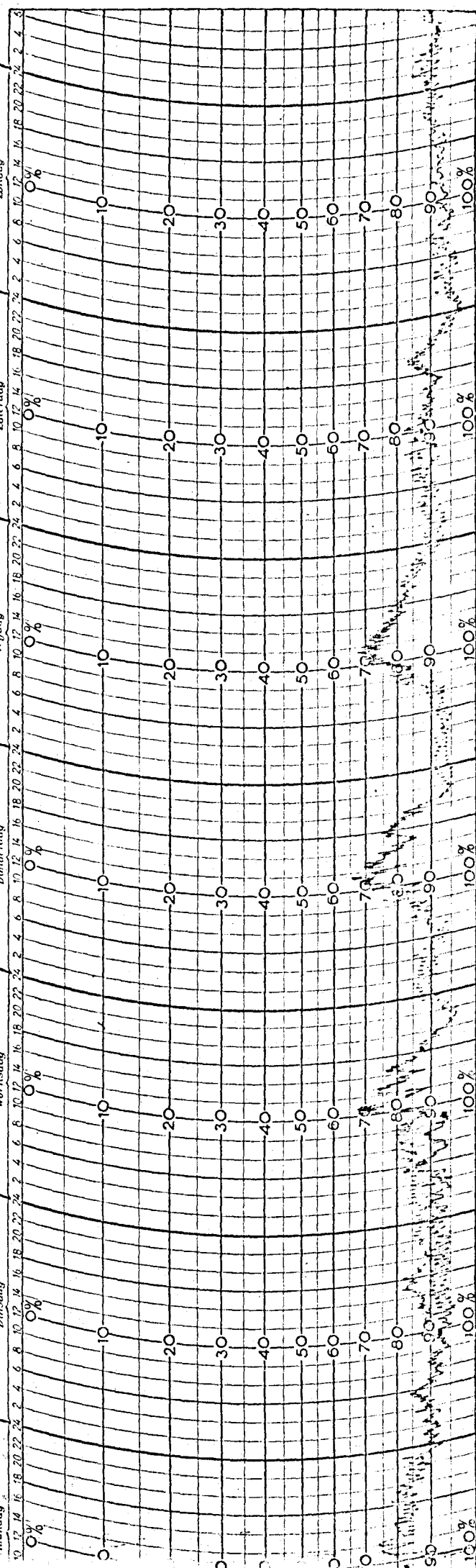
Woensdag

Donderdag

Vrijdag

Zaterdag

Zondag



Meetdatum : week 21/4-29/4.

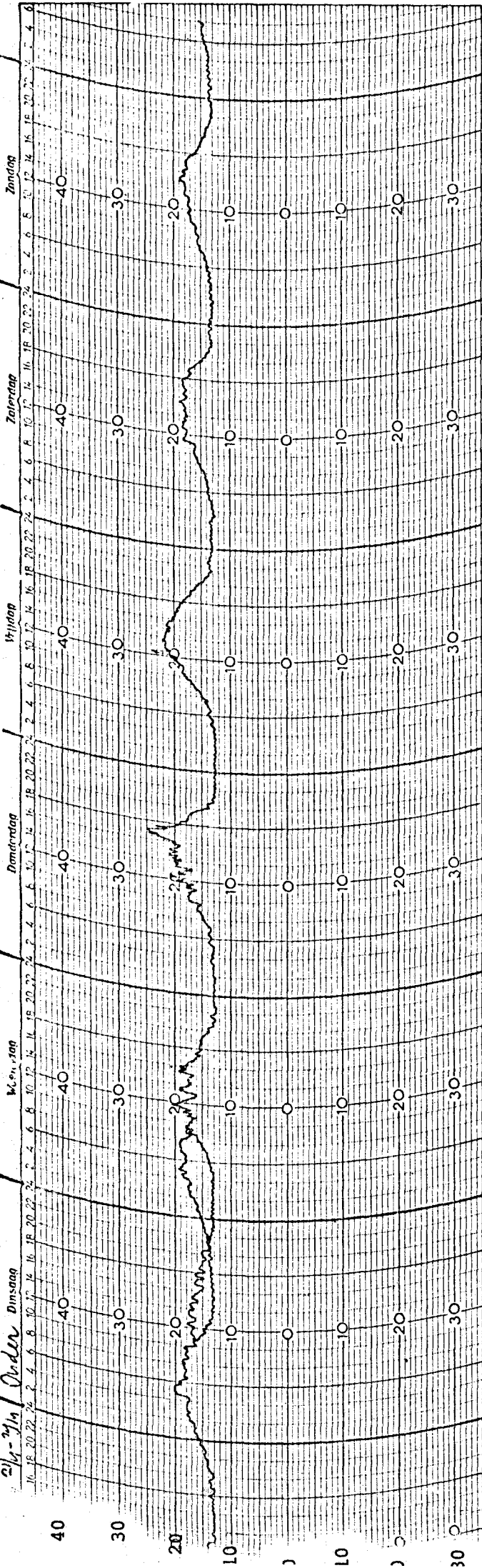
21/4-29/4 Ouder Dinsdag

W. en J. van

Vrijdag

Zaterdag

Zondag



04 02 007-W K.N.M.I. THW-III-204 M 1536

Maandag

Dinsdag

Woensdag

Donnerdag

Vrijdag

Zaterdag

Zondag

