



PRAKTIJKONDERZOEK  
PLANT & OMGEVING

WAGENINGEN **UR**

# Effect van daksproeier of hoge druknevel op kasklimaat en waterhuishouding bij komkommer

A. de Gelder en R. de Graaf

© 2005 Wageningen, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden veeelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Praktijkonderzoek Plant & Omgeving.

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V. is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.

Dit project is gefinancierd door:

Productschap Tuinbouw  
Louis Pasteurlaan 6  
Postbus 280  
2700 AG Zoetermeer



Projectnummer: 425142

**Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.**

Business Unit Glastuinbouw

Adres : Kruisbroekweg 5, 2671 KT Naaldwijk

: Postbus 8, 2670 AA Naaldwijk

Tel. : 0174 - 63 67 00

Fax : 0174 - 63 68 35

E-mail : [info@lastuinbouw.ppo@wur.nl](mailto:info@lastuinbouw.ppo@wur.nl)

Internet : [www.ppo.wur.nl](http://www.ppo.wur.nl)

# Inhoudsopgave

pagina

VOORWOORD .....	4
SAMENVATTING.....	5
1 DE REDEN VOOR HET ONDERZOEK.....	6
2 AANPAK MINIMUM VERDAMPING.....	7
3 RESULTAAT MINIMUM VERDAMPING .....	8
3.1 Conclusie minimale verdamping .....	9
4 ONDERZOEK MET VERNEVELAAR OF DAKSPROEIER.....	10
5 VERGELIJKING NEVELAAR EN DAKSPROEIER .....	11
5.1 Cyclus duur van 10 minuten.....	11
5.2 Effect van wachttijd bij gebruik daksproeier .....	13
5.3 Vergelijk van daksproeier op 2 augustus en vernevelen op 17 augustus.....	15
5.4 Conclusie over effect vernevelaar en daksproeier.....	17
LITERATUUR.....	18
BIJLAGE 1: GEGEVENS 13 MEI 2001 .....	19
BIJLAGE 2: DE DAGSOM VAN WATERGIFT EN VERDAMPING IN DE PERIODE MAART-MEI 2001.....	21

# Voorwoord

Dit verslag gaat over een onderzoek uit 2001. De resultaten zijn in die tijd op studiebijeenkomsten gepresenteerd, maar niet in een verslag vormgegeven.

Het werk is wel gebruikt bij de interpretatie van andere resultaten en als kennisinput bij de opzet van vervolg projecten, daarom moet dit verslag gezien worden in een historische context.

Het eerste deel van het project is uitgevoerd in dezelfde kas en met hetzelfde gewas als waarover is geschreven in het verslag: **Onderzoek minimale temperatuurgrenzen bij komkommer**. Dit verslag is gepubliceerd in november 2001.

De kennis over weeggoten en meting van groei en verdamping is gebruikt in vervolg projecten. Hiervan zijn twee verslagen verschenen: **De waterhuishouding bij belichte komkommers** en **Weeggoten op praktijkbedrijven**. Het tweede verslag geeft een beeld van de stand van de techniek voor het meten met weeggoten. Bij de lezing moet u zich realiseren dat een aantal aspecten van de meting van de waterhuishouding in de periode na dit onderzoek aanzienlijk is verbeterd.

Arie de Gelder

# Samenvatting

In 2001 zijn in twee komkommer teelten proeven gedaan naar verdamping en kasklimaat. In de eerste proef in april-mei is onderzoek gedaan naar het effect van de minimumbuis op de verdamping. Dit was niet aantoonbaar, omdat er geen perioden voorkwamen waarin de minimumbuis voor extra verwarming in de kas zorgde.

In de tweede proef is het effect van vernevelaars of daksproeiers op het kasklimaat en de groei bekeken. De proef is in één afdeling uitgevoerd, wat vergelijking met een controle of onderlinge vergelijking van behandelingen moeilijker maakte.

Eerst is een algemene vergelijking gemaakt. Op basis daarvan wordt geconcludeerd dat daksproeiers effectiever zijn. De daksproeiers verhogen in de proef de relatieve luchtvochtigheid met 4%.

De vernevelaars verhogen de relatieve luchtvochtigheid met 2%.

Bij de verneveling is na 4 en 5 minuten een daling in de groei = versgewichtstoename te zien.

Bij de daksproeier is na 4 minuten een daling van de verdamping te zien, terwijl de groei niet verandert. Dit wijst op een vermindering van de verdamping.

De toename in versgewicht bij de daksproeiers is tijdens alle minuten tussen twee beurten positief, terwijl bij de nevelaar een deel van de tijd het versgewicht afneemt.

Vervolgens is gekeken of de wachttijd tussen twee momenten van start van de daksproeiers de effecten op het kasklimaat beïnvloeden. Dat is niet het geval. Het patroon is vergelijkbaar.

Het effect van daksproeier en vernevelaar wordt vervolgens gedemonstreerd met gegevens van 2 en 17 augustus.

# 1 De reden voor het onderzoek

Watergift en verdamping zijn voor de groei van gewassen essentieel. Voor een optimale groei moet de watergift goed gestuurd worden. Bij tomaat wordt in de praktijk met succes een watergeefrekenmodel toegepast. Toepassing van dit model is mogelijk voor komkommer en wordt ook toegepast. In het bijzonder in combinatie met telen in weegbare hangende goten kan de watergift geheel worden geautomatiseerd en worden afgestemd op de werkelijke behoefte. Bovendien geven weegbare goten bruikbare informatie en controle mogelijkheden ten aanzien van de gift, drain, waterverbruik en gewasgroei. Hoewel er voor 2001 enige ervaring met weegbare hangende goten was opgedaan moest het gebruik nog verder worden ontwikkeld en worden getoetst. Eén en ander kon worden onderzocht en getest in combinatie met het onderzoek “ Inventarisatie knelpunten in de teelt van komkommer bij minimalisering van gasaansluitwaarden” (Janse, 2001). Het eerste doel van het onderzoek is dan ook een minimale verdamping, want dat kan energie besparen.

Tijdens een warme zomer kan de gewasverdamping zo groot worden dat er “stress” optreedt. De plant verdampt dan te veel water, dat niet door opname via de wortels wordt gecompenseerd. Resultaat: de plant krimpt extreem en er treedt slechts gedeeltelijk herstel op. Het gevolg hiervan is mogelijk productieverlies. De plant kan op normale dagen in de namiddag en avond herstellen en dan is een beperkte krimp een normaal plantgedrag. Door boven een bepaalde hoeveelheid straling of vochtdeficit of beneden een bepaalde relatieve luchtvochtigheid te vernevelen of daksproeiers aan te zetten is het mogelijk de verdamping te beïnvloeden en zo stress te voorkomen. Het tweede doel is daarom beperking van de maximale verdamping om daardoor stress te voorkomen.

De doelstelling van het onderzoek is tweeledig:

- Meting van de verdamping met een weeggoot in een experiment met verschillende minimumbuis regelingen.
- Meting van het effect op kasklimaat, groei en verdamping bij gebruik van een hoge druk nevelinstallatie of daksproeiers.

## 2 Aanpak minimum verdamping.

Voor het onderzoek naar de meting van de minimale verdamping is gebruik gemaakt van de kassen en het gewas zoals beschreven in het rapport: **Onderzoek minimale temperatuurgrenzen bij komkommer** (Janse, 2001). Hiervoor waren 3 afdelingen beschikbaar; 103-4, 103-6 en 103-8. Gewerkt is met het ras Sabrina. De plantdatum was 15 januari. De teelt duurde tot 16 mei.

In alle drie de afdelingen waren prototypes van de weegoot geïnstalleerd, waarvan minuut gegevens zijn weggeschreven voor verwerking. De beschrijving van een weegoot wordt uitvoerig gegeven in het rapport: **Weeggoten op Praktijkbedrijven** (Blok en De Gelder, 2004). In de experimenten waren de weeggoten operationeel vanaf 15 maart.

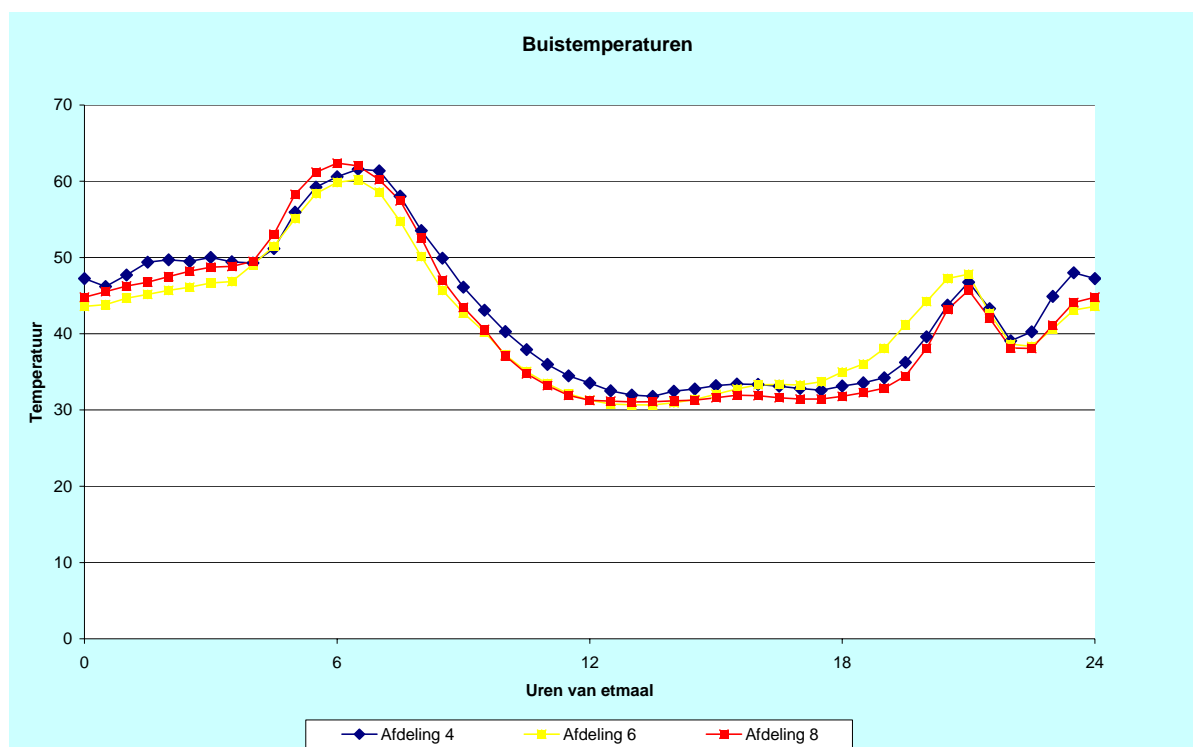
In de afdelingen is op 6 april een temperatuur regeling ingesteld, die gericht was op het realiseren van een minimumbuis temperatuur in afdeling 6 van 42 °C en in afdeling 4 van 20 °C. In afdeling 8 werd geen minimumbuis ingesteld (Tabel 1). Op 24 april is de maximumbuis temperatuur verlaagd van 70 naar 65 °C.

Tabel 1: Instelling voor minimumbuis regeling in de eerste teelt.

Datum	Afdeling 103-4	Afdeling 103-6	Afdeling 103-8
6 april 2001	Geen minimum buis	Van 2 uur voor zon_op tot 12 uur een minimum buis van 42 °C, boven 150 W/m <sup>2</sup> instraling werd de minimumbuis uitgeschakeld.	Geen minimum buis
12 april 2001	Van 2 uur voor zon_op tot 12 uur een minimumbuis van 20 °C		
18 april 2001	Geheel etmaal een minimumbuis van 20 °C	Van 2 uur voor zon_op tot 12 uur een minimum buis van 42 °C boven 200 W/m <sup>2</sup> instraling werd de minimumbuis uitgeschakeld. Van 12 uur tot 2 uur voor zon_op een minimum buis van 30 °C	

### 3 Resultaat minimum verdamping

Door de koude nachten in de periode april-mei 2001 was er altijd een warmtevraag, zodat de minimumbuis niet actief werd. De buistemperatuur in alle afdelingen lag vaak tussen de 50 en 60 °C. Alleen bij voldoende instraling daalde de buistemperatuur. De minimumbuis werd dan echter op straling uitgeschakeld. Alleen aan het einde van de dag kwam in afdeling 6 de minimumbuis kortdurend in, maar de buistemperatuur werd door de stijgende warmtevraag al snel weer gelijk getrokken met de andere afdelingen (Figuur 1).



Figuur 1: Gemiddelde over de periode 10 april – 15 mei voor het temperatuurverloop van de buizen in een etmaal.

Dit patroon kwam op veel dagen dat de regeling was ingesteld voor. Er waren geen dagen dat alleen de minimumbuisregeling voor warmte zorgde.

Voor de verdamping zijn veel gegevens geregistreerd van de weeggoten. Voor het bepalen van verschillen in verdamping tussen de afdelingen als gevolg van de buistemperaturen bleek de informatie niet voldoende te zijn voor significante effecten. De verdamping blijkt vooral door de instraling van de zon bepaald te worden. De invloed van de verwarming is veel kleiner. Voor de verschillen tussen de afdelingen op momenten van verschillende buistemperatuur is onvoldoende onderbouwing te leveren. Een voorbeeld van een typerend verloop van de verdamping in de drie afdelingen wordt gegeven in bijlage 1. Door de combinatie van koude nachten met zonnige dagen is een geringe verdamping nooit een beperkende factor voor de groei geweest. Overdag vertoonde de plant wel enige krimp, maar deze werd in de avond en begin van nacht weer gecompenseerd door extra gewichtstoename. De dagsom voor de watergift en verdamping is opgenomen als figuur in bijlage 2.



## 3.1 Conclusie minimale verdamping

Op basis van het experiment dat in april-mei is uitgevoerd kunnen geen conclusies getrokken worden over de minimale verdamping bij komkommer en de noodzaak van het instellen van een minimumbuis om de verdamping te stimuleren..

In de loop van het experiment is wel veel kennis verworven over de werking van de weegoot en hoe de gegevens daarvan verwerkt kunnen worden. Dit is in vervolgonderzoek veelvuldig toegepast.

## 4 Onderzoek met vernevelaar of daksproeier

Voor het onderzoek naar het effect van een hogedruk nevel installatie of het effect van daksproeiers op de groei en het kasklimaat bij komkommer in de zomer is een experiment in enkelvoud in één afdeling gedaan.

Op 23 mei zijn komkommers geplant in afdeling 103-6. Hiermee is een normale komkommerteelt uitgevoerd tot 27 augustus. Er zijn geen gegevens over productie geregistreerd.

In de afdeling was een weeggoot waarmee op minuut basis verdamping, watergift en groei zijn te meten of te berekenen.

Van het kasklimaat zijn gegevens op temperatuur en RV per minuut opgeslagen evenals gegevens over buiten temperatuur, luchtvochtigheid en windsnelheid.

Voor de nevelinstallatie is gebruik gemaakt van een installatie met 1 vernevelaar per 10 m<sup>2</sup>. De vier daksproeiers zijn op de nokhoeken van de afdeling gemonteerd.

Tijdens de proef werd de nevelinstallatie of de daksproeier ingeschakeld bij een luchtvochtigheid van minder dan 70 %. Dit is gestart op 17 juli en duurde tot 21 augustus. De nevelinstallatie werd 3 of 4 minuten gebruikt met een wachttijd tussen twee beurten van minimaal 10 minuten. De daksproeiers zijn 3 minuten per beurt aangezet met eveneens een wachttijd van minimaal 10 minuten.

In alle gevallen dat de daksproeiers zijn ingezet waren de luchtramen geopend zodat goede uitwisseling tussen buitenlucht en kaslucht mogelijk was. De luchtramen zijn zodanig gestuurd dat inregenen van vocht van de daksproeiers werd voorkomen.

## 5 Vergelijking nevelaar en daksproeier

Voor de analyse van het effect op het kasklimaat is de volgende beschrijvende benadering gekozen. Van alle beurten van inzet van vernevelaar of daksproeier is de wachttijd tussen twee beurten gehanteerd om de beurten in klassen in te delen. Vervolgens is binnen de grootste twee klassen van vernevelen = 10 minuten wachttijd een indeling gemaakt op basis van de RV aan het begin van de cyclus. Hetzelfde is gedaan voor de grootste klasse van daksproeien = 10 minuten wachttijd met 3 minuten daksproeier aan (Tabel 2). Van deze beurten is het gemiddelde verloop van kastemperatuur en RV gedurende de beurt berekend evenals de verdamping en groei zoals gemeten met de weeggoot.

Tabel 2: Aantal beurten van vernevelen of daksproeier aan in de periode 17 juli 2001 tot en met 21 augustus 2001 ingedeeld naar wachttijd en RV aan het begin van de beurt. (Grijze aantallen zijn gebruikt bij de beschrijvende analyse)

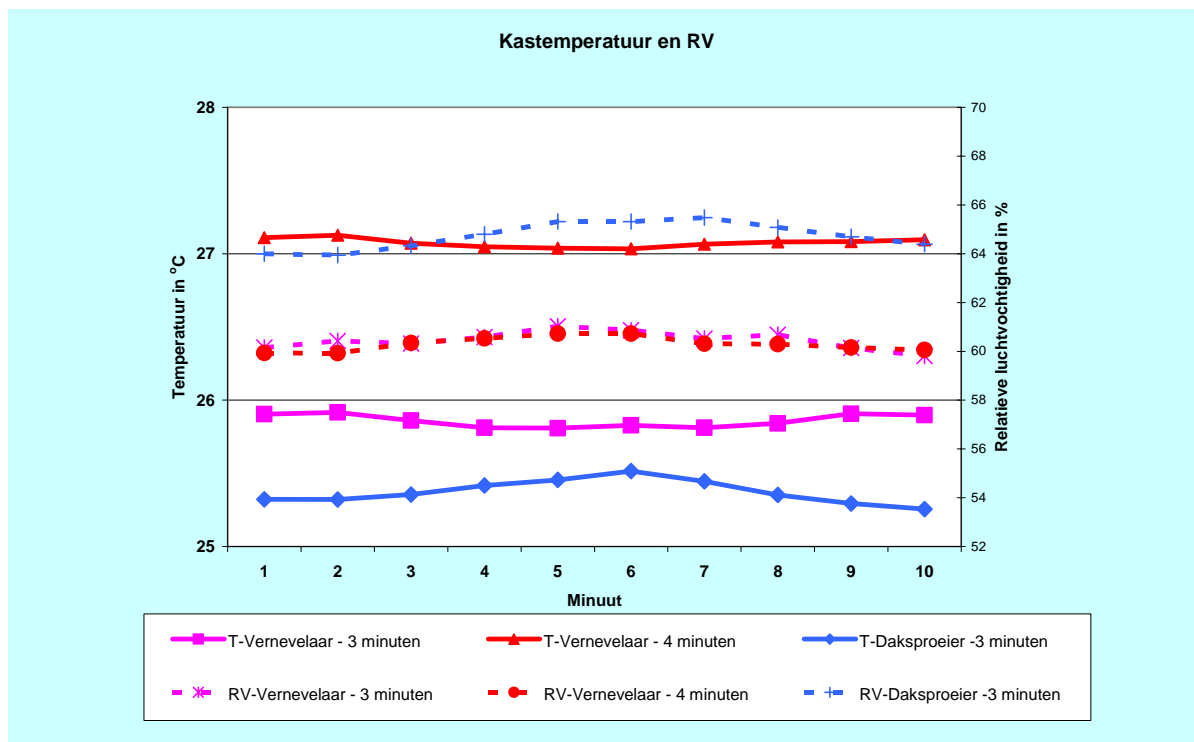
Ingrep	Wachttijd tussen beurten in minuten	Duur ingrep in minuten	Aantal beurten voor beschrijvende analyse	Aantal per RV groep							
				70 - 67.5	67.5 - 65	65 - 62.5	62.5 - 60	60 - 57.5	57.5 - 55	55 - 52.5	52.5 <
Vernevelen	10	3	43	1	5	3	10	16	5	2	1
		4	245	5	24	56	51	39	32	23	15
	12	4	1								
	13	3	1								
	17	4	7								
Daksproeien	10	3	334	27	102	117	54	26	8		
		11 en 12	3	29							
		13 en 14	3	12							
		15 en 16	3	18							
		17 en 18	3	19							
		19 en 20	3	12							

### 5.1 Cyclus duur van 10 minuten

Voor de ingrepen met een wachttijd tussen de beurten van slechts 10 minuten, dat wil zeggen 10 minuten na start van de ingrep was de relatieve luchtvochtigheid nog onder de 70%, zijn overzichten gemaakt van het verschil tussen kastemperatuur en buitentemperatuur en de luchtvochtigheid in de kas en buiten (Tabel 3). Het vernevelen of de inzet van de daksproeier vond plaats in dezelfde afdeling maar op verschillende dagen. Daardoor zijn de buiten condities niet gelijk. Het verschil tussen buitentemperatuur en kastemperatuur was geringer bij 4 minuten vernevelen, dan bij 3 minuten vernevelen. De daksproeiers gedurende 3 minuten aanzetten zat daar tussen in. De luchtvochtigheid werd door de daksproeiers het sterkste verhoogd ten opzichte van de buiten RV. Voor de verdamping is het vochtdeficit van de kaslucht belangrijk. Deze was het kleinste bij de inzet van de daksproeiers. Bij 4 minuten inzet van de vernevelaar is het vochtdeficit groter dan bij 3 minuten, dit is anders dan verwacht, maar dat wordt veroorzaakt door de verschillen in buiten klimaat. Bij de behandeling met 4 minuten is het buiten warmer en ook in de kas is de temperatuur duidelijk hoger.

Tabel 3: Gemiddelden voor globale straling, temperatuur en RV buiten en in de kas tijdens de 10 minuten die verlopen tussen twee beurten van vernevelen of inzet van een daksproeier.

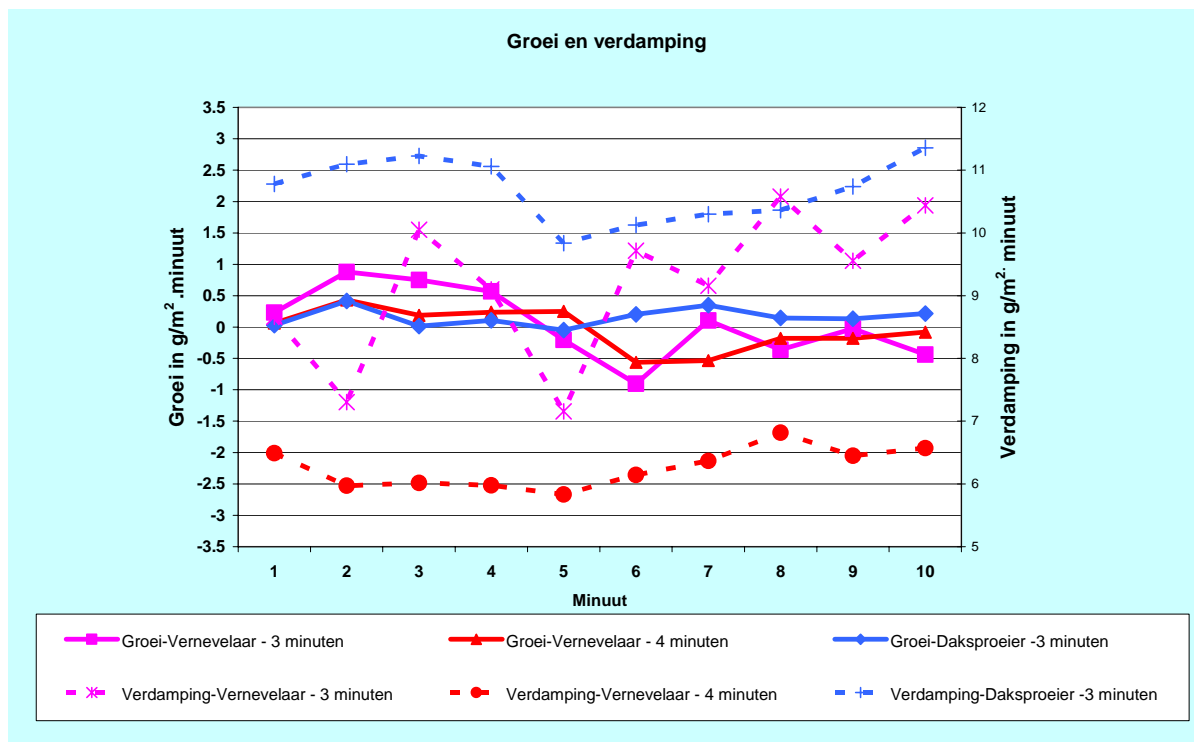
Ingrep	Globale straling in W/m <sup>2</sup>	Temperatuur in °C			RV in %			Vochtdeficit kaslucht in g/m <sup>3</sup>
		Kas	Buiten	Verschil	Kas	Buiten	Verschil	
Vernevelen 3 minuten	244	25.9	21.0	4.9	60	46	14	9.7
Vernevelen 4 minuten	196	27.1	23.5	3.6	60	53	7	10.5
Daksproeier 3 minuten	217	25.4	21.3	4.1	65	48	17	8.4



Figuur 2: Kasttemperatuur en relatieve luchtvochtigheid bij inzet van verneveling of daksproeiers bij komkommer.

Het verloop van kasttemperatuur en relatieve luchtvochtigheid is weergegeven in Figuur 2. Hierin is te zien dat de verneveling de kasttemperatuur in de 10 minuten even laat dalen en waarna deze weer oploopt tot de beginwaarde. Bij de daksproeier is dit juist anders om. Een stijging van de luchttemperatuur kan veroorzaakt worden doordat er minder energie via de luchtramen kan worden afgevoerd tijdens de periode van inzet van daksproeiers. De temperatuurverandering kan ook vertraagd zijn, omdat na inzet van de daksproeiers eerst het kasdek afkoelt. Er gaat dan enige tijd overheen voordat de kasluchttemperatuur zal dalen.

De luchtvochtigheid stijgt bij de daksproeier later dan bij de verneveling. Dit is begrijpelijk omdat het vocht van buiten de kas in de kas moet komen, terwijl bij verneveling het vocht in de kas wordt gebracht. Het effect op het gewas is gemeten met een weeggoet (Figuur 3). Bij de verneveling is na 4 en 5 minuten een daling in de groei = versgewichtstoename te zien. Dit kan te maken hebben met het op het gewas komen van vocht tijdens de beurt, dat direct na afloop snel verdampt. Bij de daksproeier is na 4 minuten een daling van de verdamping te zien, terwijl de groei niet verandert. Dit wijst op een vermindering van de verdamping. Opmerkelijk is verder dat de toename in versgewicht bij de daksproeiers tijdens alle minuten tussen twee beurten positief is, terwijl bij de nevelaar een deel van de tijd het versgewicht afneemt.



Figuur 3: Groei en verdamping bij inzet van verneveling of daksproeiers in komkommer.

De hiervoor gegeven beschrijvende analyse geeft aan dat de inzet van daksproeiers een groter effect heeft op het kasklimaat dan het gebruik van een nevelinstallatie. De grote variatie in buitencondities maakt een goede statistische analyse lastig. In het vervolg wordt meer in detail in gegaan op de variatie.

## 5.2 Effect van wachttijd bij gebruik daksproeier

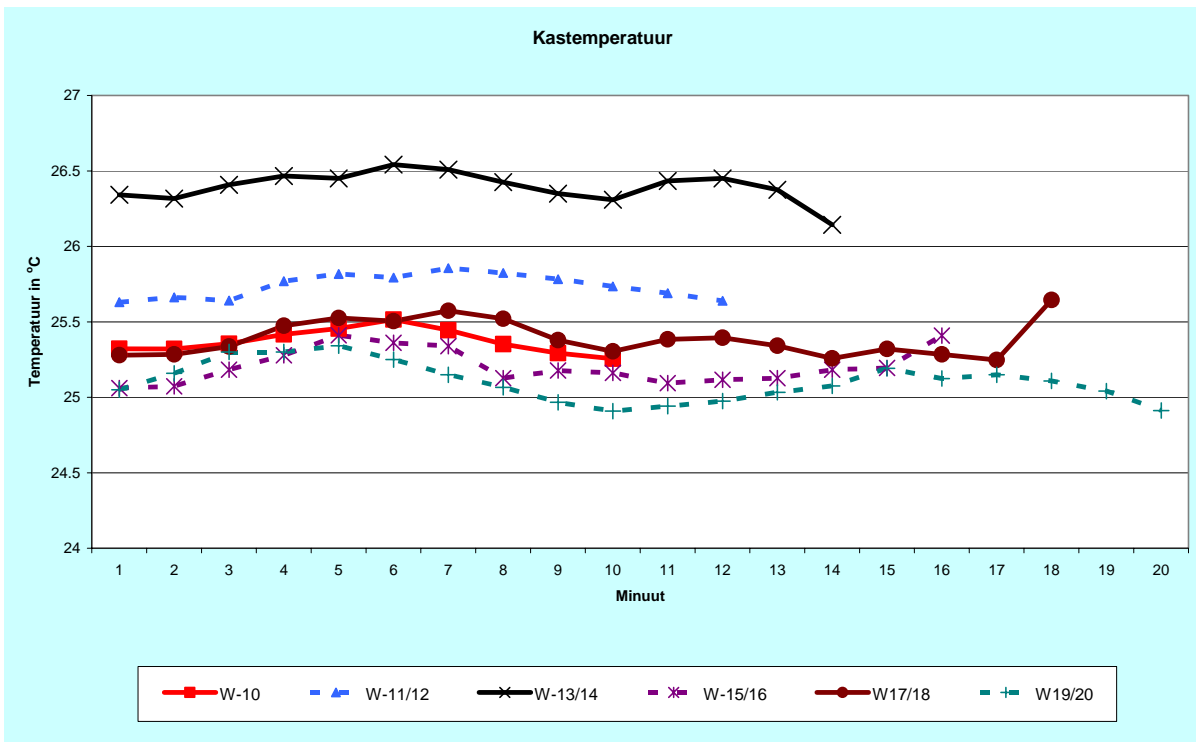
Een wachttijd tussen twee beurten van meer dan 10 minuten betekent dat de relatieve luchtvochtigheid boven de 70 % stijgt als gevolg van de inzet van de daksproeiers. Vergelijking tussen beurten met een langere wachttijd betekent omgekeerd dat de luchtvochtigheid aan het begin van deze beurten ongeveer gelijk zal zijn, namelijk iets onder de 70 %. Dit blijkt ook zo te zijn (Figuur 5). De relatieve luchtvochtigheid bij een wachttijd van 10 minuten is gemiddelde lager omdat de behandeling al direct na de minimale wachttijd terugkomt, wat betekent dat de RV onder de 70 % ligt. De temperatuur is meer afhankelijk van de buiten condities (Figuur 4). De wachttijd van 13 of 14 minuten kwam voor op momenten dat de kasttemperatuur vrij hoog was in vergelijking met de andere groepen.

De relatieve luchtvochtigheid blijkt ongeveer 4 % te stijgen ten opzichte van de beginwaarde van de RV. Alleen bij de wachttijd van 10 minuten is de gemiddelde stijging geringer.

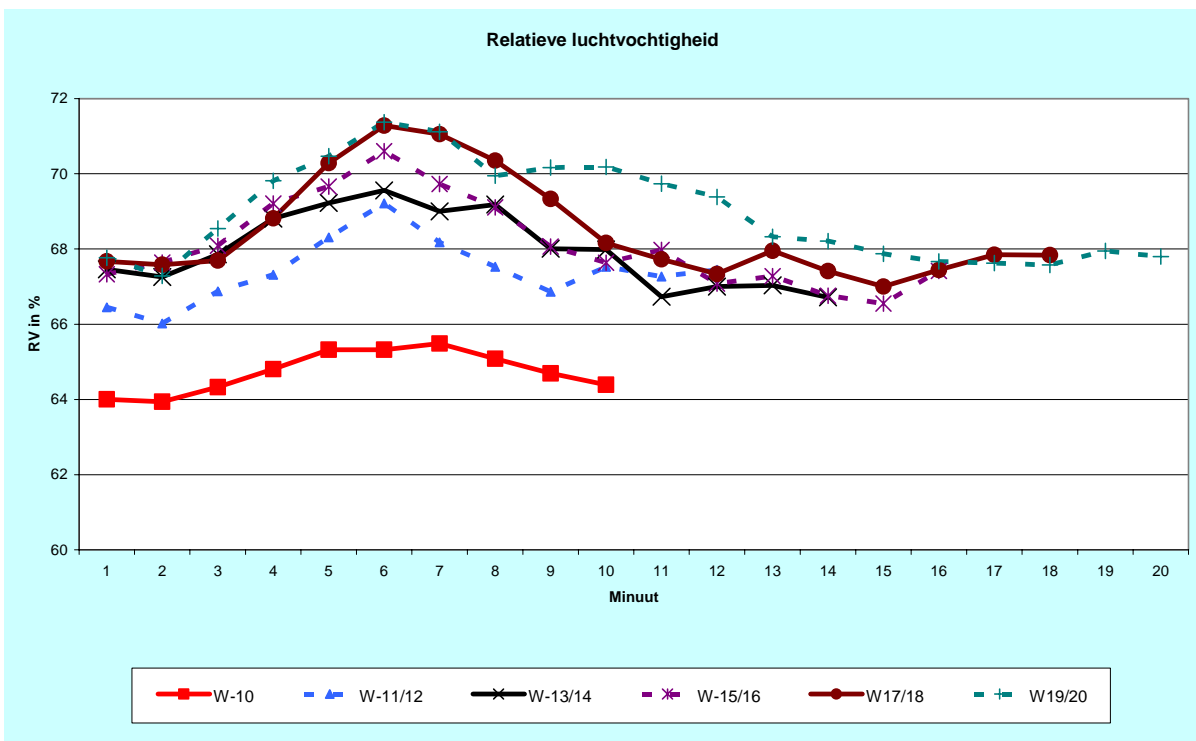
Voor groei en verdamping waren geen aan de behandelingen te relateren effecten te vinden.

De indeling naar beginniveau van de relatieve luchtvochtigheid bij een wachttijd van 10 minuten leverde geringe verschillen in kasklimaat en plant reactie op, maar ook deze verschillen waren niet overtuigend om nadere analyse zinvol te doen zijn.

Naast de effecten tijdens de cycli is gekeken naar groei per dag. Dit leverde geen duidelijk beeld op.



Figuur 4: Kasttemperatuur tijdens inzet van daksproeiers als de wachttijd tussen beurten groter of gelijk is aan 10 minuten. W1 = wachttijd 10 minuten, W- 11/12 = wachttijd is 11 of 12 minuten, W- 13/14 = wachttijd is 13 of 14 minuten, W- 15/16 = wachttijd is 15 of 16 minuten, W- 17/18 = wachttijd is 17 of 18 minuten, W- 19/20 = wachttijd is 19 of 20 minuten.



Figuur 5: Relatieve luchtvochtigheid tijdens inzet van daksproeiers als de wachttijd tussen beurten groter of gelijk is aan 10 minuten. (Voor toelichting wachttijden zie Figuur 4)

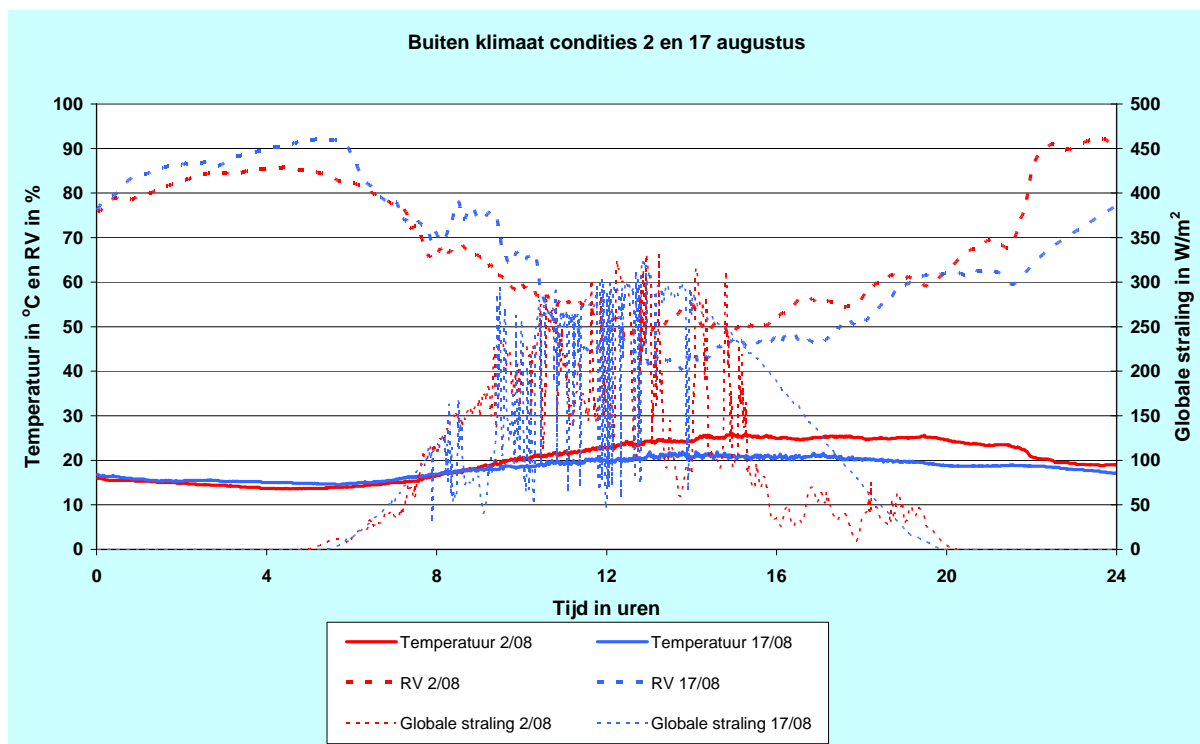
### 5.3 Vergelijk van daksproeier op 2 augustus en vernevelen op 17 augustus

De gegevens van de analyse over de hele periode geven aan dat er groter effect is te verwachten van de daksproeiers dan van de hoge druk nevelinstallatie. Uit de meetreeks van 36 dagen zijn twee dagen geselecteerd; 2 augustus en 17 augustus om met elkaar te vergelijken. Op 2 augustus werden de daksproeiers gebruikt. Op 17 augustus is de hogedruknevel installatie gebruikt met 4 minuten nevelen per beurt.

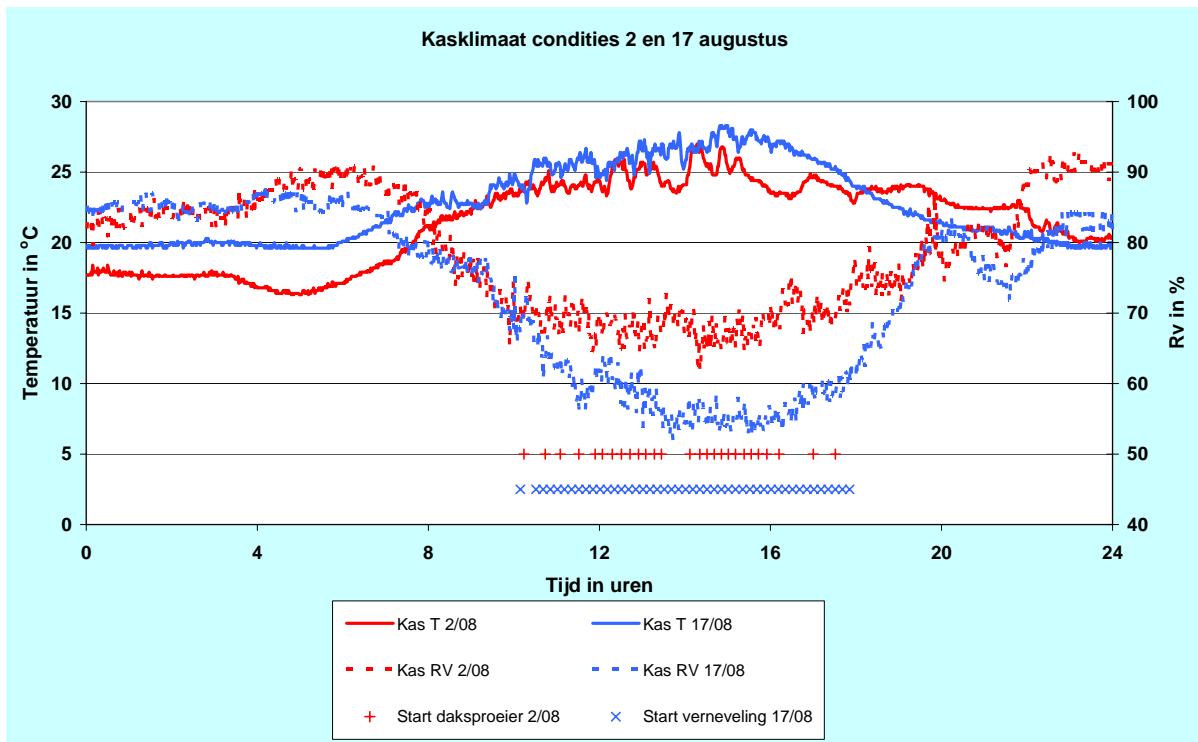
In drie figuren worden achtereenvolgens de buitenklimaat omstandigheden (Figuur 6) het kasklimaat (Figuur 7) en de groei en verdamping getoond (Figuur 8).

De buiten omstandigheden waren redelijk met elkaar vergelijkbaar, 2 augustus is iets warmer vooral in de middag, op 17 augustus is er meer zon in de middag. De luchtvochtigheid is op 17 augustus 's middags ook iets lager. Ondanks de hogere buitentemperatuur is de kasttemperatuur op 2 augustus duidelijk lager dan op 17 augustus en de luchtvochtigheid in de kas is duidelijk hoger. Op 17 augustus is de nevelinstallatie vaak aangezet, maar het effect op het kasklimaat is kleiner, dan het effect van de daksproeiers op 2 augustus. Nu kan dit komen door de grotere hoeveelheid licht op 17 augustus in de middag, maar de buitentemperatuur zou juist anders om werken.

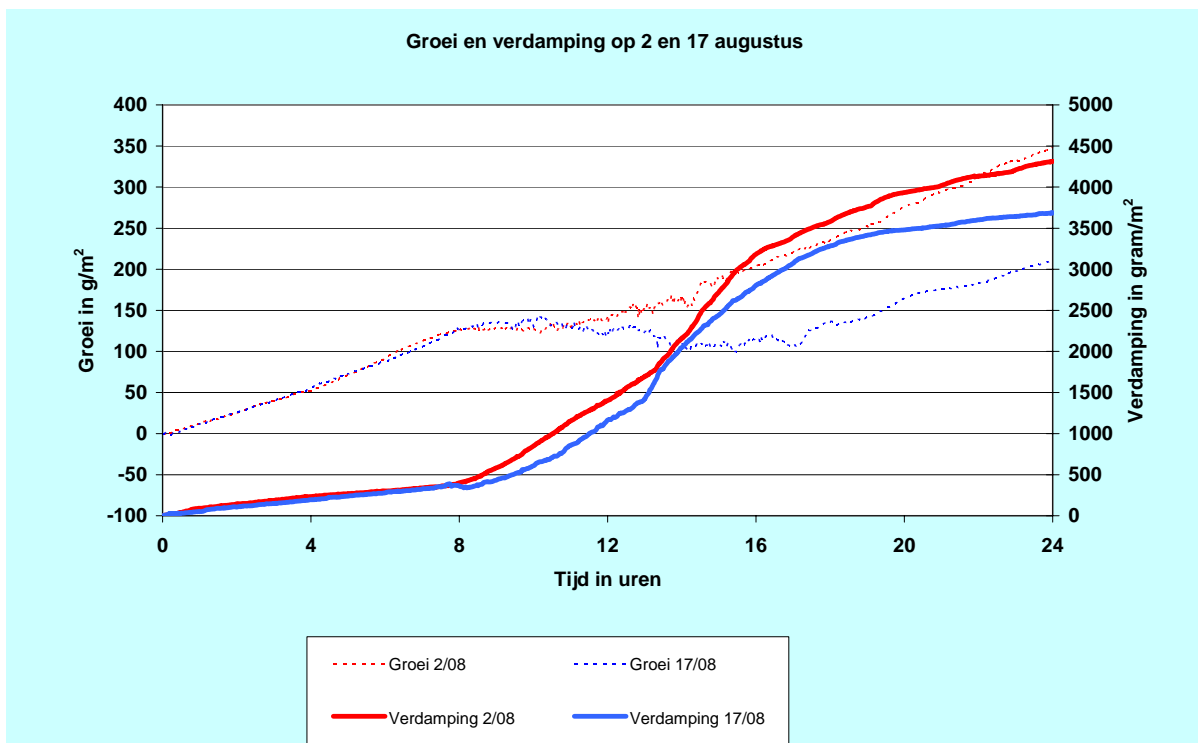
Tot slot is in de groei en verdamping duidelijk zichtbaar dat de groei op 17 augustus achterblijft bij die op 2 augustus. Terwijl op 2 augustus de verdamping groter is. Dit wijst er op dat de daksproeiers op 2 augustus stress effecten op groei hebben voorkomen, terwijl op 17 augustus de plant door vocht tekort minder kon groeien. Andere oorzaken kunnen voor het verschil kan zijn het aantal vruchten aan de plant en de bladconditie aan het einde van de teelt. Duidelijk moet worden opgemerkt dat het twee bewust gekozen dagen zijn, die de trend illustreren. Voor een goede analyse zou onderzoek met gelijktijdige behandelingen nodig zijn.



Figuur 6: Buitenklimaat condities op 2 en 17 augustus 2001



Figuur 7: Het kasklimaat op 2 en 17 augustus



Figuur 8: Cumulatieve groei en verdamping op 2 en 17 augustus. 2 augustus inzet daksproeier. 17 augustus inzet verneveling



## 5.4 Conclusie over effect vernevelaar en daksproeier.

De verneveling had in dit experiment een geringer effect op het kasklimaat dan de daksproeier. Vooral het vochtdeficit bij gebruik van de daksproeier (ca 8.5 g/m<sup>3</sup>) was kleiner dan bij gebruik van de nevelinstallatie (ca 10 gram/m<sup>3</sup>). Dit verkleint de verdamping en is gunstig om stress te voorkomen.

In de analyse is gekeken naar het korte termijn effect van de behandelingen. Deze bleken bij de daksproeier duidelijker waarneembaar dan bij de nevelinstallatie. De daksproeiers verhogen in de proef de relatieve luchtvochtigheid met 4%. De vernevelaars verhogen de relatieve luchtvochtigheid met 2%.

De effecten van verneveling en daksproeiers kunnen gedemonstreerd worden met de gegevens van 2 en 17 augustus 2001.

# Literatuur

Blok, C. en A. de Gelder, 2004

Weeggoten op praktijkbedrijven. PPO- Glastuinbouw, Naaldwijk. Projectrapport 41600048, 48 pp.

Janse, J., 2001

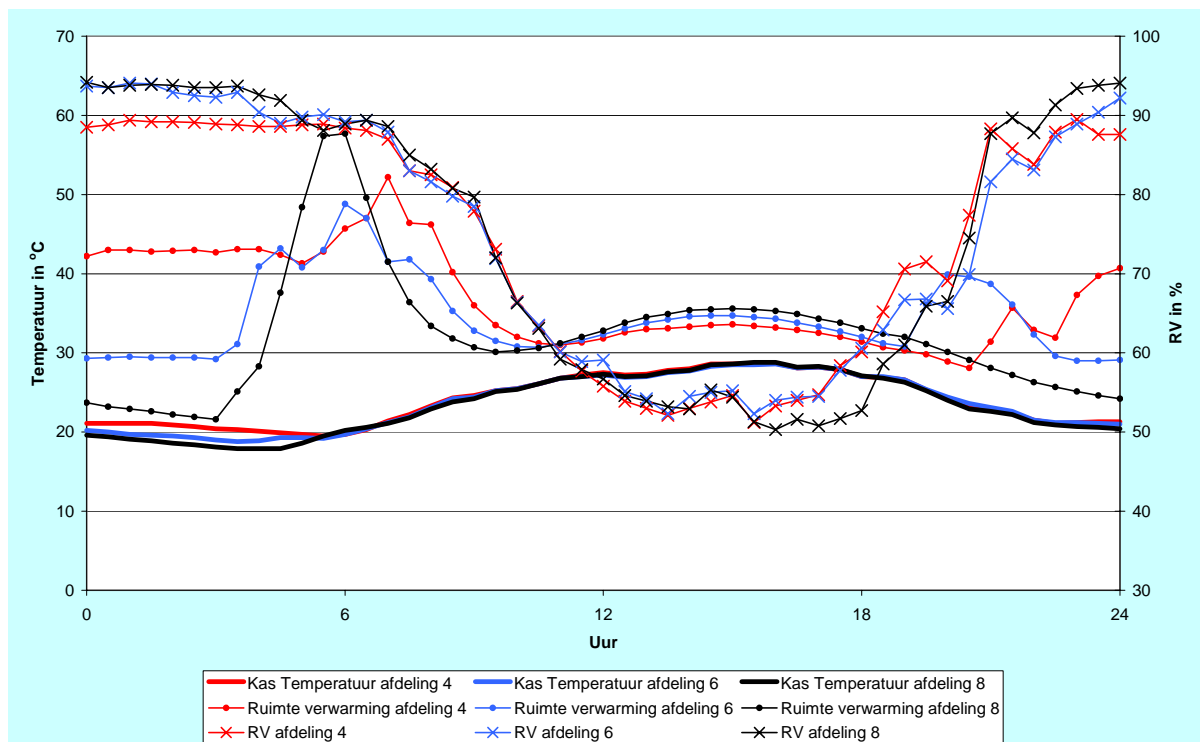
Onderzoek minimale temperatuurgrenzen bij komkommer. Temperatuurproef 2000-2001, PPO- Glastuinbouw Naaldwijk. Projectrapport GT 11011, 25 pp

Graaf, R. de, M. Roos en C. Blok, 2004

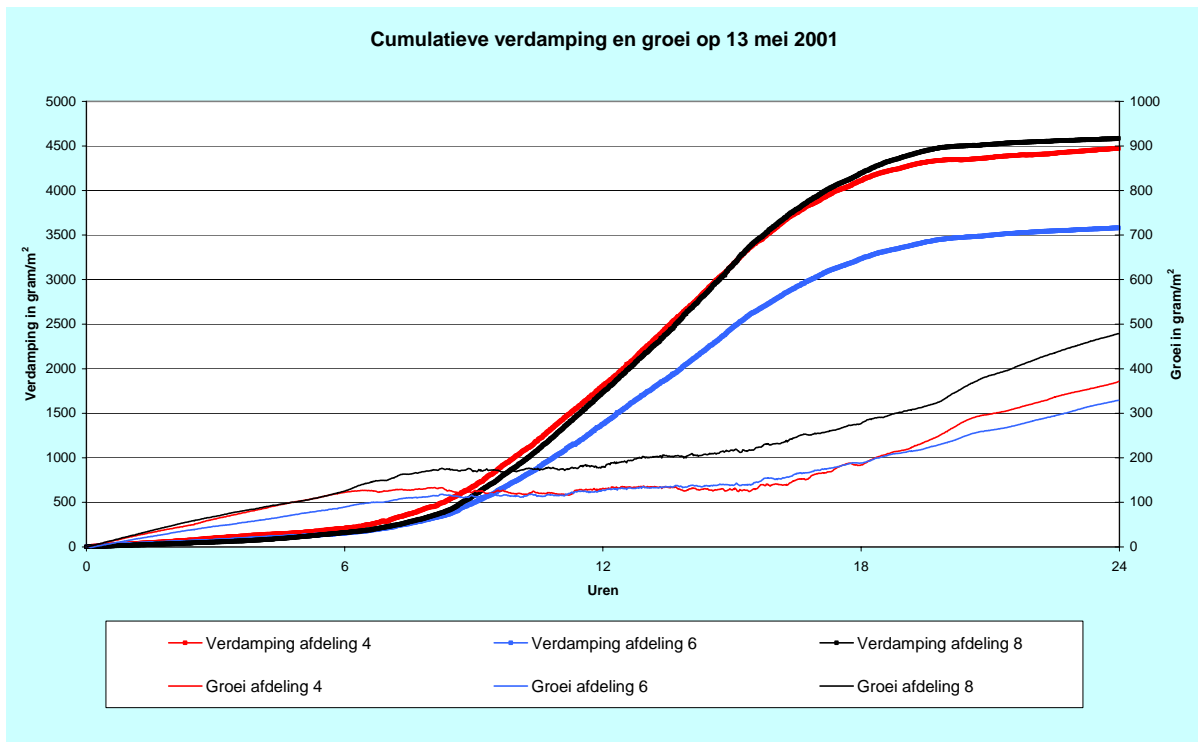
De waterhuishouding bij belichte komkommers. PPO- Glastuinbouw Naaldwijk 36 pp.

## Bijlage 1: Gegevens 13 mei 2001

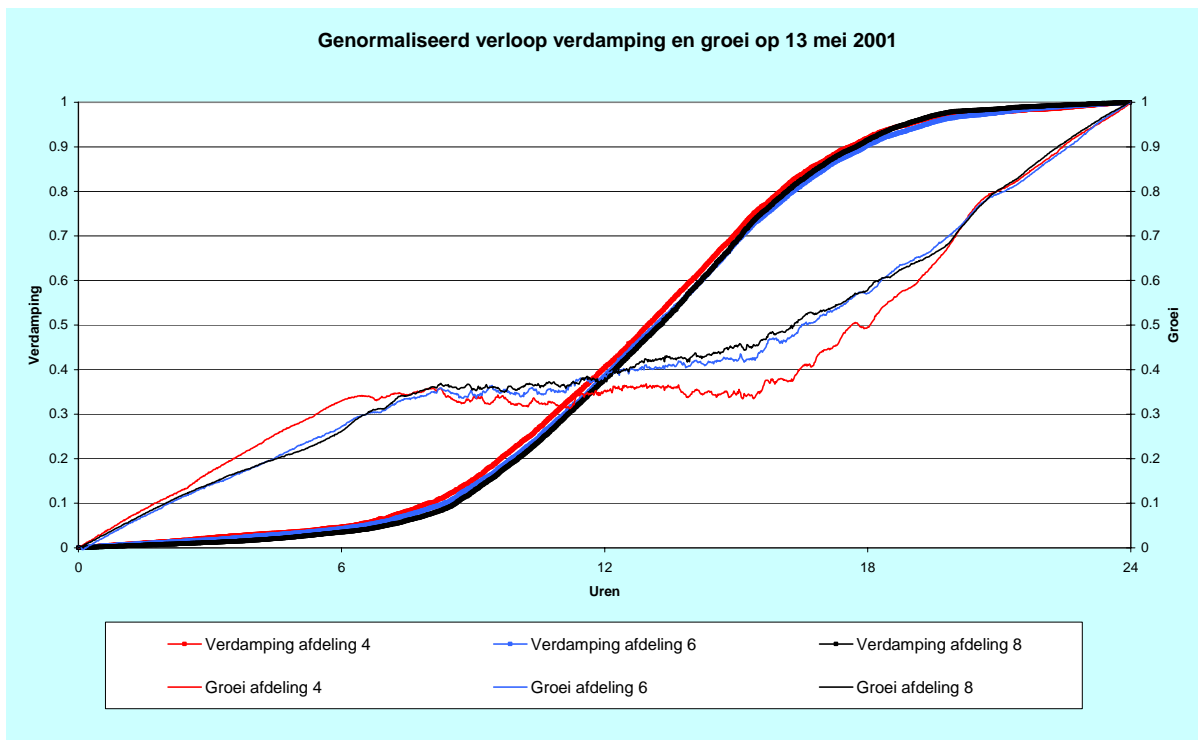
In onderstaande figuren wordt van de afdelingen 103-4, 103-6 en 103-8 het kasklimaat en de gemeten verdamping en groei gegeven. De verdamping en groei zijn naast absolute waarden ook gegeven als relatief deel van de totale verdamping of groei op die dag. Daaruit blijkt dat de verdamping in alle drie de afdelingen een nagenoeg gelijk patroon doorloopt. De groei in afdeling 4 was in de nacht relatief groter dan in afdelingen 6 en 8. Mogelijk is dit het gevolg van de iets hogere kasttemperatuur die in deze nacht werd gerealiseerd.



Bijlage 1 Figuur 1: Verloop kasttemperatuur, relatieve luchtvochtigheid en buistemperatuur in drie afdelingen met komkommer op 13 mei 2001.



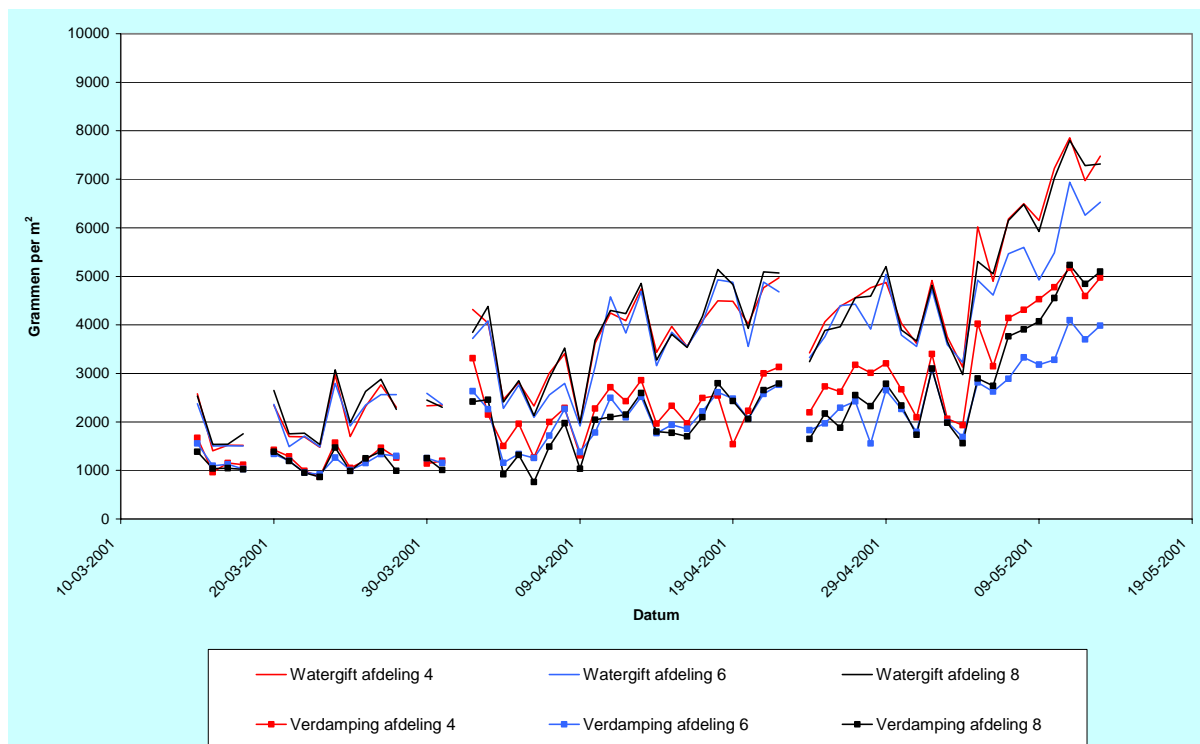
Bijlage 1 Figuur 2: Cumulatieve verdamping en groei in drie afdelingen met komkommer op 13 mei 2001.



Bijlage 1 Figuur 3: Genormaliseerd verloop van de cumulatieve verdamping en groei in drie afdelingen met komkommer op 13 mei 2001.

## Bijlage 2: De dagsom van watergift en verdamping in de periode maart-mei 2001

De dagsom voor watergift en verdamping voor de drie afdelingen met komkommer vertoont een vergelijkbaar verloop. Afdeling 6 krijgt aan het einde iets minder water. Dit kan het gevolg zijn van de mindere verdamping, omdat daardoor meer drain ontstaat die voor een feedback op de watergift zorgt. De mindere verdamping kan het gevolg zijn van minder verdampend bladoppervlak. Bij meting van watergift, verdamping en drain moeten de planten die gemeten worden representatief zijn voor de gehele kas.



Bijlage 2 Figuur 1: Watergift en verdamping in de periode maart – mei in drie afdelingen met komkommer.