



Het nieuwe telen Gerbera 2009-2011

Onderdeel rapport: Klimaat en techniek in detail

Arie de Gelder, Mary Warmenhoven



Referaat

Voor het nieuwe telen Gerbera is gedurende 2 jaar onderzoek gedaan. De installatie en de werking van onderdelen daarvan is afzonderlijk bekeken en beschreven. Het bleek dat het uitblaas patroon van de luchtslangen belangrijk is voor een goede verdeling van de droge lucht door het gewas. Het drogende effect van buitenlucht werd duidelijk aangetoond. De temperatuur verdeling en luchtvochtigheid rond de plant is intensief gevolgd. In het hart van de plant is het moeilijk om de luchtvochtigheid te verlagen. Bij geforceerde ventilatie, waarbij geen minimumbuis wordt gebruikt is de temperatuur rond de wortel lager. Daarom is een beknopte literatuurstudie toegevoegd over wortel temperatuur. Tenslotte is het effect van toepassing van een nivolator beschreven. In Gerbera heeft een nivolator vooral effect op het klimaat boven het gewas en niet op het gewas er onder.

Abstract

For the next generation cultivation Gerbera is for two years studied. The installation and operation of components is described and analyzed separately. It appeared that the discharge pattern of the air tubes is important for a good distribution of the dry air through the crop. The effect of dry air was clearly demonstrated. The temperature distribution and humidity around the plant is closely monitored. At the heart of the plant is difficult to reduce the humidity. With forced ventilation and no use of the minimum pipe, the temperature around the roots lower than in a normal system. Therefore, a brief literature review is added about root temperature. Finally, the effect of applying a nivolator is described. Gerbera in a nivolator impact mainly on the climate over the crop and not the crop underneath.

© 2011 Wageningen, Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek (DLO).

Wageningen UR Glastuinbouw

Adres : Violierenweg 1, 2665 MV Bleiswijk
: Postbus 20, 2665 ZG Bleiswijk
Tel. : 0317 - 48 56 06
Fax : 010 - 522 51 93
E-mail : glastuinbouw@wur.nl
Internet : www.glastuinbouw.wur.nl
Internet : www.ppo.wur.nl

Inhoudsopgave

1	Inleiding	5
1.1	Materiaal en methoden	5
2	Uniformiteit van temperatuur en relatieve luchtvochtigheid	9
2.1	Periode 23/9/2009 – 29/9/2009	9
2.1.1	Omstandigheden	9
2.1.2	Klimaat bij de bloem en tussen het gewas	10
2.1.3	Klimaat per gewasrij	11
2.1.4	Conclusie periode I	12
2.2	Periode 22/10/2009 – 28/10/2009	13
2.2.1	Omstandigheden	13
2.2.2	Conclusie periode II	15
2.3	Periode 30/1/2010 – 5/2/2010	15
2.3.1	Omstandigheden	15
2.3.2	Conclusie periode III	17
2.4	Periode 25/2/2010 – 3/3/2010	17
2.4.1	Omstandigheden	17
2.4.2	Conclusie periode IV	19
2.4.3	Conclusie temperatuur en vochtmetingen	20
2.5	Effect van uitblaasopening	20
2.6	Luchtsnelheid meting in Gerbera.	22
2.6.1	Werkwijze	22
2.6.2	Resultaten.	24
2.6.3	Conclusies luchtsnelheid meting	26
2.7	Verticale temperatuur verdeling	27
2.7.1	Conclusies voor verticaal temperatuur profiel	31
3	Luchtbehandeling unit, CO ₂ en energie verlies	33
4	Literatuurstudie rhizoomtemperatuur bij Gerbera	37
4.1	Literatuur	43
5	Lichtverlies door zonnescherm	45
6	Klimaat metingen in najaar 2010	47
6.1	Vocht regeling op onderste meetbox	47
6.2	Invloed Nivulator op vochtigheid bij de plant	48
6.3	Verticale temperatuur gradiënt	49

1 Inleiding

Bij het onderzoek van Het Nieuwe Telen Gerbera stond energiebesparing met behoud van productie en kwaliteit centraal. De energiedoelstelling moest gerealiseerd worden door selectiever belichten, meer uren schermen en gebruik van een dubbel scherm en vochtbeheersing met gewasventilatie. De opzet van het experiment, de opbouw van de installatie en de hoofdlijnen van de resultaten van het onderzoek worden beschreven in afzonderlijke rapporten. In dit rapport wordt ingegaan op de meer technische aspecten en detailmetingen aan het klimaat om het functioneren van de installatie en het effect op het microklimaat te beoordelen.

De centrale vragen daarbij zijn:

- wat betekent de veranderde installatie en de toepassing daarvan onder verschillende buitenklimaat omstandigheden voor het microklimaat – temperatuur, luchtvochtigheid en luchtbeweging - rond het gewas.
- welk effect is er op de temperatuurverdeling in de afdeling.

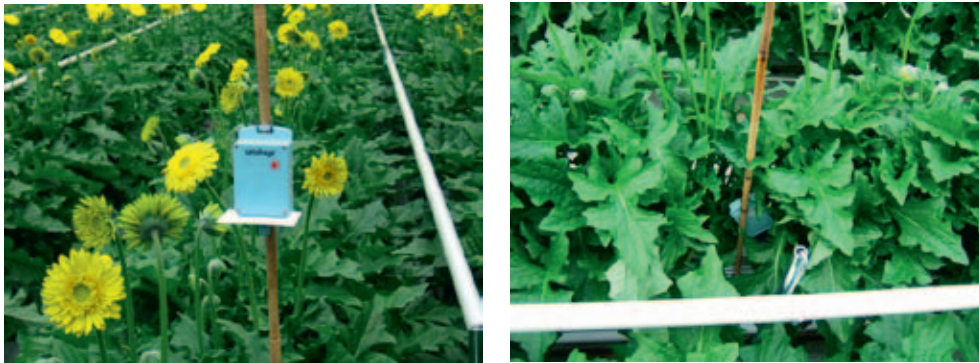
Dit verslag beschrijft de resultaten van:

- Temperatuur en relatieve luchtvochtigheid bij het gewas
- Ruimtelijke temperatuur verdeling
- Effect van plaats van de uitblaasopening in de slurf op de luchtstroming gemeten met windsnelheidssensoren
- Effect van nivulator of kasluchtcirculatie op temperatuur profiel.

1.1 Materiaal en methoden

Voor het meten van temperatuur en relatieve luchtvochtigheid rond het gewas is gebruik gemaakt van WiSensys sensoren zoals toegepast door Balendonck in het project Smart DUST 3 (Meting van ruimtelijke verdeling van temperatuur en RV met behulp van draadloze minisensoren (Smart Dust) Balendonck *et al.* 2010). Deze sensoren met Temperatuur en RV, zijn niet geventileerd en geven het signaal draadloos door naar een centrale computer. De sensoren zijn vooraf gedurende minstens een week onderling onder kasomstandigheden vergeleken. Alleen sensoren met vergelijkbare meetresultaten zijn ingezet. De gegevens worden vastgelegd als momentane metingen per 5 minuten. Het zijn puntmetingen die niet gedempt worden. Omdat de sensoren niet-geventileerd zijn, warmen ze op door instraling en meten dan een hogere temperatuur dan de locale kasluchttemperatuur meting met een geventileerde box aangeeft. Bij de bespreking van de resultaten zal de nadruk liggen op momenten dat de relatieve luchtvochtigheid kritisch hoge waarden ($> 90\%$) bereikt. Dat is veelal bij somber weer, 's morgens vroeg of 's avonds als de instraling geen grote invloed heeft.

De WiSensys sensoren zijn in de lengte van drie gewasrijen op 4 plaatsen opgehangen. Op elke locatie hing een sensor op bloemhoogte boven het gewas, een sensor aan de padzijde tussen het gewas net boven de potrand en een sensor aan binnenzijde (slurfzijde) ook in het gewas net boven de potrand. De drie gewasrijen zijn rij 3 met Okidoki, rij 9 met Kimsey en rij 15 met Suri. Omdat bij rij 11 van Kimsey de slurf op 30 november vervangen is door een slurf met uitblaasopeningen op 5 voor 1, zijn ook sensoren ter hoogte van de pot opgehangen in rij 11 bij Kimsey. In rij 7 bij Kimsey is gelijktijdig een slurf gemonteerd met uitblaasopeningen op 10 voor 2 en zijn eveneens sensoren opgehangen aan weerszijden van de pot.



Figuur 1. Voorbeelden van posities van de WiSensys sensoren voor meting van temperatuur en relatieve luchtvochtigheid.

De plattegrond van de afdeling is als volgt:

H O O F D P A D	Oostzijde					B U I T E N Z I J D E L B U
	gewasrij	cultivar	Slurftype	sensoren	aanduiding	
	1	Okidoki	15v3			
	2	Okidoki	15v3			
	3	Okidoki	15v3	Bl,Gs	Links	
	4	Okidoki	15v3			
	5	Okidoki	15v3			
	6	Okidoki/Kimsey	15v3			
	7	Kimsey	15v3à10v2	Gs,Gp	10v2	
	8	Kimsey	15v3			
	9	Kimsey	15v3à 5v1	Bl,Gs,Gp	midden, 5v1	
	10	Kimsey	15v3			
	11	Kimsey	15v3	Gs,Gp	15v3	
	12	Kimsey/Suri	15v3			
	13	Suri	15v3			
	14	Suri	15v3			
	15	Suri	15v3	Bl,Gs	Rechts	
	16	Suri	15v3			
17	Suri	15v3				
Westzijde						

Langs de gevels aan oost en westzijde is een pad. De kolommen die de tralies dragen staan in de gewasrijen 6 en 12.

Verklaring:

Slurftype met uitblaasopening:

5v1 = 5 voor 1 vanaf 30 november 2009

10v2 = 10 voor 2 vanaf 30 november 2009

15v3 = kwart voor 3

Sensoren:

Bl = bloemhoogte

Gs = tussen gewas aan slurfzijde van pot

Gp = tussen gewas aan padzijde van pot

Voor het functioneren van de technische installatie is zoveel mogelijk gebruik gemaakt van metingen via temperatuur sensoren die in de installatie zijn ingebouwd. Zonodig zijn deze metingen aangevuld met metingen via de WiSensys sensoren.

Voor luchtsnelheidsmetingen is gebruik gemaakt van 3 Omnidirectional Research Ultrasonic Anemometers (Gill Instruments). Deze zijn in de kas op verschillende plaatsen gebruikt. Deze luchtsnelheidsmeters kunnen veranderingen in de geluidssnelheid door de lucht meten en daaruit de snelheid en richting van de luchtbeweging bepalen.

De plaatsing van de sensoren wordt bij de resultaten van verschillende voorbeeld sessies besproken.

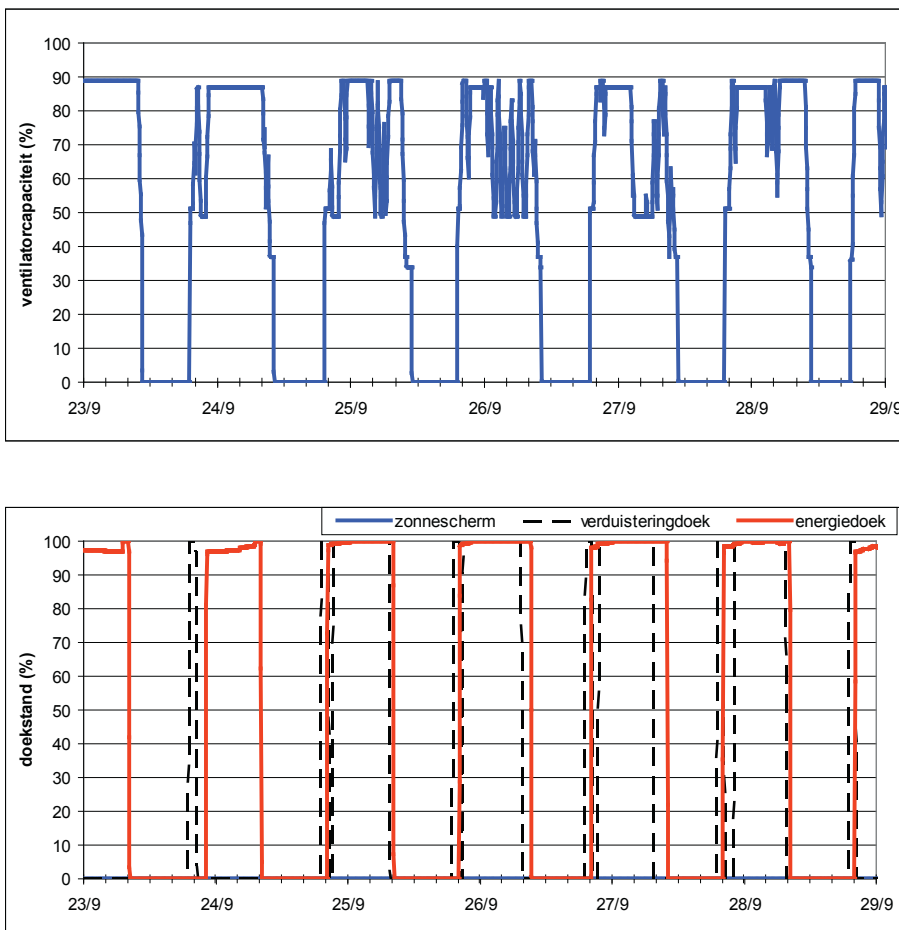
2 Uniformiteit van temperatuur en relatieve luchtvochtigheid

In de loop van de proef zijn heel veel gegevens verzameld over de verdeling van de temperatuur en relatieve luchtvochtigheid. In de volgende paragrafen wordt voor een aantal periodes deze verdeling gegeven in lijn grafieken om het verloop in de tijd te illustreren. Het zijn voorbeelden waarin karakteristieke elementen kunnen worden toegelicht. Door in te zoomen op een periode wordt meer in detail zichtbaar wat er gebeurt. Deze details zijn in jaar overzichten niet te zien.

2.1 Periode 23/9/2009 – 29/9/2009

2.1.1 Omstandigheden

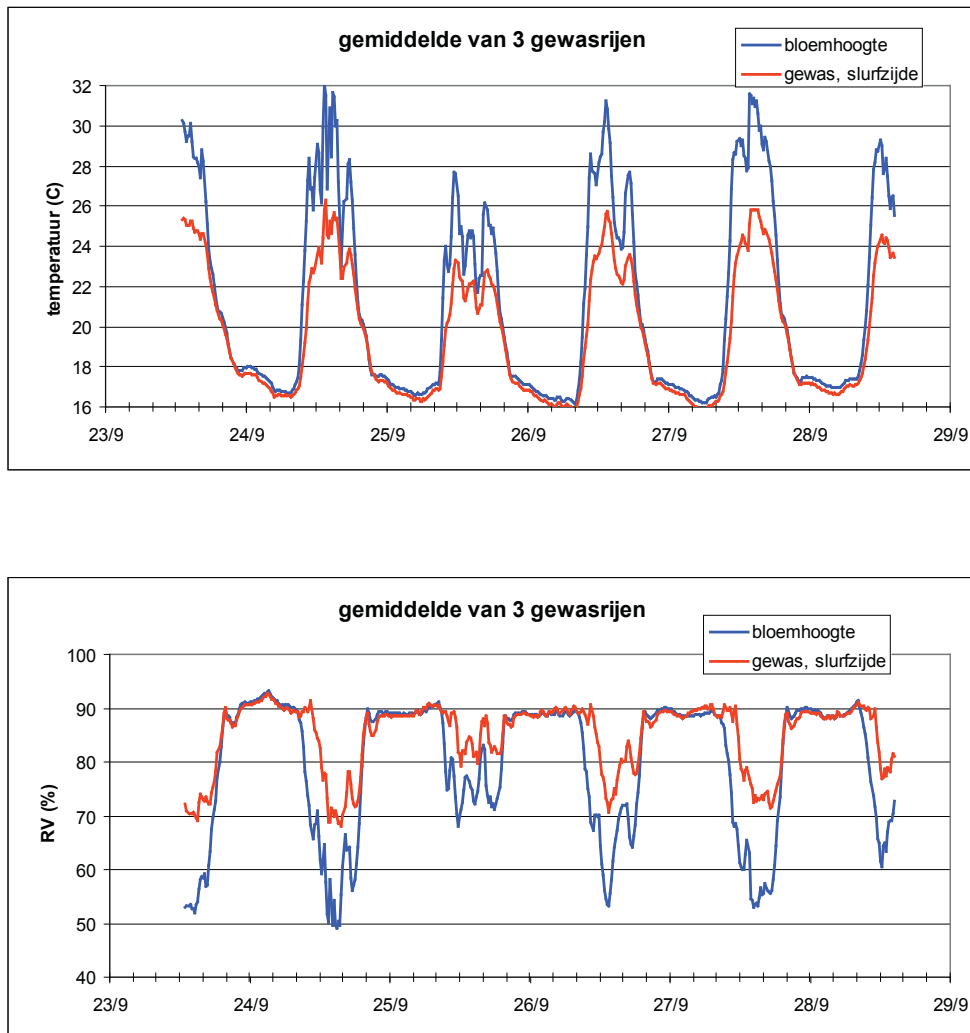
Er is geen warmtevraag geweest. De berekende buistemperatuur is 0. De gewasventilatie ging aan op basis van de regeling op VD, in de middag als de temperatuur daalt is geen gewasventilatie gebruikt. Het zonnescherm is niet gebruikt. Het verduisteringsdoek is voor daglengte gebruikt, maar in de nacht op basis van buitentemperatuur weer opgestuurd. Het energiedoek ging dicht om de temperatuur te handhaven. De keuze voor het energiedoek in plaats van het verduisteringsdoek is ingegeven door het feit dat het energiedoek meer vocht doorlatend is.



Figuur 2. Ventilator en doekstanden in de meetperiode.

2.1.2 Klimaat bij de bloem en tussen het gewas

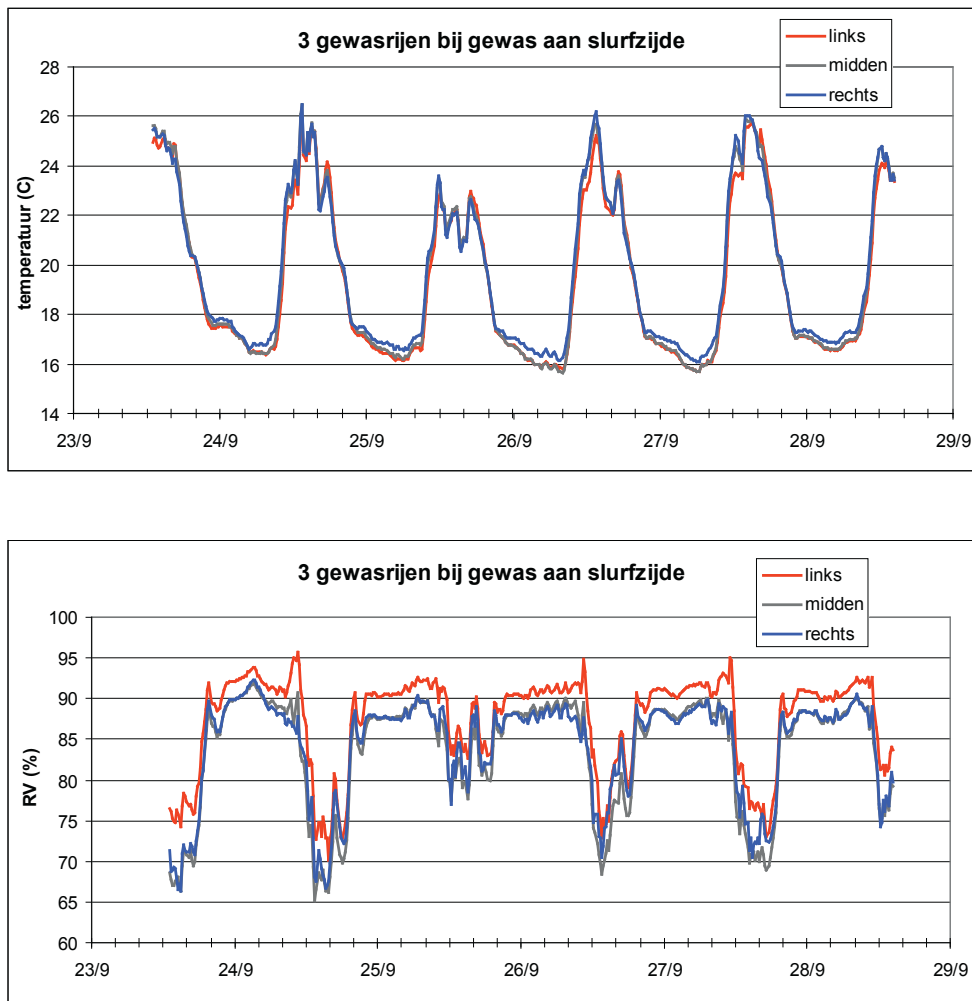
De gerealiseerde temperatuur en relatieve luchtvochtigheid op bloemhoogte is vergeleken met de temperatuur tussen het gewas aan de slurfzijde. Figuren geven gemiddelde per 15 minuten van 12 sensoren (3 gewasrijen – 4 posities). Onder de figuren wordt een toelichting gegeven over wat met de figuren wordt weergegeven.



Figuur 3. RV en temperatuur in de meet periode.

's Nachts is de temperatuur tussen het gewas aan de slurfzijde iets lager (enkele tienden van een graad) dan op bloemhoogte. Overdag neemt de temperatuur flink toe, waarbij het effect van directe opwarming door instraling op de sensoren op bloemhoogte duidelijk zichtbaar is. De verschillen in RV tussen "slurfzijde" en "bloemhoogte" zijn minimaal. Op 27/9 is de RV van "slurfzijde" iets hoger, als gevolg van een iets lagere temperatuur. Aan het einde van de dagperiode zien we het omgekeerde. Op "bloemhoogte" daalt de temperatuur iets sneller dan aan "slurfzijde", waardoor op dat moment de RV op "bloemhoogte" iets hoger is dan aan "slurfzijde".

2.1.3 Klimaat per gewasrij



Figuur 4. Temperatuur en RV voor 3 gewasrijen in de meetperiode.

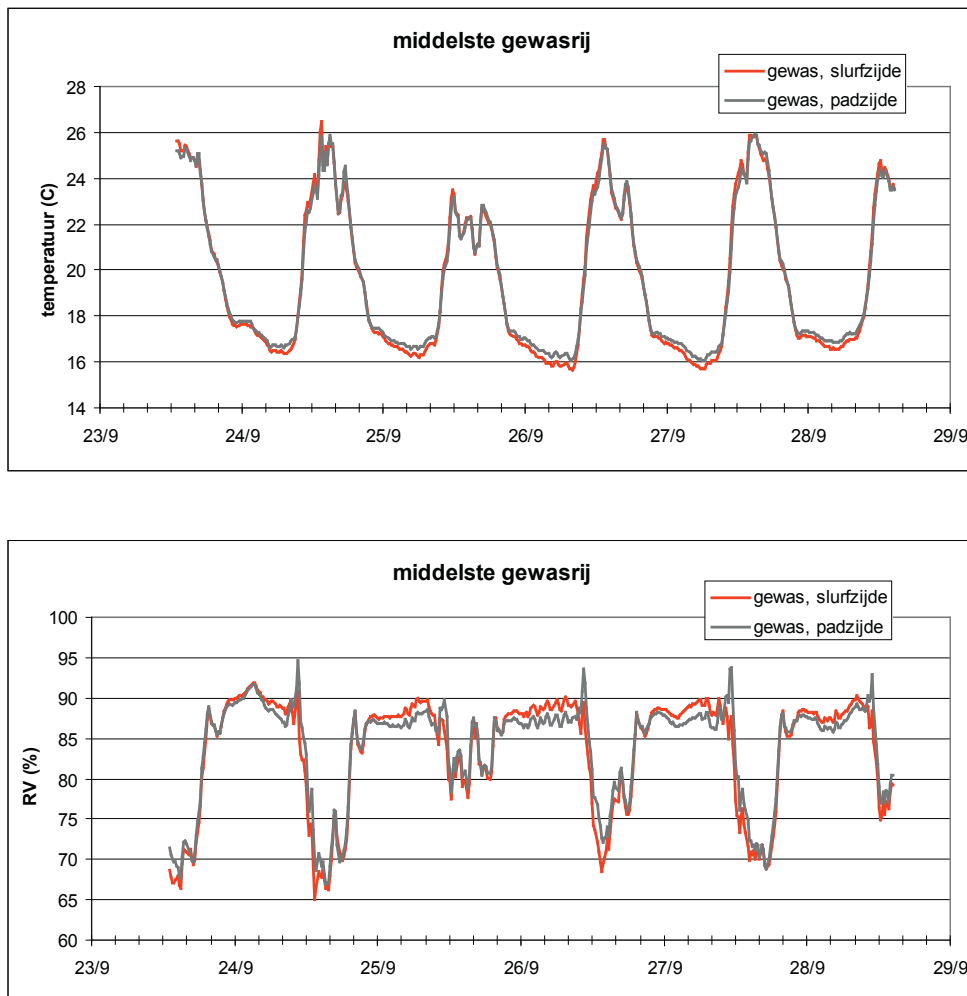
Als meer wordt ingezoomd op de verschillen in de kas dan is aan de rechterkant van de kas de temperatuur 's nachts enkele tienden hoger dan in het midden en links. Het verschil in de nacht kan het gevolg zijn van de temperatuur in de afdeling grenzend aan de afdeling met Gerbera.

De RV is 's nachts links hoger dan in het midden en rechts. Bij het opstoken ontstaat er soms een RV piek aan de linkerzijde. Dit is het gevolg van een tussengevel. Deze gewasrij warmt iets trager op.

Het is niet aannemelijk om verschillen in temperatuur en relatieve luchtvochtigheid aan de plantopbouw van de verschillende cultivars toe te wijzen. De verschillen tussen de gewasrijen zijn minimaal, zodat gesproken kan worden van een uniform klimaat in de afdeling. De verschillen op bloemhoogte zijn nog geringer dan bij de slurven.

Als de gegevens worden gegroepeerd van hoofdpad naar achter in de afdeling dan is de conclusies: Bij de slurf tussen het gewas is een trend te zien dat 's nachts bij het hoofdpad het iets warmer (0.1 °C) is dan aan de achtergevel. Bij de achtergevel is de RV iets hoger (1 à 2%).

Met de WiSensys is tussen het gewas aan de slurfzijde en aan de padzijde gemeten. Voor de middelste gewasrij (rij 9 met Kimsey) zijn de gegevens van temperatuur en RV voor de beide zijden weergegeven.



Figuur 5. Temperatuur en RV aan beide zijden van de “slurf” van de gewasventilatie.

Aan de “slurfzijde” is de temperatuur 's nachts enkele tienden graden lager dan aan de “padzijde” nabij het gewas. Dit temperatuurverschil kan niet verklaard worden door warmte van het hoofdnet, want die was uit.

Het gevolg van het temperatuurverschil is dat de RV aan de “slurfzijde” nabij het gewas 's nachts iets hoger is. Op het moment van temperatuurstijging in de ochtend warmt de “padzijde” iets trager op, waardoor de RV kortstondig stijgt. Op dat moment wordt de ventilator van de gewasventilatie (LBU) uit gezet, omdat de RV gemeten bij de regelmeetbox al voldoende laag is. Het verschil in temperatuur en RV is opmerkelijk omdat de afstand tussen de sensoren beperkt is. De reden voor het verschil moet liggen in de gemeten luchtbeweging tussen het gewas.

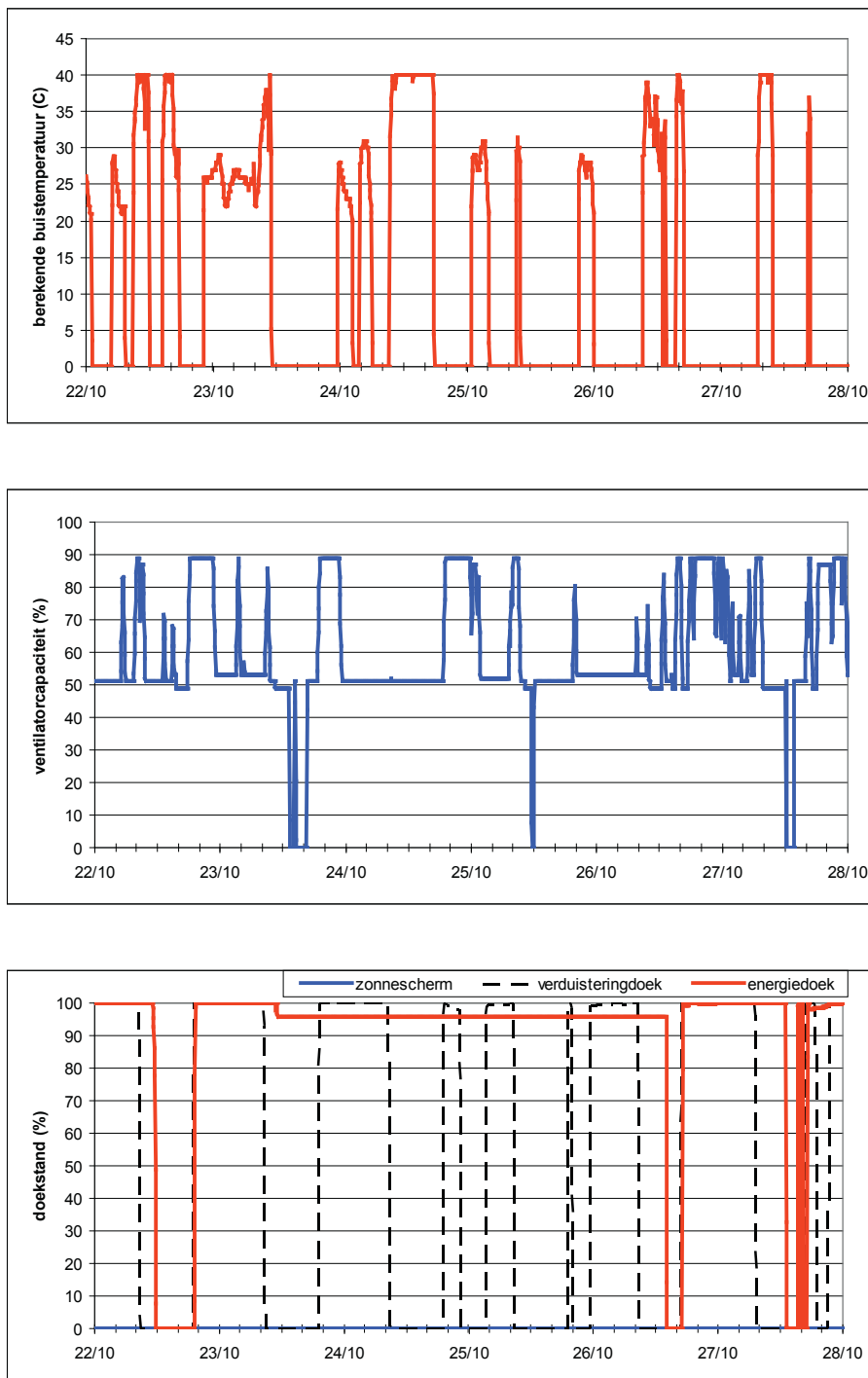
2.1.4 Conclusie periode I

In de periode van 23 tot en met 29 september waarin geteeld is zonder dat verwarming aanging, was de temperatuur en RV verdeling in de kas uniform met slechts zeer kleine verschillen. Het grootste verschil – ca 0.2 °C en ca 3% RV wordt gemeten tussen het gewas aan weerszijden van de pot.

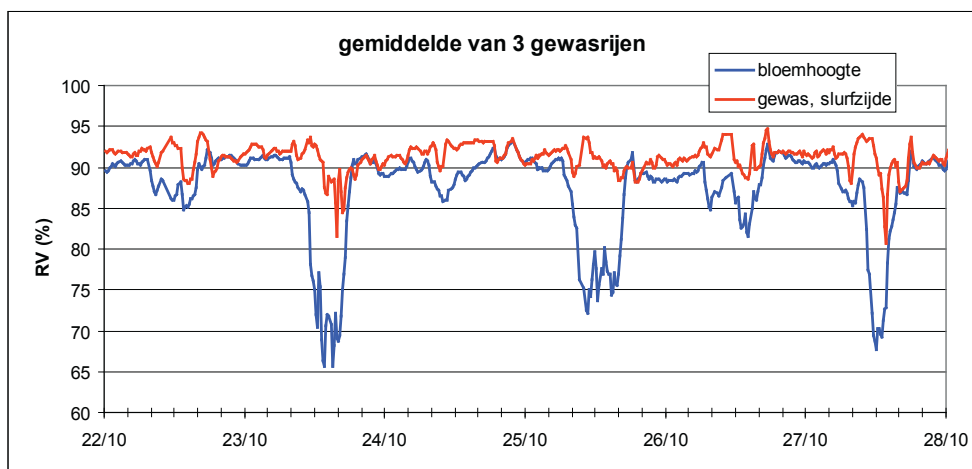
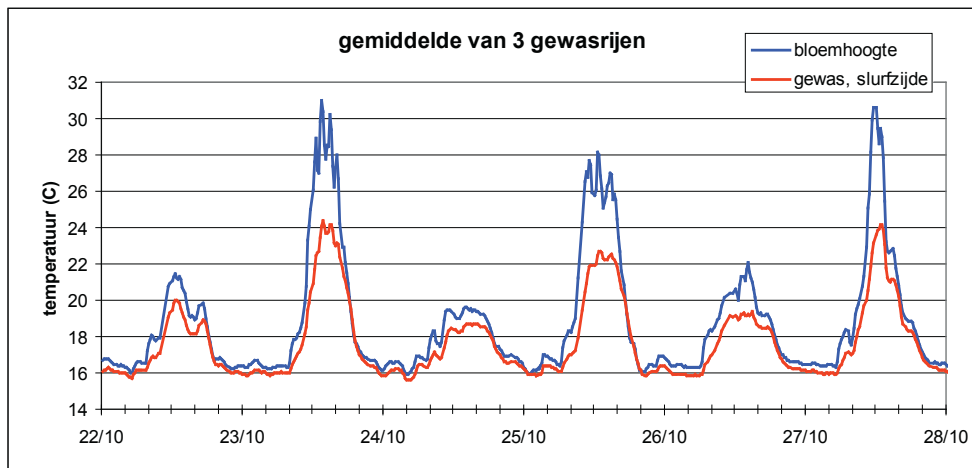
2.2 Periode 22/10/2009 – 28/10/2009

2.2.1 Omstandigheden

Eind oktober wordt er meer gestookt om de kas op temperatuur te houden. Dat is te zien aan de berekende buistemperatuur voor de buisrail verwarming. De maximumbuis temperatuur is begrensd op 40 °C. Voor de beheersing van de luchtvochtigheid wordt de gewasventilatie gebruikt waarbij de ventilator bijna altijd aanstaat. Het zonnedoek is niet gebruikt en het energiedoek is een paar dagen achter elkaar op een stand van 96% gesloten gehouden. De oorzaak hiervan was een defect in een van de doeken die vervangen moest worden en had geen teelttechnische reden.



Figuur 6. Buistemperatuur, ventilator en doekstanden in de meetperiode.



Figuur 7. Temperatuur en RV gemiddeld in de meetperiode.

In het algemeen is de temperatuur tussen het gewas aan de slurfzijde enkele tienden van een graad lager dan op bloemhoogte. Slechts op 2 momenten daalt de temperatuur op “bloemhoogte” onder die van “slurfzijde”. Dit treedt op als de temperatuur sterk daalt. Ook op andere dagen is dit zelden waargenomen.

De RV aan de “slurfzijde” is rond de 90%. Op bloemhoogte is de RV lager dan aan “slurfzijde”. De hoeveelheid vocht in de kaslucht verschilt nauwelijks tussen aan de “slurfzijde” en op “bloemhoogte”. Dit geeft aan dat de RV verschillen tussen de beide bekeken locaties ontstaan door temperatuurverschillen.

Als gekeken wordt naar de verschillen tussen de 3 gewasrijen waarin is gemeten blijkt dat de verschillen tussen de gewasrijen zeer klein zijn en niet anders dan in de eerste beschreven periode.

Analyse van de temperatuur en RV verdeling in de rijen laat zien dat bij het hoofdpad de RV iets hoger is dan op de andere plaatsen. Mogelijk heeft de gewasventilatie aan de slurf uiteinden iets te weinig capaciteit.

2.2.2 Conclusie periode II

In de bijeenkomst met de begeleidende telers op 11 november 2009 is als conclusie over het microklimaat in deze periode gezegd.

Gemiddeld over alle 3 gewasrijen:

- Temperatuur tussen gewas is 's nachts maximaal 0.5 C koeler dan kaslucht op bloemhoogte.
- Op slechts 2 middagen (rond 22 - 24 oktober, aan het einde van de middag) was de temperatuur op bloemhoogte 0.3 C lager dan temperatuur tussen het gewas. Voor de overige tijd was de kaslucht op bloemhoogte altijd warmer dan kaslucht tussen het gewas.
- RV tussen het gewas loopt 's nachts op tot 94%. Dit is ongeveer 1% hoger dan enkele weken geleden.
- RV van kaslucht op bloemhoogte is op kritische momenten 1 – 2% lager dan RV tussen het gewas.

Vergelijking van 3 gewasrijen:

- RV tussen het gewas is bij Okidoki hoger dan bij Kimsey en die is weer hoger dan bij Suri, terwijl de temperatuur bij Kimsey het laagste was. Kijkend naar het gewas: Okidoki heeft het meest gesloten gewas; Suri het meest open.

Vergelijking binnen gewasrijen:

- Temperatuur tussen het gewas aan hoofdpad zijde is circa 0.3 C lager dan in het midden van de gewasrij (midden van afdeling). De temperatuur tussen gewas bij gevel is daar tussen in.
- Op bloemhoogte zijn de verschillen in temperatuur gering.
- RV tussen het gewas aan hoofdpad zijde is duidelijk 1 – 2% hoger dan in het overige deel van de gewasrij.
- RV op bloemhoogte is aan gevelzijde circa 1 – 2% hoger dan in overige deel van gewasrij.

Vergelijking tussen gewas met padzijde:

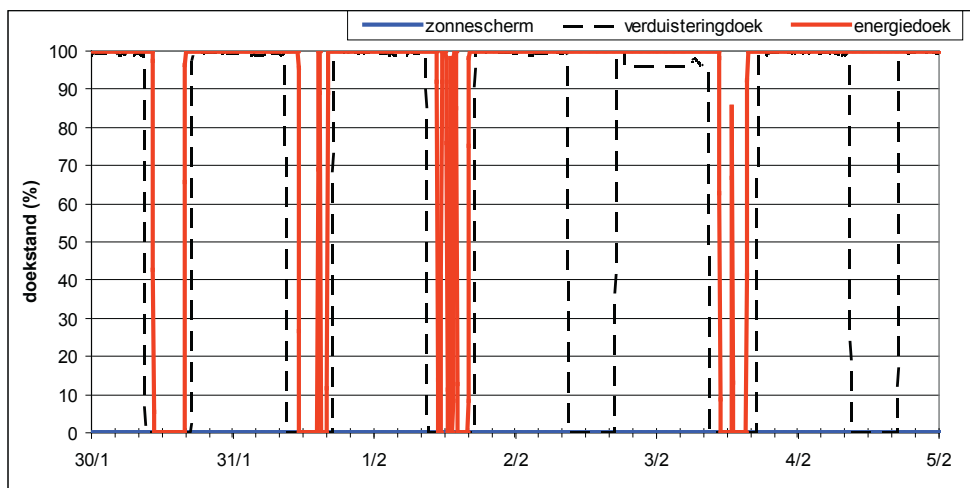
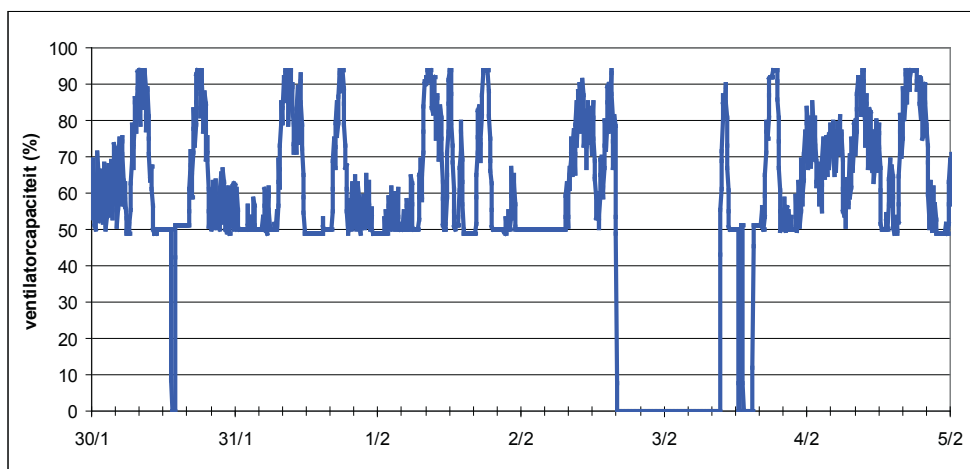
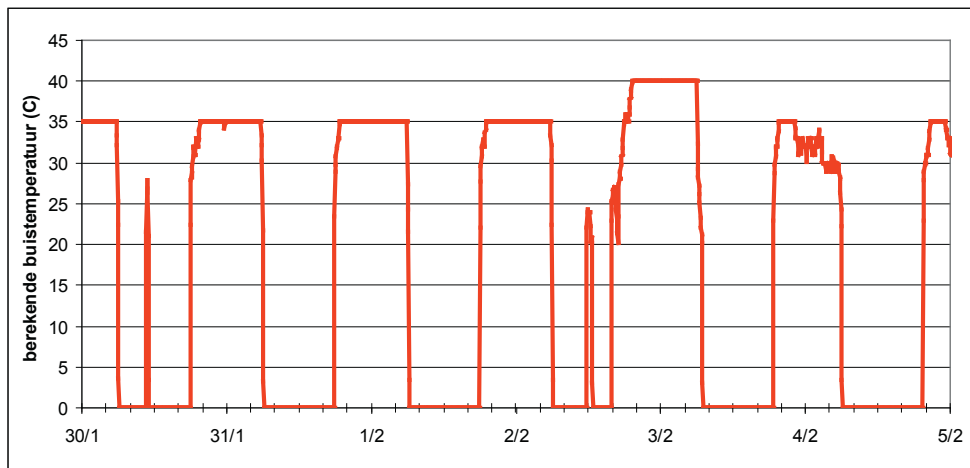
- Temperatuur tussen het gewas (= aan slurf zijde) is 0.2 – 0.3 C koeler dan tussen het gewas aan padzijde, ondanks dat sensoren slechts maximaal 20 cm van elkaar verwijderd zijn.
- RV tussen het gewas (= aan slurf zijde) is maximaal 1% hoger dan tussen het gewas aan padzijde.

Gemiddeld blijkt uit deze metingen in het najaar dat de temperatuur en relatieve luchtvochtigheid in de kas zeer uniform zijn. Als op detail niveau wordt gekeken kunnen in het gewas plaatselijk verschillen bestaan, waarbij vooral het verschil tussen slurfzijde en padzijde van de pottenrij opvalt.

2.3 Periode 30/1/2010 – 5/2/2010

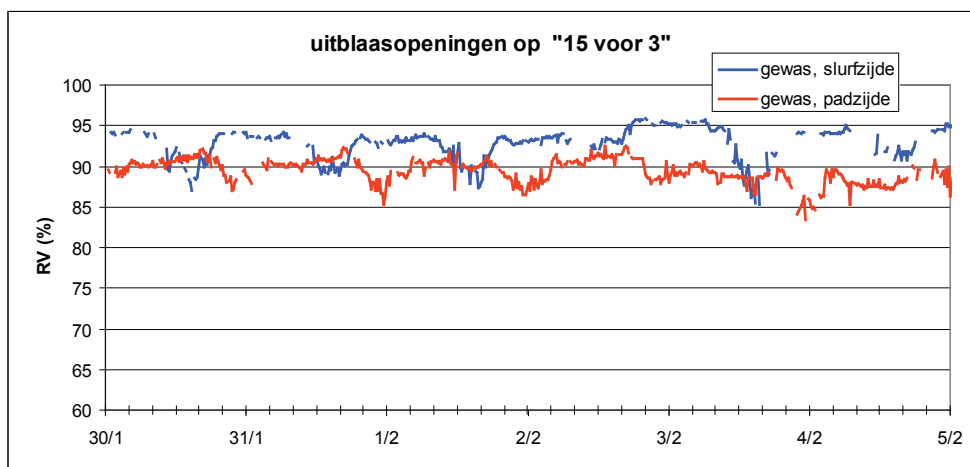
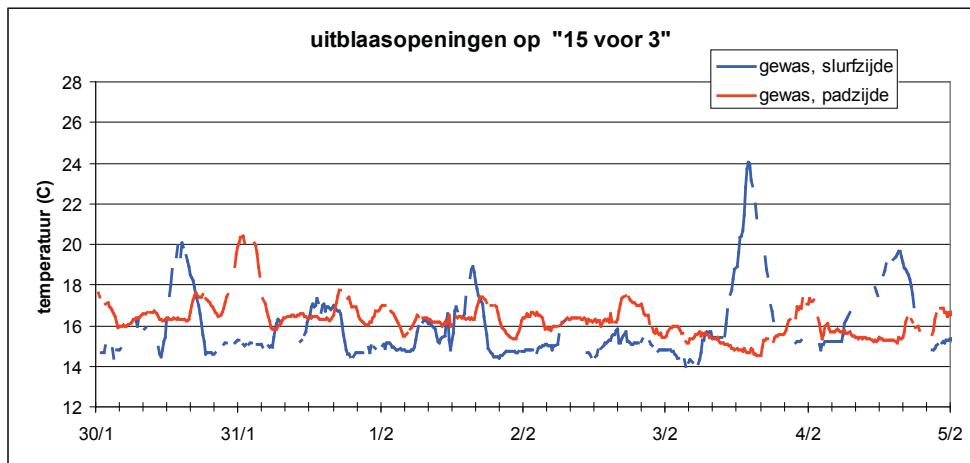
2.3.1 Omstandigheden

In de nacht van 2 op 3 februari is de ventilator van de gewasventilatie en buitenluchtaanzuiging uitgeschakeld. In die nacht een maximumbuis van 40 °C in plaats van 35 °C om het verlies aan verwarming door de LBK van circulerende kaslucht op te vangen. Overdag zorgde de zon voor opwarming van de kas. Het verduisteringsdoek is in die nacht op een kier gezet om vocht afvoer te bevorderen. Het zonnescherm is niet gebruikt. Het energiescherm is vaak nog lang gesloten gehouden.



Figuur 8. Buistemperatuur, ventilator capaciteit en doekstanden in de meetperiode.

Op het moment dat de verwarming aan is, is aan de padzijde de temperatuur hoger dan aan de slurfzijde van de potten. Dit komt door de warme buisrail, die aan de padzijde van de potten ligt. Alleen als de zon schijnt is de slurfzijde warmer dan de padzijde. De luchtvochtigheid tussen de potten is hoger dan aan de padzijde. De verdeling in lengte richting over de gewasrijen wordt niet gegeven. Die was uniform.



Figuur 9. Temperatuur en RV aan twee zijden van de "slurf"

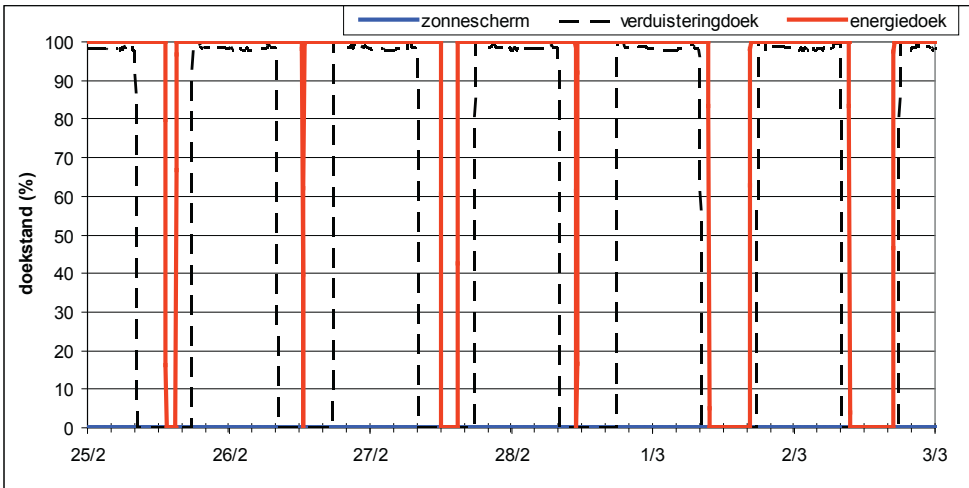
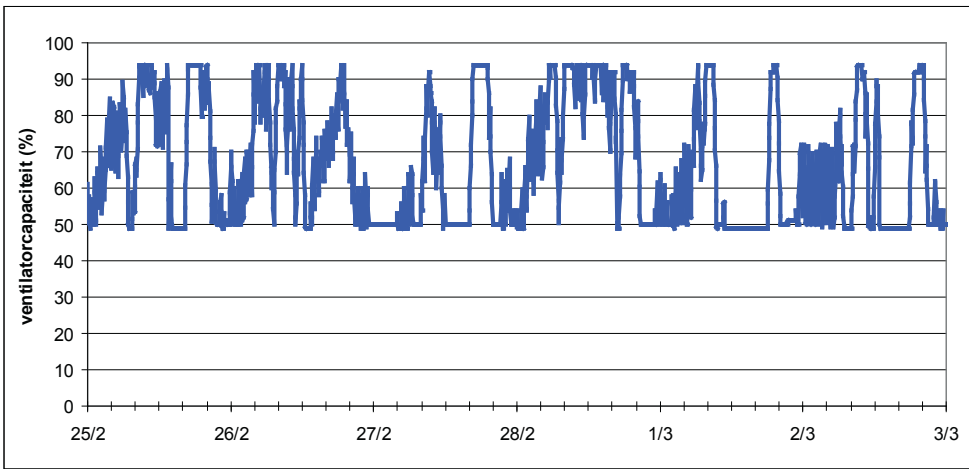
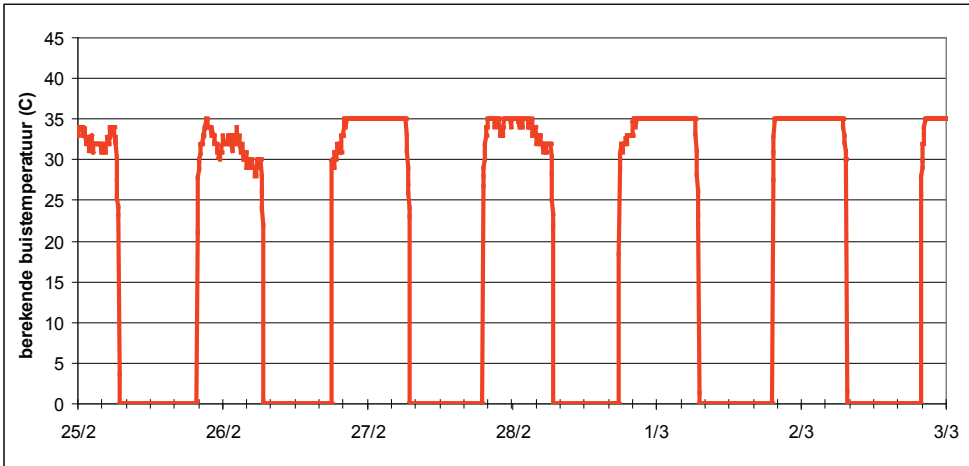
2.3.2 Conclusie periode III

Ook in deze periode is het grootste verschil te vinden in temperatuur en luchtvochtigheid bij de padzijde van de potten vergeleken met de slurfszijde van de potten. De verdeling in het horizontale vlak is uniform.

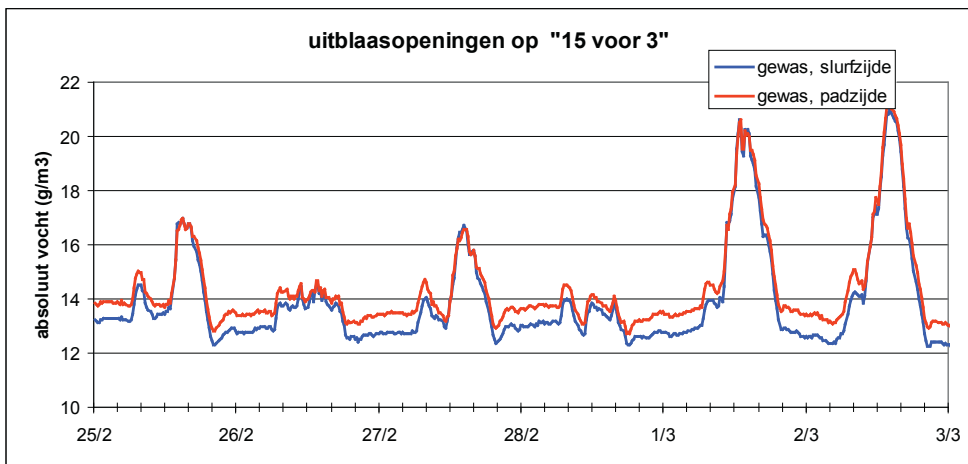
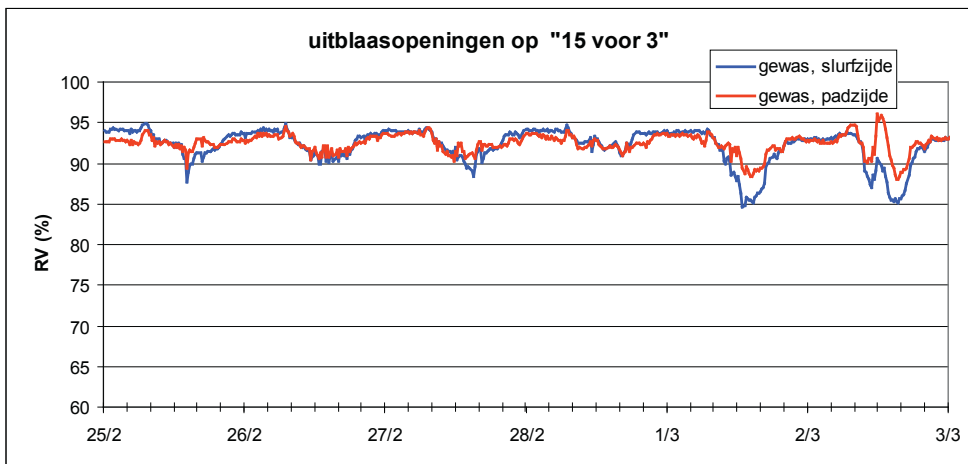
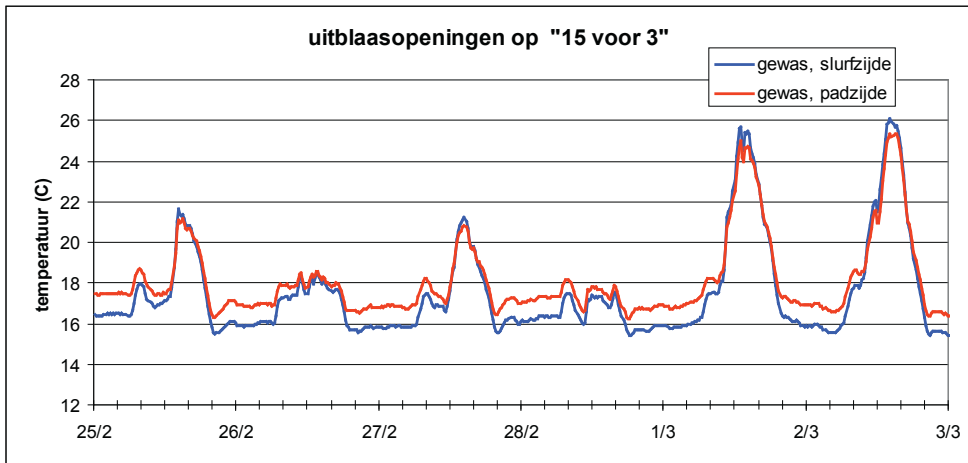
2.4 Periode 25/2/2010 – 3/3/2010

2.4.1 Omstandigheden

Eind februari is duidelijk zichtbaar dat de groei van het gewas is toegenomen. Er komt meer blad massa zodat het gewas dichter en vrije ruimte in de paden kleiner worden. De regeling van de ontvochtiging is nu goed ingesteld.



Figuur 10. Buistemperatuur, ventilatorcapaciteit en doekstanden in de meetperiode.



Figuur 11. Temperatuur, RV en AV in de meetperiode.

2.4.2 Conclusie periode IV

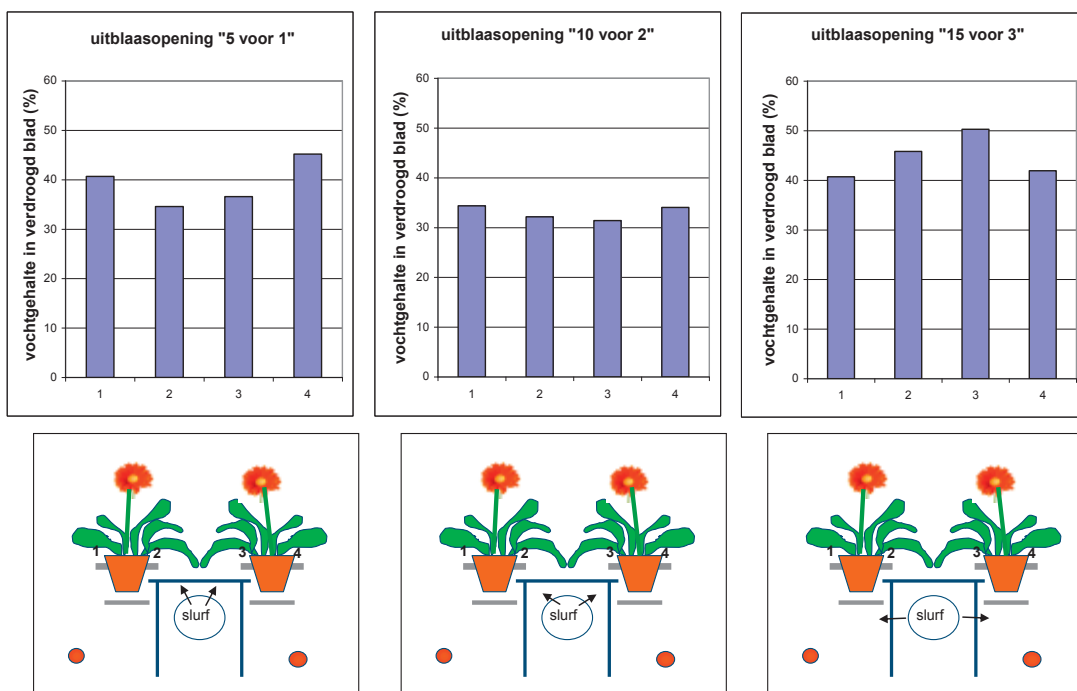
De padzijde is op moment van verwarming met de buizen warmer dan de slurfszijde. De relatieve vochtigheid is op beide plaatsen gelijk. Dat kan alleen als het absolute vochtgehalte aan de padzijde hoger is. Een hoger absoluut vochtgehalte kan alleen ontstaan door extra verdamping uit de bladeren.

2.4.3 Conclusie temperatuur en vochtmetingen

Uit de temperatuur en vochtigheids metingen met de Wisensys sensoren komt naar voren dat de plaats – padzijde of slurfzijde – duidelijk uitmaakt in temperatuur en vochtigheid. De slurfzijde is koeler en relatief vochtiger dan de padzijde. De temperatuur en vochtverdeling in de lengte van de paden was goed. Hierbij moet wel aangetekend worden dat deze metingen zijn gedaan aan slurven met een uitblaasopeningen op "15voor3" dus aan beide zijde halverwege de slurf. De verschillen tussen padzijde en slurfzijde waren mede aanleiding om naar de plaatst van de gaten in de slurf te kijken.

2.5 Effect van uitblaasopening

Bij de aanleg van het systeem in juli 2009 waren alle luchtslurven voorzien van uitblaasopeningen aan de zijkanten van de opgeblazen slurf, zodat de uitblaasopeningen de lucht links en rechts uit de slurven bliezen dwars onder de goten door. Om het effect van verschillende richtingen te onderzoeken is op 30 november 2009 bij het middelste meetpad de slurf met uitblaasopening op "kwart voor 3" vervangen door een slurf met "5 voor 1". Een andere teeltij is voorzien van een slurf met uitblaasopeningen op "10 voor 2". Deze aanpassing is gedaan in het vak met Kimsey. Hiermee kon het effect van plaats van de uitblaas opening op de luchtbeweging, temperatuur, relatieve luchtvochtigheid en droging van het gewas worden onderzocht.

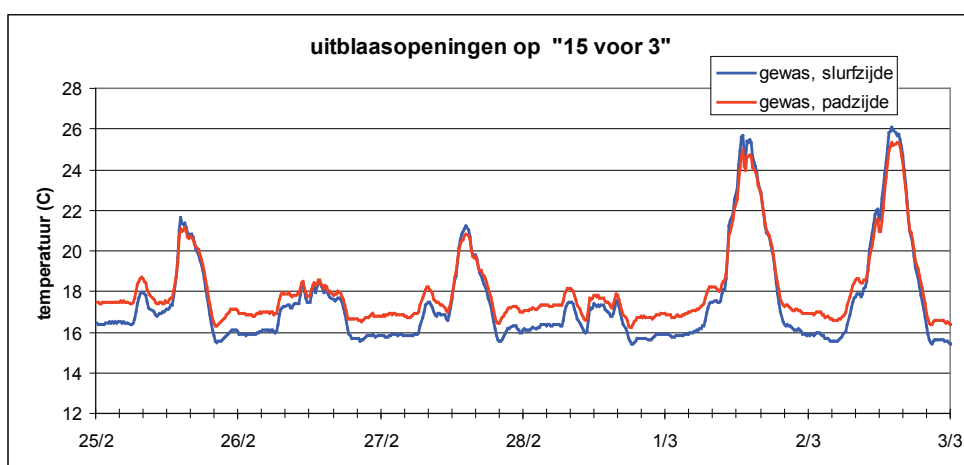
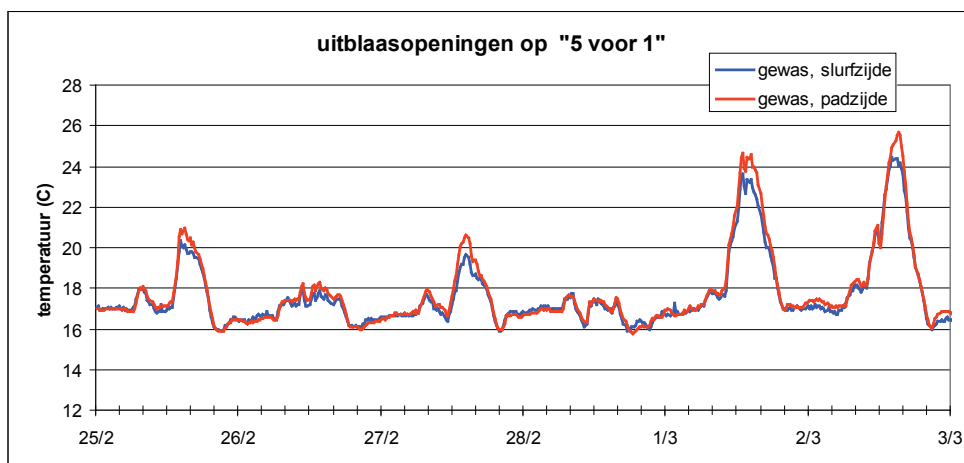
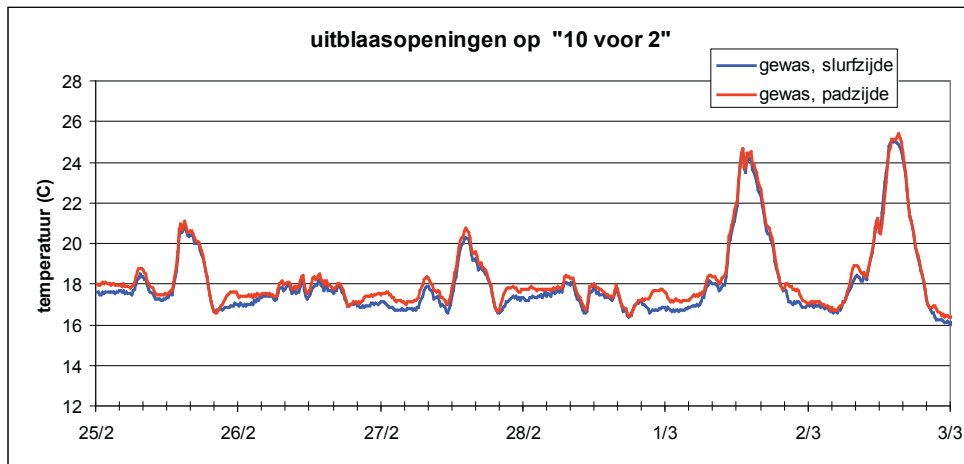


Figuur 12. Schema's voor de type slurven.

In bovenstaande figuur worden de verschillende uitblaasopeningen van de slurven getoond en het effect hiervan op het vochtgehalte van de dode bladeren op 4 posities.

Dit is gemeten op 24 februari 2010. Duidelijk is dat de oorspronkelijke slurven relatief vochtiger blad aan de onderkant hadden dan de twee aangepaste systemen. Bij de slurven die op "10 voor 2" uitblaasopeningen hadden was de droging gemiddeld het sterkste en vergelijkbaar aan de slurf- en padzijde.

De temperatuur en vochtigheid aan pad en slurf zijde in het gewas blijkt ook beïnvloed te worden door de plaats van de uitblaasopeningen. Dit is te zien in onderstaande figuren waarin voor de periode eind februari 2010 de temperatuur aan slurf en padzijde voor de 3 slurftypen wordt getoond. Het verschil is vooral in de nacht zichtbaar. Bij de kwart voor drie uitblaasopening is de temperatuur aan de slurfzijde lager dan aan de padzijde. De verandering in de temperatuur verdeling was al gezien direct na het wisselen van de slurf eind november (data niet getoond). In de relatieve luchtvochtigheid verdeling en de absolute vochtigheid was toen al direct een duidelijke verandering te zien.



Figuur 13. Temperaturen aan pad en slurf zijde voor de drie slurftypen.

Naast de temperatuur en vochtigheidsmetingen is met luchtsnelheidsmetingen en rookproeven de luchtverdeling onderzocht. De luchtsnelheidsmetingen staan in hoofdstuk 2.3. De rookproeven zijn deels op film vastgelegd, maar niet in dit verslag op te nemen. Deze metingen bevestigen de waarnemingen die gedaan zijn met de temperatuur en vocht verdeling. De slurven met een uitblaasopening op "10 voor2" gaven de beste verdeling van vocht en temperatuur onder het gewas. Om die reden is voor het 2^e jaar gekozen om alle slurven te vervangen door dit type.

2.6 Luchtsnelheid meting in Gerbera.

2.6.1 Werkwijze

In de periode 1 tot 18 februari 2010 is met 3 luchtsnelheidsmeters (Omnidirectional Research Ultrasonic Anemometers-Gill Instruments) in de kas de luchtsnelheid op verschillende plaatsen gemeten. Deze luchtsnelheidsmeters kunnen veranderingen in de geluidssnelheid door de lucht meten en daaruit de snelheid en richting van de luchtbeweging bepalen.

De drie meters zijn in periodes op verschillende plaatsen ingezet.

De gegevens over luchtbeweging worden gelogd op een gemiddelde per minuut. De meting zelf wordt met hogere frequentie gedaan.

Periode I : Van 1 februari tot 11 februari

De meters zijn midden tussen twee gewasrijen geplaatst bij Kimsey (Zie foto). Bij de gewasrijen waren verschillende type slurven gemonteerd.

Meter A bij de slurf met uitblaasopening op 10 voor 2

Meter B bij de slurf met uitblaasopening op 5 voor 1

Meter C bij de slurf met uitblaasopening op 15 voor 3.



Foto I. De meters zoals geplaatst boven de slurven tussen het gewas in de periode.

Periode II : 11 - 15 februari 2010

De meters in deze periode in de paden tussen Kimsey geplaatst boven de buisrail (foto II).

Steeds tussen een slang met gegeven gaatjes patroon en aan de andere zijde van het pad een slang met gaatjes op 15 voor 3.

Meter A zit in een pad naast de slurf met uitblaas op 10 voor 2.

Meter B zit in een pad naast de slurf met uitblaas op 5 voor 1

Meter C zit in een pad naast de slurf met uitblaas op 15 voor 3.



Foto II. De meter opgesteld in het pad tussen het gewas.

Periode III : 15 - 18 februari 2010.

Op 15 februari zijn de meters geplaatst tussen Suri. Hier is het uitblaaspatroon 15 voor 3.

Meter A laag in het pad

Meter B onder de goot

Meter C hoog boven in het pad



Foto III . De meters zoals ze tussen het gewas bij Suri zijn geplaatst.

2.6.2 Resultaten.

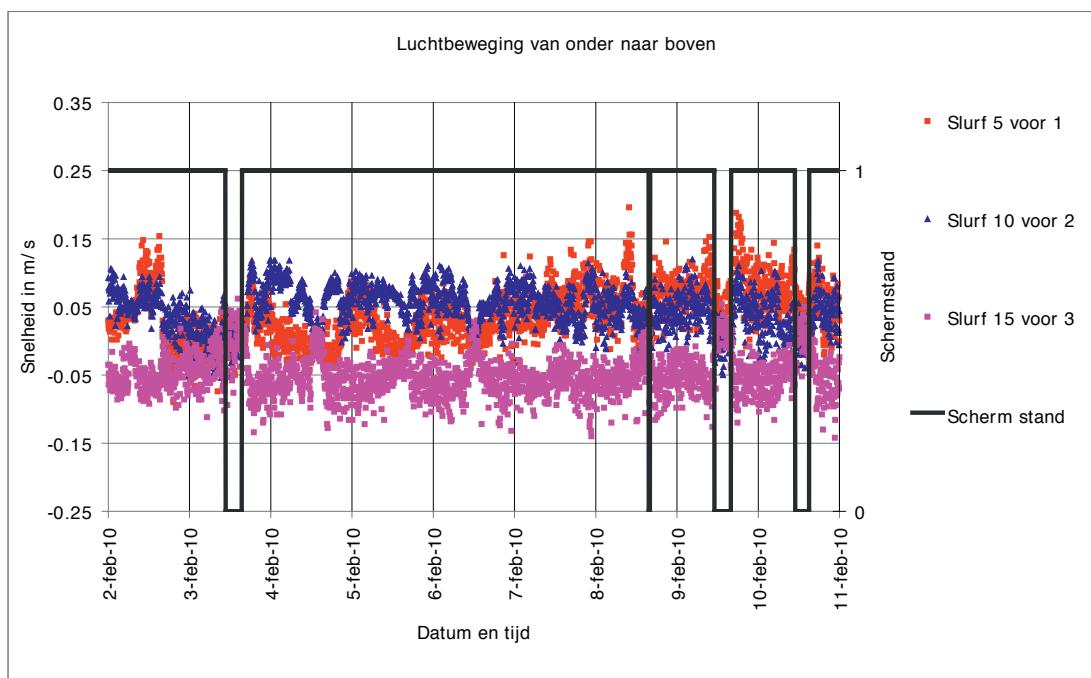
De in dit deel beschreven resultaten zijn een selectie. De selectie is zo gemaakt dat de belangrijkste verschillen in de luchtbeweging bij de 3 situaties worden getoond. Het is een kwalitatieve beschrijving. De lichtsnelheid is gemeten, maar aan het grootte van de snelheid in absolute waarden worden geen conclusies verbonden. Het gaat vooral om verschillen in snelheid of richting op de verschillende plaatsen in het gewas onder verschillende condities.

Periode I Beweging verticaal.

In de periode van 2 tot en met 11 februari is boven de slurven gemeten net onder de bovenkant van de bladeren. Het duidelijkste verschil is de beweging in verticale richting. In de Figuur 1. is de beweging van onder naar boven positief. Bij de slurf van 15 voor 3 blijkt de luchtbeweging hoofdzakelijk van boven naar beneden te zijn (negatief). Alleen als het scherm open is wordt dit effect weggenomen.

De beweging naar beneden bij de slurf op 15 voor 3 betekent dat de lucht van boven het gewas met de ingeblazen lucht mee gezogen wordt naar het pad tussen de gewasrijen. In het midden van de gewasrijen is bij 15 voor 3 op basis van deze luchtbeweging minder droging te verwachten, omdat de lucht van boven het gewas vochtiger is dan lucht die uit de slurf komt. Bij 10 voor 2 en 5 voor 1 beweegt de drogere lucht door het gewas naar boven.

De ventilator stand heeft vrijwel geen effect op de snelheid van de luchtbeweging.

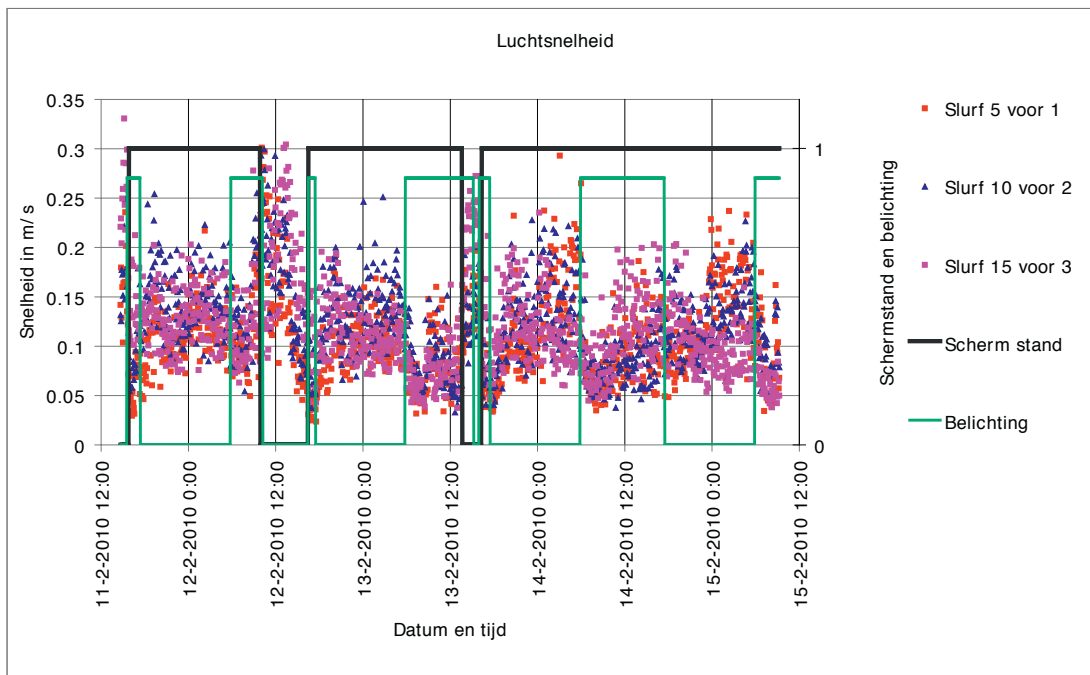


Figuur 14. De luchtweging van onder naar boven in de periode 2 – 11 februari.

Periode II Luchtsnelheid afhankelijk van scherm en licht.

In de periode van 11 tot 15 februari is in de paden gemeten ter hoogte van de bladeren. Daarbij stonden de 3 sensoren steeds in een ander pad waarbij aan één kant van het pad een slurf met 15 voor 3 uitblaas en aan de andere kant een slurf met één van de drie verschillende uitblaaspatronen. Tussen de slurven zijn geen duidelijke verschillen te zien in snelheid van de luchtbeweging. De verschillen die in het midden van het gewas gemeten werden in de eerste meetperiode worden in de paden niet gemeten. Dit kan te maken hebben met het feit dat elk pad tenminste één slurf met uitblaasopening op 15 voor 3 heeft liggen. Als beide slurven aan weerszijden van een pad op 5 voor 1 zouden uitblazen zou dit effect mogelijk anders zijn.

Wel is te zien dat bij openen van het scherm de luchtbeweging toeneemt. Ook is te zien dat bij het aanschakelen van de belichting en gelijktijdig uitgaan van de buizen de luchtbeweging afneemt in snelheid. De ventilator gaat op die momenten juist naar hoger vermogen.

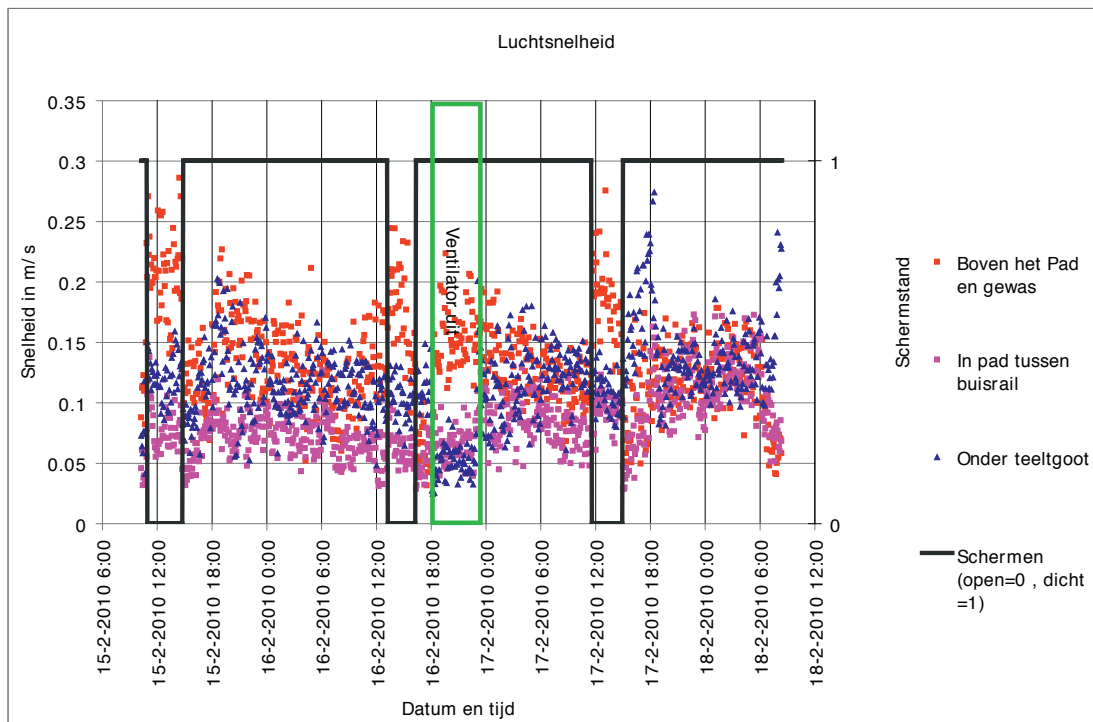


Figuur 15. Luchtsnelheid en stand van scherm en belichting.

Luchtsnelheid in periode III

Bij de metingen tussen en boven Suri – met een uitblaasopening in de slurf op 15 voor 3 - is duidelijk te zien dat als beide schermen open zijn de luchtsnelheid direct boven het gewas toeneemt. Ook onder gesloten schermen is de luchtbevinging boven het gewas het grootste maar met open schermen duidelijk meer. De luchtbevinging boven het gewas was vooral een zijwaartse bevinging.

Op 16 februari is voor een andere doel, namelijk testen of de CO₂ concentratie zou oplopen als er geen lucht door de slurf zou worden geblazen, de ventilator tussen 18 uur en 23 uur uitgezet. Duidelijk is te zien dat dan de luchtsnelheid onder de goot daalt.



Figuur 16. Luchtsnelheid op verschillende plaatsen in de periode 15 tot 18 februari.

Als gekeken wordt naar de relatie tussen ventilatorstand en gemeten luchtsnelheid dan laat de meting onder de goot een licht positieve relatie zijn, maar niet sterk gecorreleerd. De metingen in het pad tussen de buisrail en boven het gewas tonen geen verband met de ventilator stand.

Tussen de eerste twee nachten (15-16 en 16-17 februari) en de laatste nacht (17 -18 februari) neemt de luchtsnelheid tussen de buisrail toe. Dit is mogelijk het gevolg van de kasttemperatuur die de eerste 2 nachten net iets lager was en onder de verwarmingstemperatuur lag en de laatste nacht op de verwarmingstemperatuur.

2.6.3 Conclusies luchtsnelheid meting

Uit de luchtsnelheidmeting zijn een aantal aanwijzingen voor de veranderingen in luchtbevinging te trekken.

Het energiescherm (XLS 10) heeft een sterk effect op het verminderen van de luchtbevinging rond de bovenkant van het gewas.

Het uitblaaspatroon van de slurf heeft een duidelijk effect op de luchtbevinging onder en tussen het gewas. Bij 15 voor 3 beweegt lucht in het midden van het gewas naar beneden, terwijl bij 10 voor 2 en 5 voor 1 de lucht in het midden naar boven beweegt.

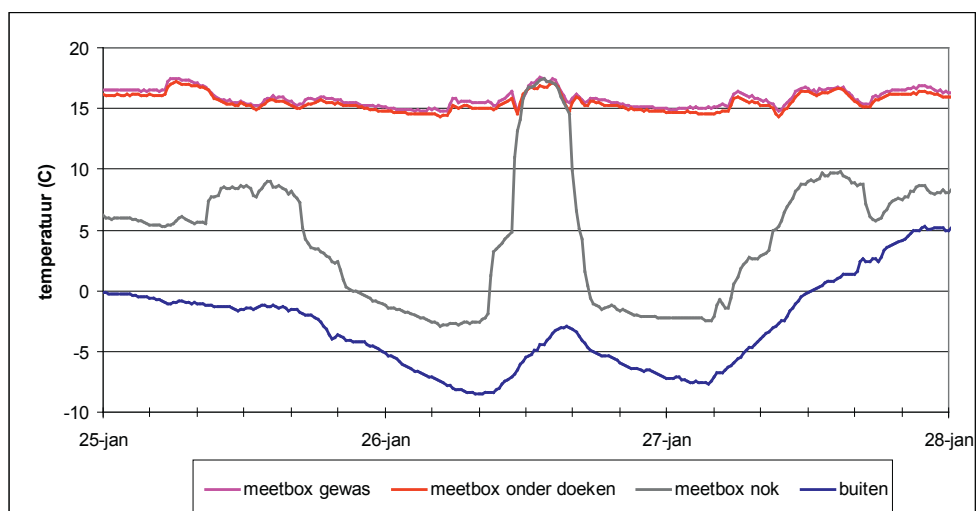
Bij het aanschakelen van de lampen en uitschakelen van de buizen neemt de lucht bevinging vlak bij het gewas af in snelheid. De ventilator staat dan juist op een hoger vermogen.

2.7 Verticale temperatuur verdeling

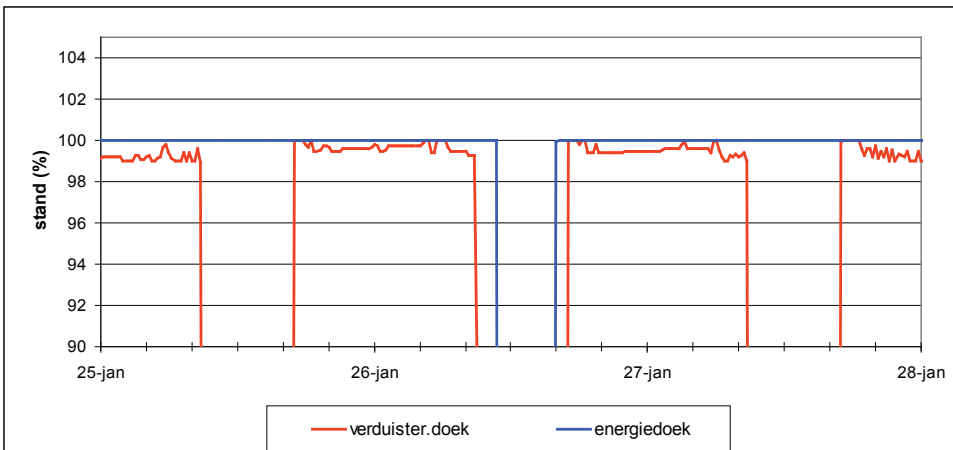
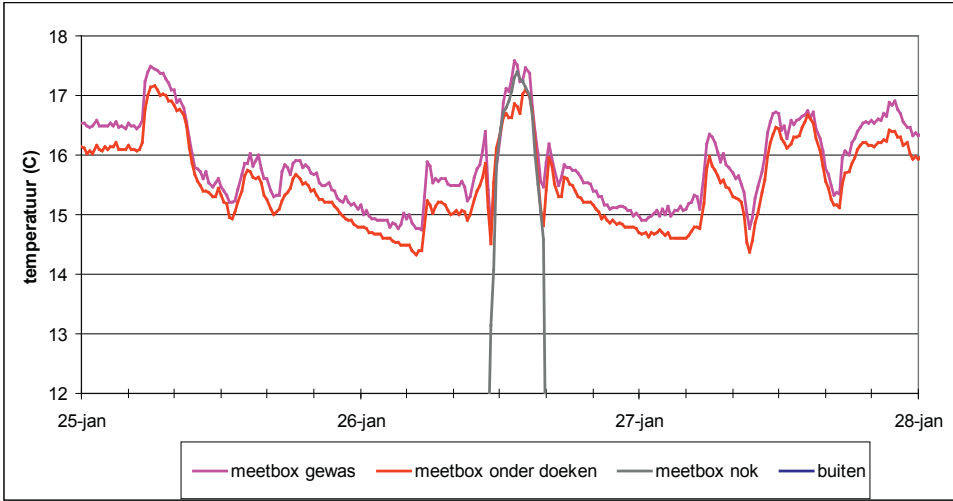
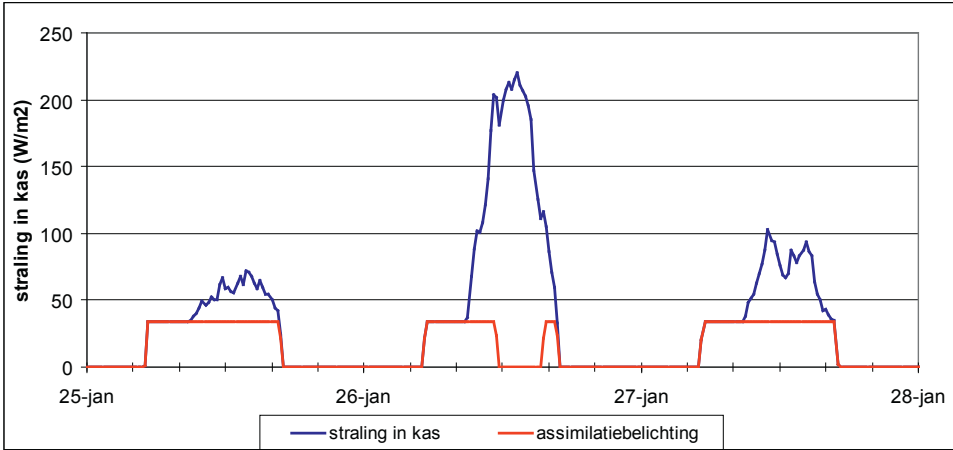
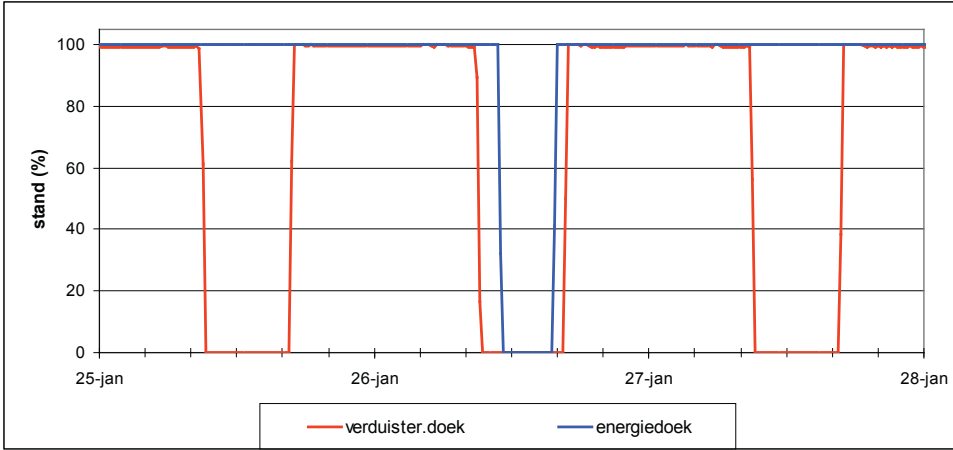
Bij het gebruik van assimilatie lampen in combinatie met luchtcirculatie is het de bedoeling om warmte van boven bij de lampen naar beneden bij het gewas te brengen. Deze techniek is ook bij de gesloten kas van Tas in Zevenhuizen toegepast en bleek daar te werken (de Gelder/ Stolker pers waarneming). Daarbij moet wel worden aangetekend dat de luchtverplaatsing bij een gesloten kas veel groter is dan in deze gerbera kas en dat een tomaten gewas veel minder ruimte boven het gewas heeft dan Gerbera.

In verschillende periodes is gekeken naar de temperatuur op meerdere plaatsen in het systeem om de temperatuur verdeling bij verschillende luchtstromen en dus energie stromen in kaart te brengen en te analyseren. Onderstaand wordt dit voor een aantal periodes toegelicht. Deze periodes zijn gekozen uit de periode nadat de installatie zodanig was aangepast zodat de ontvochtiging en recirculatie van de lucht naar behoren werkten.

In de periode van 25 januari tot 28 januari was het buiten vriezend weer. Zolang het scherm gesloten was bleef de temperatuur in de nok boven het energie scherm laag. Openen van het verduisteringsscherm doet de temperatuur enkele graden stijgen (25 januari), openen van beide schermen laat de nok temperatuur stijgen tot de kas temperatuur (26 januari). De temperatuur vlak onder het energiescherm is iets lager dan de ruimte temperatuur die bij de kop van het gewas gemeten wordt. De assimilatielampen laten de kas temperatuur duidelijk stijgen. Maar er is geen extra temperatuur stijging direct onder het scherm.



Figuur 17. Verticaal temperatuur profiel en in de onderstaande figuren de daarbij horende standen van doeken en de straling. De laatste twee grafieken geven details van het temperatuurprofiel en de doekstand.

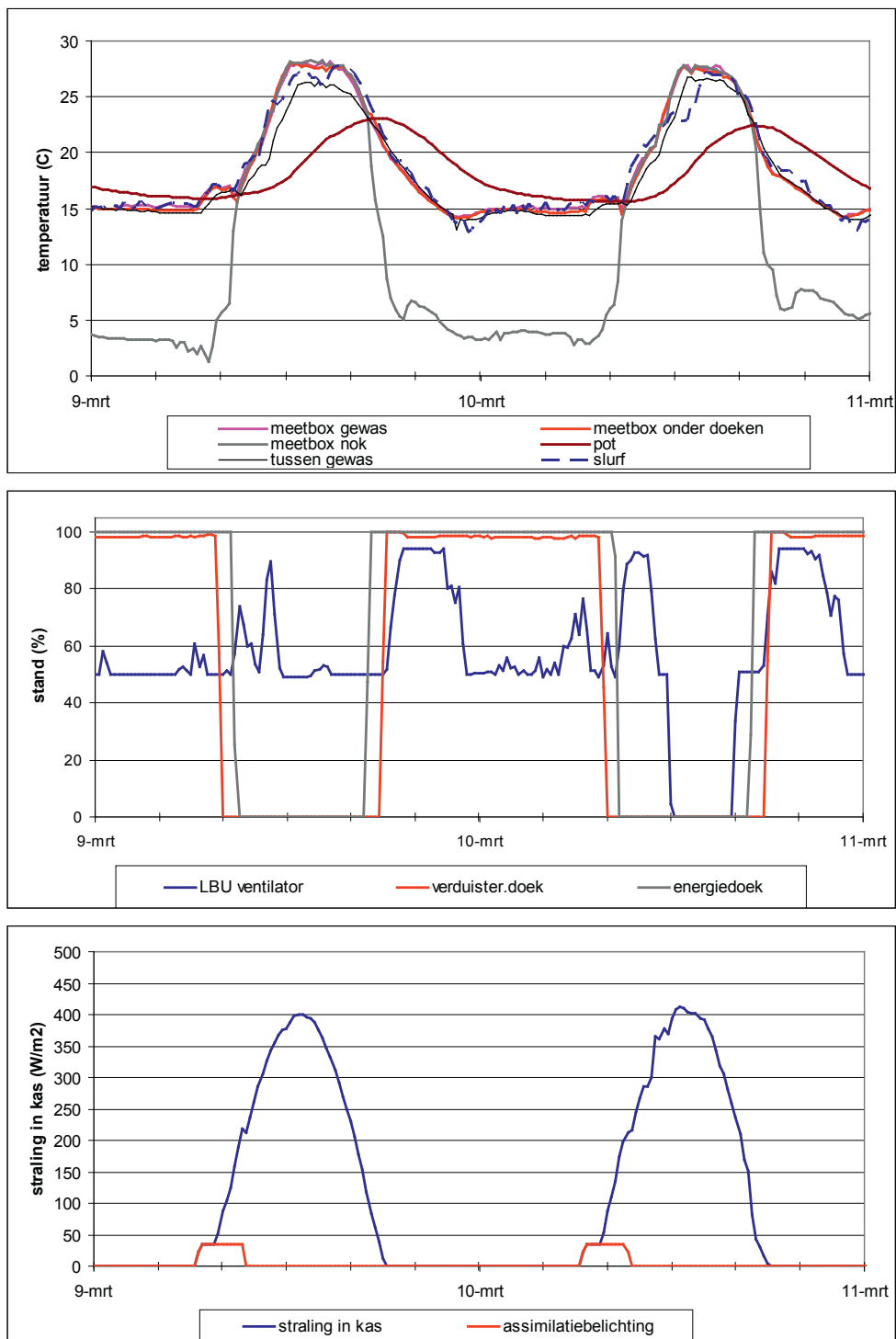


2) Periode 9/3 – 11/3

Deze periode is gekozen om specifiek te kijken naar opwarmen met invloed van ventilator aan of uit op 2 vergelijkbare dagen. Te zien is een:

- Vergelijkbaar verloop, tussen gewas loopt iets na, helling vergelijkbaar op moment dat ventilator uitgaat.
- Tpot (in pot gemeten) is vergelijkbaar
- Moment van aanschakelen belichting zichtbaar. Geen grote warmteopbouw onder scherm (geldt bij deze capaciteit van installatie).

De onderstaande figuren geven het temperatuur profiel en de doelstanden en straling



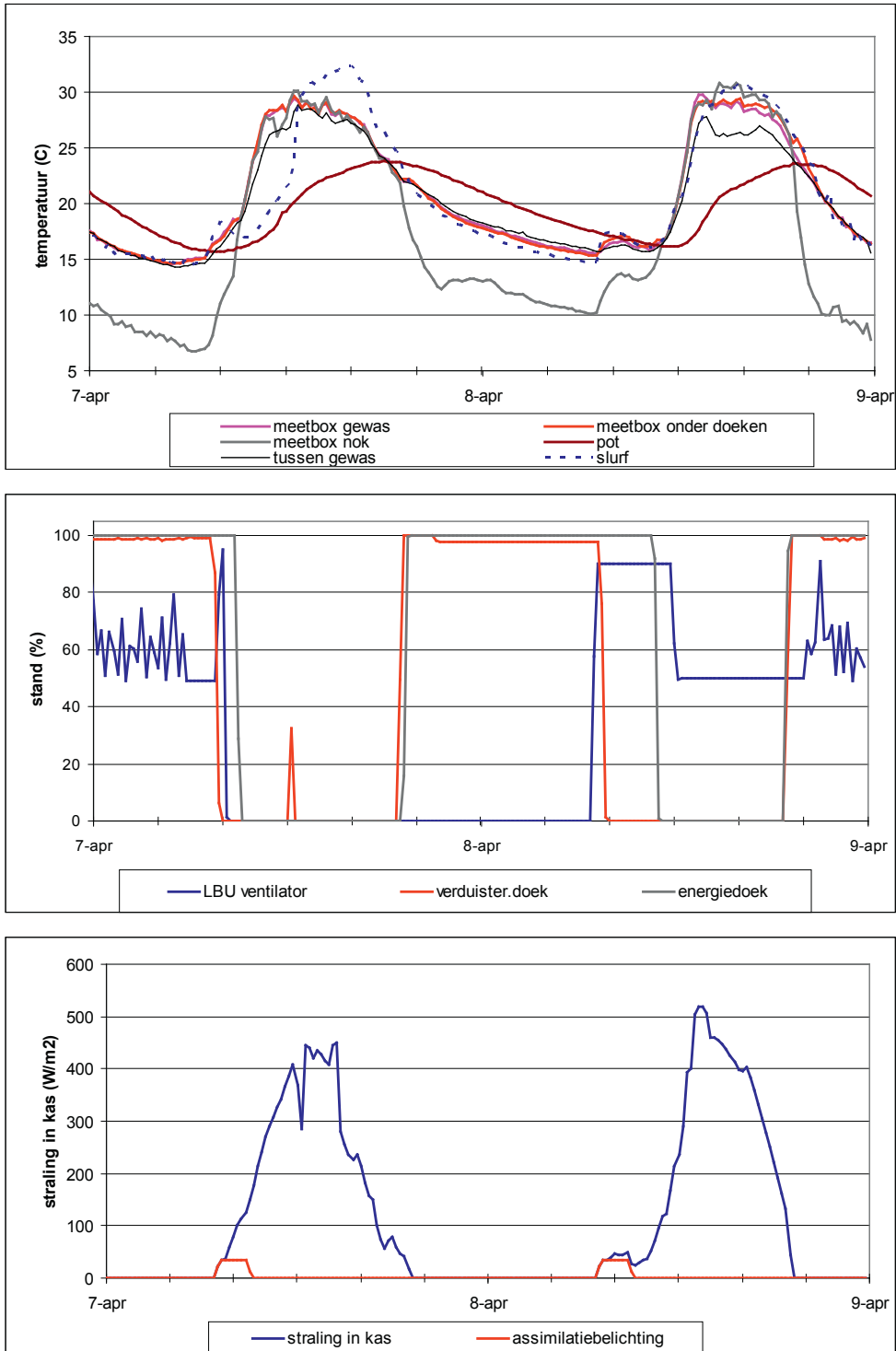
Figuur 18. Temperatuur profiel op twee vergelijkbare datn met verschillende standen van de ventilator capaciteit.

3) periode 7/4- 9/4

Zelfde vergelijk als de vorige periode, Dus kijken naar opwarmen met invloed van ventilator aan of uit op twee vergelijkbare dagen

Te zien is dat

- Vergelijkbaar verloop, tussengewas loopt iets na, helling vergelijkbaar op moment dat ventilator uitgaat.
- Tpot (in pot gemeten) is vergelijkbaar
- Moment van aanschakelen belichting zichtbaar
- Slurf T niet reeel op moment dat ventilator uit staat.



Figuur 19. Temperatuur profiel op 2 vergelijkbare dagen met gegeven de straling en de doekstanden.

2.7.1 Conclusies voor verticaal temperatuur profiel

Een verticaal temperatuur profiel is vrijwel afwezig en er is geen duidelijke ophoping van warmte boven in de kas. Ook niet als de ventilator uit staat.

3 Luchtbehandeling unit, CO₂ en energie verlies

In het eerste jaar van het experiment is veel tijd besteed aan de werking van de LBU. Dit had te maken met in de eerste plaats een technische storing die pas na maanden speuren in december definitief kon worden opgelost en in de tweede plaats de gedachte dat de installatie meer energie verlies vertoonde dan nodig is.

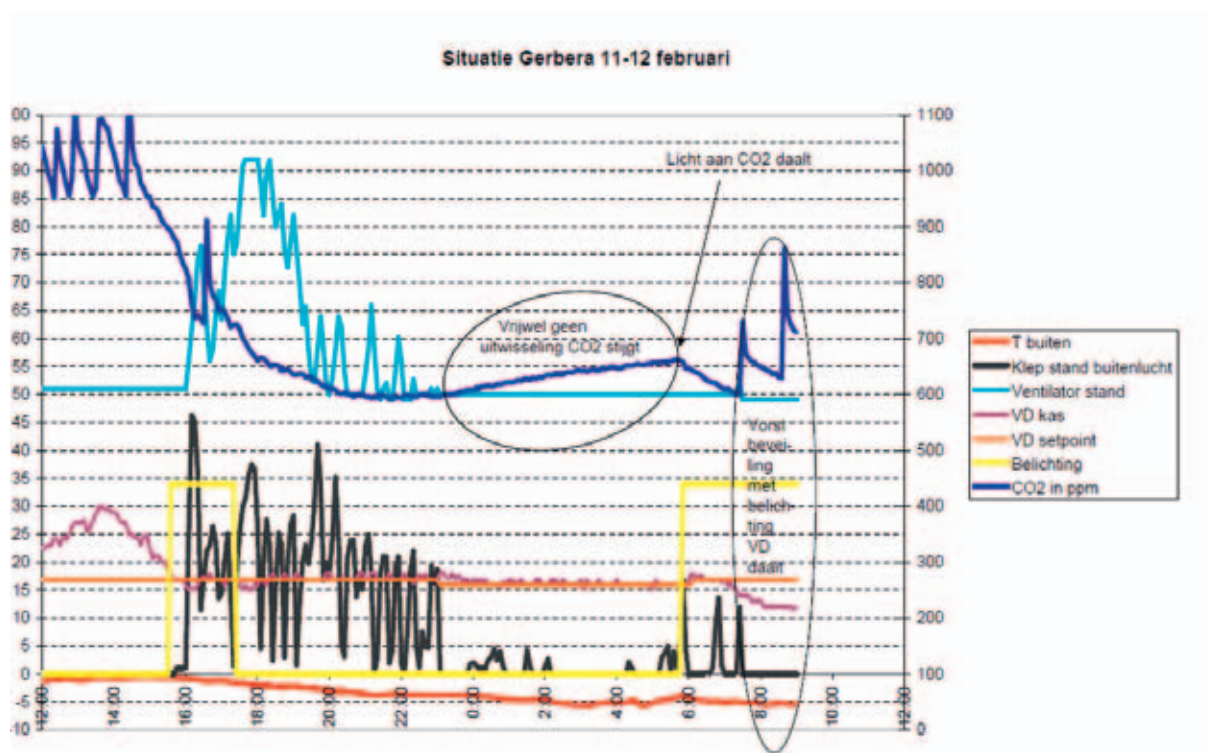
Daarom is de hele installatie nagemeten. De meeste temperatuur metingen zijn draadloos in meervoud uitgevoerd. Ook dit werk is in meerdere periodes uitgevoerd.

De opbouw en werking van de LBU is beschreven in het verslag over het teeltseizoen 2009-2010.

Een maatregel die los van de technische problemen is genomen, is het deels afichten van de aanzuigopeningen van de LBU, zodat er minder ongewenste lucht verliezen konden optreden.

Een andere maatregel die nodig was, was het verplaatsen van een temperatuur sensor omdat niet op de juiste plaats werd gemeten.

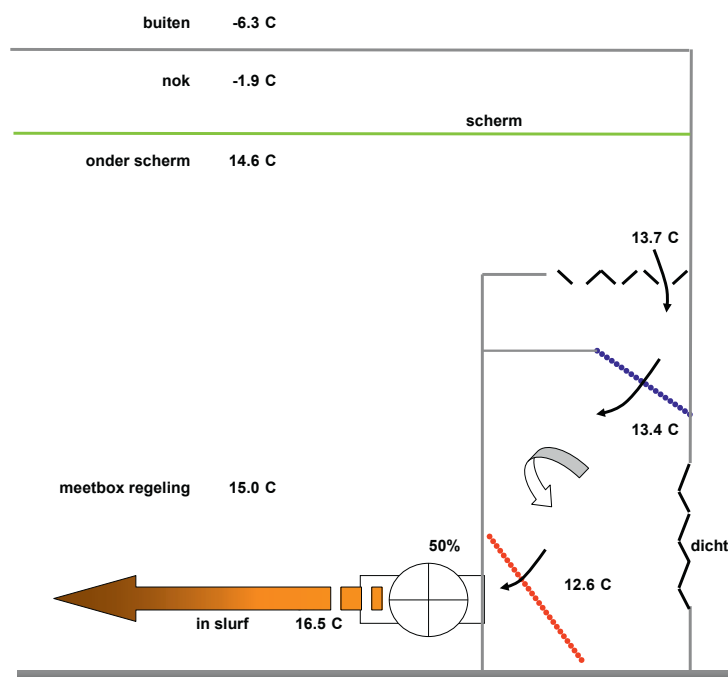
In het eerste jaar is er geregeld ook gediscussieerd over het CO₂ niveau in de nacht. Een voorbeeld daarvan wordt gegeven in onderstaande figuur.



Figuur 20. Verloop van VD en CO₂ concentratie op 11 en 12 februari.

Bij de werking van de luchtbehandelings kast was ook de vorstbeveiliging een aandachtspunt. Als deze op een temperatuur van 0 °C staat dan gaat de LBU uit als er nog wel ontvochtiging gewenst is. In principe hoeft een LBU niet te bevriezen als gezorgd wordt voor een minimum temperatuur van de warmteblokken.

Periode 1: 25 januari 2010 23 uur – 26 januari 2010 6 uur.



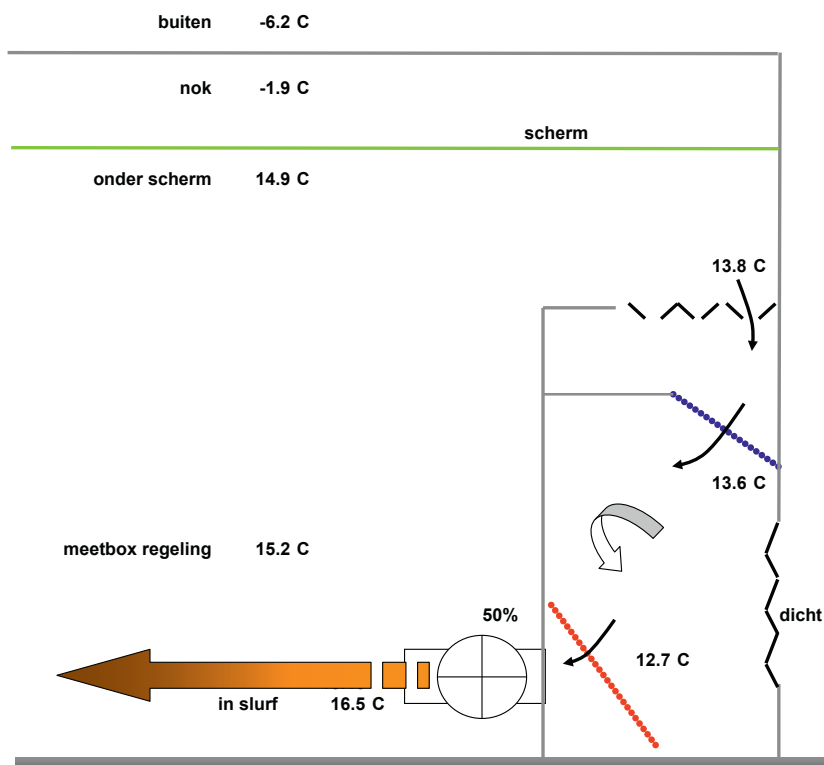
geregisteerde warmtelevering LBU 65.9 MJ/u
 warmte voor opwarming van 13.7 naar 16.5 C 16.6 MJ/u
 verlies 49.3 MJ/u = 1.2 GJ/dag

periode: 25-1-2010 23:00 t/m 26-1-2010 6:00

kas	computer draadloos		LBU	computer draadloos	
		°C			°C
buiten	-6.3	°C	boven kasluchtinlaat	13.7	°C
nok	-1.9	°C	na koude blok	13.4	°C
onder scherm	14.6	°C	na buitenluchtinlaat	12.2	°C
meetbox regeling	15.0	°C	voor warmte blok	12.6	°C
tussen gewas	14.5	°C	na warmte blok / slurf	16.5	°C
verduisteringsdoek	99.7	%	ventilatorcapaciteit	50.0	%
energiedoek	100.0	%	binnenlucht inlaat	100.0	%
			buitenlucht inlaat	0.0	%

warmtelevering	65.9 MJ/u	<u>opwarming over warmteblok</u>
		voor warmte blok 12.6 °C
		na warmte blok / slurf 16.5 °C
		opwarming 3.9 °C
		23.3 MJ/u
		<u>opwarming over LBU</u>
		boven kasluchtinlaat 13.7 °C
		na warmte blok / slurf 16.5 °C
		opwarming 2.7 °C
		16.6 MJ/u
		<u>warmteverlies LBU</u>
		boven kasluchtinlaat 13.7 °C
		voor warmte blok 12.6 °C
		afkoeling 1.1 °C
		6.7 MJ/u

Periode 2: 26 januari 2010 18 uur – 27 januari 2010 6 uur.



geregistreerde warmtelevering LBU $\frac{55.6 \text{ MJ/u}}{15.9 \text{ MJ/u}}$
 warmte voor opwarming van 13.8 naar 16.5 C $\frac{15.9 \text{ MJ/u}}{39.7 \text{ MJ/u}} = 1.0 \text{ GJ/dag}$
 verlies

periode: 26-1-2010 18:00 t/m 27-1-2010 6:00

kas	computer draadloos		LBU	computer draadloos	
		°C			°C
buiten	-6.2	°C	boven kasluchtinlaat	13.8	°C
nok	-1.9	°C	na koude blok	13.6	°C
onder scherm	14.9	°C	na buitenluchtinlaat	11.8	°C
meetbox regeling	15.2	°C	voor warmte blok	12.7	°C
tussen gewas		15.0 °C	na warmte blok / slurf	16.5	°C
verduisteringsdoek	99.6	%	ventilatorcapaciteit	50.0	%
energiedoek	100.0	%	binnenlucht inlaat	100.0	%
			buitenlucht inlaat	0.0	%

warmtelevering	55.6 MJ/u	<u>opwarming over warmteblok</u>
		voor warmte blok 12.7 °C
		na warmte blok / slurf <u>16.5 °C</u>
		opwarming 3.8 °C
		23.0 MJ/u
		<u>opwarming over LBU</u>
		boven kasluchtinlaat 13.8 °C
		na warmte blok / slurf <u>16.5 °C</u>
		opwarming 2.6 °C
		15.9 MJ/u
		<u>warmteverlies LBU</u>
		boven kasluchtinlaat 13.8 °C
		voor warmte blok <u>12.7 °C</u>
		afkoeling 1.2 °C
		7.1 MJ/u

Verificatie van energieverlies van gewasventilatie:
Ontleend aan meetgegevens van 4 tot 11 december 2009

Gegevens ontleend aan Letsgrow voor vrijdag 4 tot vrijdag 11 december		
watrigift per dag	2.1 l/m ²	
drain	1.5 l/m ²	
opname = verdamping per 24 uur	0.6 l/m ²	
opname = verdamping per uur	25 g/m ² .uur	
absoluut vocht binnen	12.5 g/m ³	
absoluut vocht buiten	8.2 g/m ³	
verschil AV	4.3 g/m ³	
lucht uitwisseling voor vochtafvoer	5.81 m ³ /m ² .uur	
binnen temperatuur	16.5 C	
buiten temperatuur	8.5 C	
verschil	8 C	
energie voor ontvochtigen	1.34 GJ/dag	voor 1008 m ²
Daarnaast vochtafvoer door condensatie op kasdek.		

In werkelijkheid zal energie nodig voor ontvochtiging geringer zijn, aangezien er ook een deel condenseert op kasdek. In werkelijkheid was in bovengenoemde periode rond 1 GJ per dag aan energie door de gewasventilatie nodig.

Conclusie er is een aanzienlijk energie verlies, maat let wel, bij deze condities van vorst.

Voor een praktijk situatie kan dit dus nog beter dan nu het geval is. In de praktijk is belangrijk om de prestaties van een installatie goed te analyseren.

Opgemerkt moet worden dat energieverlies door lek (luchtuitwisseling) eigenlijk geen E-verlies is omdat er toch lucht uitgewisseld moet worden. Het gaat alleen om energie verlies door convectie via koude bruggen.

Verschillen tussen dagen kunnen komen door windrichting en windsnelheid. Dit wordt versterkt bij te grote aanzuig openingen.

In dit project is deze analyse als voorbeeld gedaan er is geen poging ondernomen om een correctie op het totale energie gebruik van de afdeling te bepalen. Dan moet ook met effecten van gevels - tomaten die warm geteeld worden of een lege afdeling die koud staat- rekening gehouden worden.

4 Literatuurstudie rhizoomtemperatuur bij Gerbera

In de jaren zestig wordt in Nederland voor het eerst onderzoek gedaan naar de rhizoomtemperatuur in de winterperiode door Leffring. Zij teelde planten in potten op tabletten. Het is niet duidelijk welke cultivars zijn gebruikt. Verwarmen naar 20 en 25 °C resulteerde in meer bloemen per m² en een snellere groei ten opzichte van de onverwarmde behandeling. Daarnaast verminderde de uitval door Phytophthora. Bij 25 °C was er zelfs geen uitval meer door Phytophthora.

Veen, grond en gravel

In de jaren tachtig wordt vooral verslag gedaan van teelt in veen en grond of gravel. Door Goldsberry (1987 en 1988) werd verwarmd tot 19 °C. Dit gaf verhoging van de bloemproductie en langere stelen. De bulk van de productie werd behaald in de eerste 16 weken van het jaar. Gerbera's geteeld in gravel gaven en nog hogere productie dan de in grond geteelde Gerbera's. Ook bij San Pedro (1985) resulteerde verhoging van de temperatuur in het wortelmilieu tot een verhoging van de bloemproductie met name in de eerste 12 weken van het jaar.

Bij Tsujita (1987) gaf temperatuur verhoging van 12.5 naar 22 °C een verdubbeling van de bloemproductie en langere stelen. Berninger (1979) en Lin (1985) vonden alleen langere stelen in verwarmde teelten. Het effect van temperatuur verhoging in het wortelmilieu is ook cultivar afhankelijk. Vidalie (1984) vond bij de helft van de cultivars geen effect van temperatuur verhoging in het wortelmilieu.

Waterculture

Er werd twee maal verslag gedaan van temperatuur behandelingen in waterculture (Cornillon, 1980 en Wang, 2001). Bij Wang werd bij alle cultivars een hogere bloemproductie en langere stelen waargenomen.

Cornillon ziet geen verschillen in vegetatieve groei en bloemproductie bij een temperatuur range van 10, 13, 16 en 19 °C. De Gerbera's groeiden het beste bij 16 en 19 °C.

Steenwol

Labeke (1999) realiseerde een hogere bloemproductie bij 'Optima' door de kasttemperatuur voornamelijk te realiseren met het ondernet. Het bovennet kwam alleen in als de kasttemperatuur niet gehaald werd. Met name de productie van januari tot maart droeg bij aan dit verschil. Martinez-Garcia (1989) realiseerde in een winterteelt een hogere bloemproductie en langere stelen. Bij van Os (1986) nam de bloemproductie toe met toenemende temperatuur in de eerste twee maanden van de teelt (april mei), de overall bloemproductie was gelijk aan het einde van de teelt. Het bloemgewicht nam af bij toenemende temperatuur (tot 28 °C).

In 1989 heeft van Os een proef gedaan waarin drie verschillende dag/nacht temperaturen werden vergeleken (21/14, 18/18 en 14/21 d/n). Bij gelijkblijvende etmaaltemperatuur nam de abortie van bloemknoppen af bij afnemende temperatuur. De bloemproductie was in behandeling 21/14 d/n significant lagere bij de cultivars 'Fleur' en 'Terrafame'

Warm water

Eén maal wordt er verslag gedaan van het geven van verwarmd water met een temperatuur van 25 °C (Lyakh, 1986). In de behandeling waar verwarmd water werd gegeven werd 14.3% meer bloemen geproduceerd.

Invloed substraatverwarming op fotosynthese

Romero-Aranda (1993) heeft niet de bloemproductie bekeken maar gekeken naar de invloed van substraatverwarming op fotosynthese. Uit zijn onderzoek blijkt dat de fotosynthese en de huidmondjes weerstand toeneemt wanneer het substraat wordt verwarmd.

Ook Issa (2001) vindt dat de fotosynthese en de huidmondjes weerstand toeneemt wanneer het substraat wordt verwarmd. Issa heeft ook in de zomerperiode de fotosynthese gemeten. Ook in zomerperiode is de fotosynthese hoger bij de hoogste temperatuur, de verschillen zijn echter kleiner in vergelijking met de winterperiode.

Slotopmerkingen

- Of een Gerbera cultivars reageert op verhoging van de rhizoom temperatuur door meer bloemen te produceren is afhankelijk van het ras.
- Ook de fysische samenstelling van het substraat kan invloed hebben op de bloemproductie.
- Veel onderzoekers maken melding van het feit dat de bloemproductie met name in de eerste 12 – 16 weken van het jaar of in de wintermaanden door verhoging van de bodem temperatuur wordt bevorderd.
- Fotosynthesemetingen van Issa (2001) lijken dit te ondersteunen
- Dit beknopte literatuur overzicht wijst op een effect van de pot- en substraat temperatuur op de productie in winter.

Auteur	Temperatuurbehandeling	Substraat	Cultivars
Berninger, 1979	18.5/15 (air/soil) 18.5/18.5 18.5/21 15/15 15/18.5 14/11 14/14 11/11 11/14 11/18	Mix van Peat en teeltaarde	Fredaisy
Buwalda 2000	Gem. 18 en 22 °C Tgem +/- 4 °C gedurende 3 dagen Tgem +/- 4 °C gedurende 6 dagen Onder twee lichtniveaus	potgrond	Illusion
Cornillon, 1980	10, 13, 16 en 19 °C	waterculture	Fredaisy
Goldsberry, 1987	Verwarmd en onverwarmd. 19 °C	Grond en gravel	Amethyst Mandrin Friendship
Goldsberry, 1988	Verwarmd en onverwarmd. 19 °C	Grond en gravel	Amethyst Mandrin Friendship
Issa, 2001	Verwarming op culturebag of of verwarming onder culturebag Temperatuur door de verwarmingsbuizen 60 °C Gerealiseerd temperatuur in substraat 16 °C (grond) onder en 23 °C boven	Perlite Zeolite Perlite + zeolite 1:1	Cyprus Heart Breaker
Labeke 1999	Kastemperatuur met onder en bovennet Ondernet op 50 °C bovennet komt alleen in als kastemperatuur niet gehaald wordt.	steenwolmat 100*18*6	Tiffany (klbl) Optima (gbl)
Leffring 1964	Onverwarmd, 20 °C en 25 °C	tablet	-
Leffring 1965	Onverwarmd, 20 °C en 25 °C	tablet	-
Leffring 1966	Onverwarmd, 20 °C en 25 °C	tablet	-
Leffring 1967	Onverwarmd, 20 °C en 25 °C	tablet	-
Leffring 1968	Onverwarmd, 20 °C en 25 °C	tablet	-
Lin, 1985	16-20 °C 23 °C	Peat + sawdust	Oranje-Nassau Fabiola Appelbloesem
Lyakh, 1986	Water geven met water van 25 °C of kraanwater	Peat perlite 1:1	-

Resultaat
Het verhogen van de grondtemperatuur resulteerden in langere bloemstelen. Geen verhoging van de bloemproductie
Geen effect op steellengte van temperatuur wel een effect van licht op steellengte. Onder hoog licht kortere stelen. Geen effect van temperatuur op vaasleven. Er is in deze proef niet naar productie gekeken.
De Gerbera's groeiden het best bij een wortel temperatuur van 16 en 19 °C
Snellere groei door verwarming Met name in gravel teelt verdubbeling van de bloemproductie bij alle cultivars. De extra bloemproductie werd met name gerealiseerd vanaf januari. Ook bij alle cultivars langere stelen. Bloemproductie verhoging was op gravel hoger dan in grond. Bij Friendship en Mandrin was de bloemdiameter ook groter.
Resultaten komen overeen met resultaten uit 1987. De extra productie werd met name in de eerste 26 weken van het jaar gerealiseerd.
Netto fotosynthese en huidmondjes weerstand hoger in behandeling met 23 °C verwarming (verwarmingsslang op substraat zak). De teelt op 100% zeolite resulteerden een significant lagere bloemproductie. Verwarmen gaf alleen bij de 100% zeliel teelt een hogere bloemproductie.
Hogere bloemproductie door alleen gebruik ondernet bij Optima, deze werd vooral veroorzaakt door de resultaten van januari tot en met maart. Bij Tiffany aantal bloemen per plant niet significant hoger maar aan het einde van het jaar wordt wel 19% meer bloemen gesneden per m ² wanneer allen het ondernet gebruikt wordt. De gemiddelde stengellengte bij het gebruik van alleen ondernet ligt echter wel iets lager.
Toename aantal bloemen per plant met toenemende temperatuur. Veel uitval door Phytophthora in de onverwarmde behandeling. Geen uitval door Phytophthora bij 25 °C
Toename aantal bloemen per plant met toenemende temperatuur. Snellere groei door verwarming Veel uitval door Phytophthora in de onverwarmde behandeling. Geen uitval door Phytophthora bij 25 °C
Toename aantal bloemen per plant met toenemende temperatuur. Snellere groei door verwarming Veel uitval door Phytophthora in de onverwarmde behandeling. Geen uitval door Phytophthora bij 25 °C Bloemdiameter en de stevigheid van de stelen neemt toe in de verwarmde behandelingen.
Toename aantal bloemen per plant met toenemende temperatuur. Snellere groei door verwarming bloeivervroeging 1 maand
Toename aantal bloemen per plant met toenemende temperatuur. Snellere groei bloeivervroeging 1 maand Geen verschil in bloemdiameter, steellengte en de stevigheid van de stelen tussen de behandelingen.
Geen bloemproductie verhoging wel langere bloemstelen
14.3% meer bloemen wanneer water een temperatuur van 25 °C had.

Auteur	Temperatuurbehandeling	Substraat	Cultivars
Martinez 1995	Onverwarmd en 19 °C	Perlite 3 -5 mm Attapulgit	Fame
Martinez-Garcia 1989	Onverwarmd, 15 °C en 19 °C Winterteelt Nachts kon de temperatuur dalen tot 10 °C in de controle behandeling	steenwol 100*15*6.5	Goldy Saskia Maria
Os, van 1986	18, 23 en 28 °C	Steenwol 12.5*10*100	Appelbloesem
Os, van, 1989 a	21/14 d/n 18/18 d/n 14/21 d/n	steenwol	Fleur Joyce Terrafame
Os, van, 1989 b	21/14 d/n 18/18 d/n 14/21 d/n	steenwol	Fleur Joyce Terrafame
Romero- Aranda, 1993	Onverwarmd en verwarmd met poypropylene pijpen waardoor water van 40 °C onder de mat Realisatie in de mat onverwamd 7 - 13 °C en verwamd 19 °C In winterperiode	steenwol	Maria
San Pedro, 1985	grond onverwarmd en verwarmd met plastic- buizen waar water van 20 °C doorheen stroomde	grond	Clementine D'Artagnan Labonit Arabella Fredorella Veronica
Tsujita 1987	16/12,5/ 12,5 (d/n/soil) 16/12,5/22	Peat bags	Gallant Frederello Labiro
Vidalie 1984	14 (onverwarmd) en 20 °C	grond	Clementine Monmartre Fresultane Valintine
Wang, 2001	Onverwarmd 7 - 11 °C 15 °C en 20 °C	watercultuur	Terra sun, Terra visa, Terra mor, Clementine, Terra fame, Terra Queen, Terra cerris

Resultaat
Hogere bloemproductie in Perlite dan in Attapulgite door verwarmen
Verwarmen gaf een hogere bloemproductie dan niet verwarmen maar ook langere stelen.
In de mat zijn uiteindelijke 18, 20 en 25 °C gerealiseerd. Geen verschil in productie in de teelt overall. Er was wel in de eerste twee maanden (april en mei) van de teelt een hogere productie als gevolg van matverwarming. Wel nam het aantal afwijkende bloemen nam toe bij verhoging van de mattemperatuur.
Veel bloemknopabortie in de winter met name bij Fleur en Terrafame. Bij Fleur en Terrafame nam de bloemknopabortie af bij afnemende dagtemperatuur
Behandeling 21/14 gaf bij Fleur en Terrafame en lagere productie. Geen invloed van temperatuur behandeling op de productie bij Joyce. Bij alle cultivars waren de afwijkende bloemen in de behandeling 21/14 circa 20% hoger t.o.v. de behandeling 14/21
Fotosynthese en de huidmondjes weerstand hoger bij de verwarmde behandeling. Geen bloemproductie gegeven beschikbaar.
De bloemproductie in december t/m maart verdubbelde
Bloemproductie verdubbeld en langere stelen
Bloemproductie verhoging bij Clementine en in mindere mate ook bij Valentine. Bij de andere cultivars geen effect van verwarming op de bloemproductie
Hogere bloemproductie per m ² bij alle cultivars bij oplopende temperatuur. Steellengte bij verwarming langer. Alleen bij Terra cerris en Terra fame ook een grotere bloem diameter bij toenemende temperatuur

4.1 Literatuur

Berninger, E., 1979.

Effect of air and soil temperatures on the growth of Gerbera.

Scientia Horticulturae. 10 pp 271-276

Buwalda, F.; Eveleens, B.; Wertwijn, R., 2000.

Ornamental crops tolerate large

temperature fluctuations: a potential for more efficient greenhouse heating strategies. Acta Horticulturae. 2000.

515, 141-149.

Cornillon, P., 1980.

Influence of root temperature on the behaviour of chrysanthemum

and gerbera. Revue Horticole. 1980.

207, 11-14. 1

Goldsberry, K. L.; Lang, R. C., 1987.

Response of gerbera to root zone heating in soil

and gravel substrates. HortScience. 1987.

22: 4, 595-597. 17

Goldsberry, K. L.; Pohly, J.; Hobika, R., 1988.

Gerbera II: long term response to root

zone heating in soil and gravel substrates. Research Bulletin, Colorado Greenhouse Growers' Association. 1988.

458, 1-3. 3

Issa, M.; Ouzounidou, G.; Maloupa, H.; Constantinidou, H. I. A., 2001.

Seasonal and

diurnal photosynthetic responses of two gerbera cultivars to different substrates and heating systems. Scientia

Horticulturae. 2001.

88: 3, 215-234. 33 ref.

Labeke, M. C. van; Dambre, P., 1999.

Invloed van minimum buisinstelling op productie en

kwaliteit bij Gerbera. Verbondsnieuws. 1999.

43: 20, 34-36. 5

Leffring L., 1968.

Invloed van grondverwarming bij Gerbera's. Annual Report for 1968.of

the Experiment Station for Floriculture in the Netherlands at Aalsmeer, pp 61-63.

Leffring L., 1967.

Invloed van grondverwarming bij Gerbera's. Annual Report for 1967.of

the Experiment Station for Floriculture in the Netherlands at Aalsmeer, pp 67.

Leffring L., 1966.

Invloed van grondverwarming bij Gerbera's. Annual Report for 1966.of

the Experiment Station for Floriculture in the Netherlands at Aalsmeer, pp 72-75.

Leffring L., 1965.

Invloed van grondverwarming bij Gerbera's. Annual Report for 1965.of

the Experiment Station for Floriculture in the Netherlands at Aalsmeer, pp 83-85.

Leffring L., 1964.

Invloed van grondverwarming bij Gerbera's. Annual Report for 1964.of

the Experiment Station for Floriculture in the Netherlands at Aalsmeer, pp 91-93.

Lin, W. C.; French, C. J., 1985.

Effect of supplementary lighting and soil warming on

flowering of three Gerbera cultivars. HortScience. 1985.

20: 2, 271-273. 14

Lyakh, V. M.; Pervitskaya, L. V., 1986.

Response of gerbera to irrigation with warm

water in the winter. Nauchnye Trudy Nauchno Issledovatel'skogo Instituta Gornogo Sadovodstva i Tsvetovodstva. 1986.
33, 132-135. Secondary Journal

Martinez, P. F.; Abdel Fattah, Y. M. M., 1995.
Effects of substrate warming in soilless culture on gerbera crop performance under seasonal variations. *Acta Horticulturae*. 1995.
408, 31-40. 24 ref. Editor Maloupa, E.; Gerasopoulos, D.

Martinez-Garcia, P. F.; Catala-Forner, M. M.; Romero-Aranda, R.; Solves-Ferrer, M. J.; Diaz-Minguez, R., 1989.
Root zone heating of gerbera in rockwool. *Acta Horticulturae*. 1989.
246, 45-52. 14

Os, van P.C., R. de Koster, A.A.M. van der Wurff, 1986.
Hoge mattemperatuur heeft negatieve gevolgen bloemkwaliteit. *Vakblad voor de Bloemisterij* 49, pp 46-47

Os, van P.C., 1989a.
Bloemknopabortie bij Gerbera te beïnvloeden via temperatuur. *Vakblad voor de Bloemisterij* 7, pp 58-59

Os, van P.C., R. de Koster, A.A.M. van der Wurff, 1989b.
Dag/nachttemperatuur van invloed op productie en kwaliteit Gerbera. *Vakblad voor de Bloemisterij* 7, pp 56-57

Romero-Aranda, R.; Martinez, P. F., 1983.
Diurnal course of gaseous exchange and leaf water potential in relation to substrate-heating of Gerbera. *Photosynthetica*. 1993.
29: 1, 95-101. 15

San Pedro, M. de; Badosa, R., 1985.
Results of a trial on gerbera cultivation with soil heating. *Comunicaciones de la III reunion de ornamentales. Jornadas tecnicas*. 1985.
202-205.

Tsujita, M. J.; Dutton, R. G., 1987.
Root-zone temperature effects on peat-bag-cultured gerberas. *Canadian Journal of Plant Science*. 1987.
67: 2, 585-587. 9

Vidalie, H.; Laffaire, M., 1984.
Gerbera production in heated soil. II. Influence of soil heating on gerbera production. *P.H.M. - Revue Horticole*. 1984.
246, 15-19. 6

Wang GouLiang; Wu ZhuHua; Tang GengGuo; Wang YouLiang; Li XuePing, 2001.
The effects of rhizosphere heating on flower yields and quality of soilless growing Gerbera during winter. *Acta Horticulturae Sinica*. 2001.
28: 2, 144-148. 8

5 Lichtverlies door zonneschermb

Een van de vragen die tijdens het project opkwamen is hoeveel lichtverlies geeft het sluiten van het zonneschermb XLS 14F

Voor de omrekening van globale straling naar PAR op het gewas is een uitvoerige analyse van het eerste jaar gemaakt. Daaruit zijn voor het IC de volgende relaties gevonden

Als alle schermen open zijn is de regressie lijn tussen PAR en I_{glob}

$$PAR = 1.15 * I_{glob}$$

Als het zonne scherm dicht is wordt deze relatie

$$PAR = 0.69 * I_{glob}$$

$1.14 - 0.69 = 0.46 * I_{glob}$ is het verlies door het zonneschermb.

D.w.z. het scherm houdt 46% van de globale straling tegen.

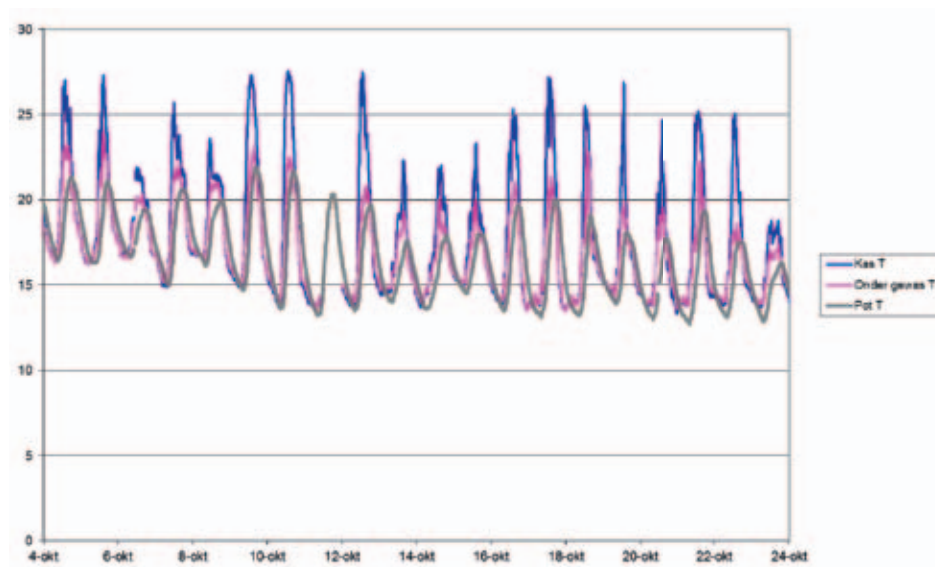
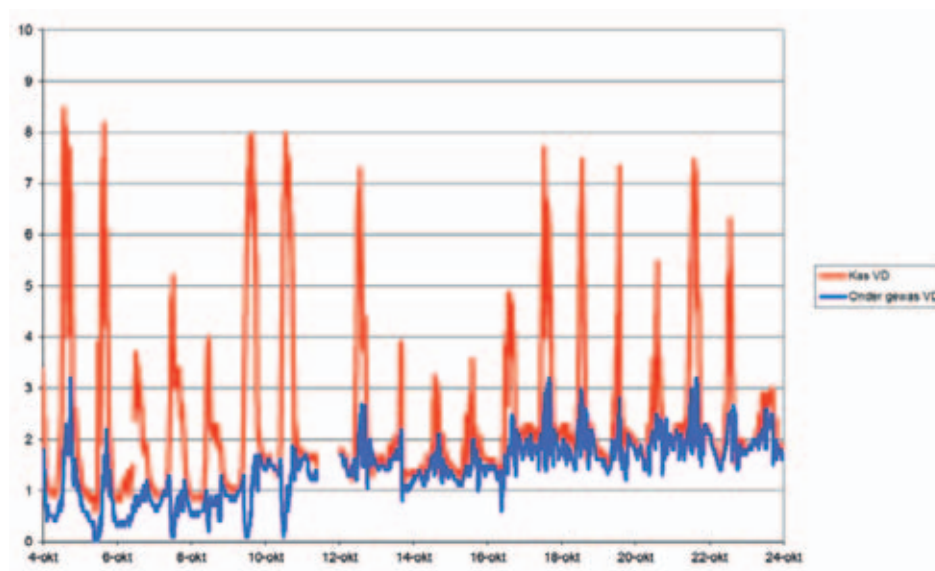
Hierbij moet wel worden opgemerkt dat deze relatie kan worden beïnvloedt door de plaats van de PAR sensor in de kas. Vooral als zonder scherm de PAR sensor geregeld in de schaduw komt kan dit de relatie bij openschermen wijzigen.

6 Klimaat metingen in najaar 2010

6.1 Vocht regeling op onderste meetbox

In het voorjaar was voor de controle van de vochtigheid onder het gewas een meetbox onder de teeltgoot gehangen. In oktober bleek dat de regeling van de luchtvochtigheid onder het gewas niet goed ging. Geregeld werden momenten met een vochtdeficiet van nul waargenomen. Op 11 oktober is er daarom voor gekozen de vochtregeling te laten plaatsvinden op de meetbox onder de teeltgoot. Dit had gemiddeld het gewenste effect. Vanaf dat moment werd het gewas onder de teeltgoot weer droger. Het opdrogen van het gewas had wel tot gevolg dat er meer energie nodig was. Verdampen van water kost energie. Onderstaande figuur laat het VD op bloemhoogte (Kas VD) en onder de teeltgoot zien. In die periode is ook gekeken naar de temperatuur van de kas en onder het gewas en van de pot temperatuur. Boven het gewas stijgt de temperatuur gemakkelijker dan onder het gewas. De nivulator heeft op de temperatuur onder het gewas geen invloed. Dit in tegenstelling tot lucht die via de slurven permanent wordt rond geblazen.

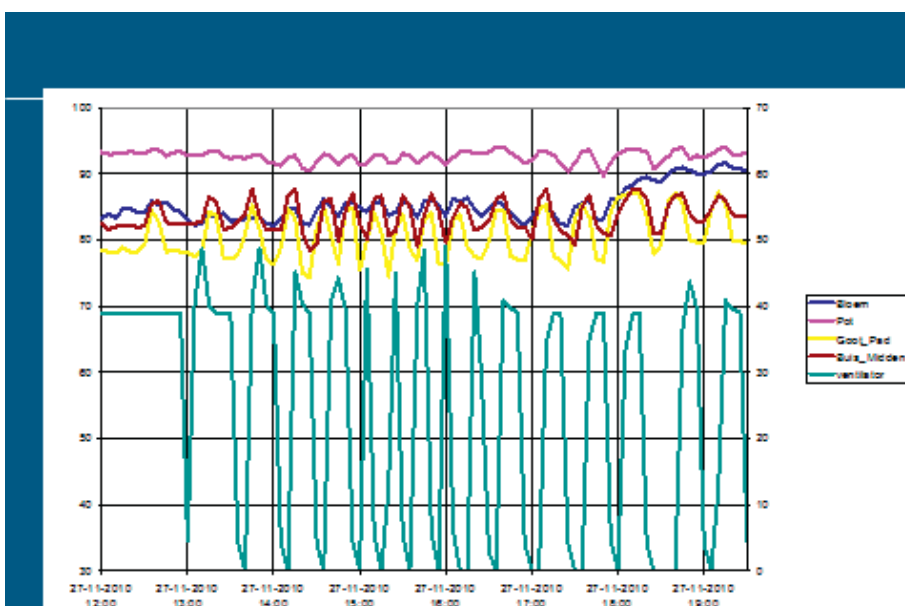
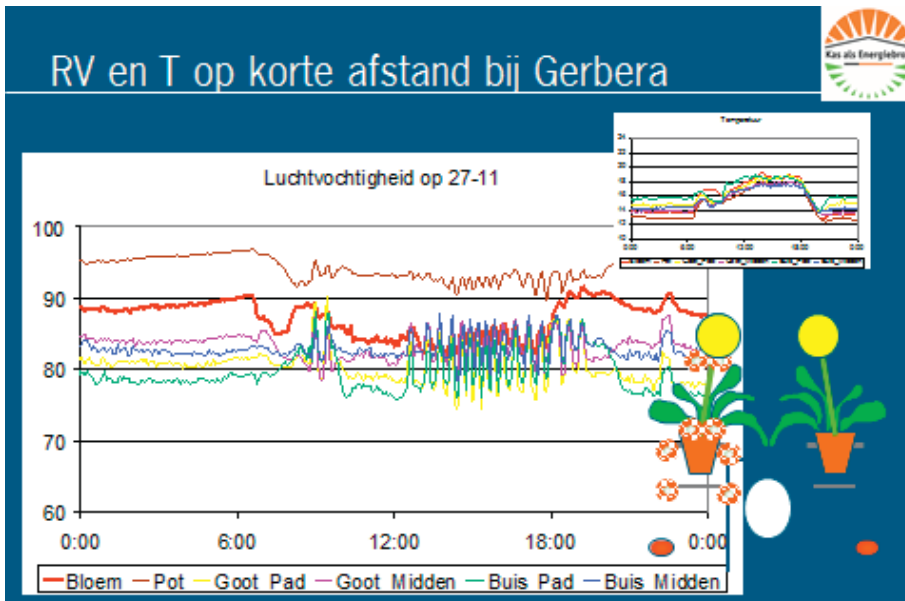
De pottemperatuur ijlt, zoals te verwachten, na op de temperatuur onder het gewas. Opmerkelijk is wel dat de pottemperatuur geregeld lager wordt dan de ruimte temperatuur. Dit kan alleen als de opwarming van de buitenlucht onvoldoende is. Dit kan optreden als de buitenlucht aanzuiging vaak aan en uit gaat, omdat de opwarming van de warmtewisselaars in de luchtbehandelings kast trager is dan het opstarten van de luchtstroom door de ventilator.



6.2 Invloed Nivolator op vochtigheid bij de plant

In het tweede teeltjaar is gewerkt met een nivulator in plaats van met permanente circulatie van de kaslucht. Het gevolg hiervan is dat de ontvochtiging met buitenlucht een veel directere sturing heeft naar het klimaat onder het gewas. Zodra de buitenlucht aanzuiging aangaat op de minimumstand van ca 4 m³/(m².uur) heeft dit een direct gevolg voor het klimaat onder de teeltgoot. Dit wordt duidelijk geïllustreerd met het verloop van de luchtvochtigheid zoals gemeten op 27 november 2010 en getoond bij de begeleidingsgroep op 31 november 2010

Bij de buis en de goot vertoont de luchtvochtigheid een duidelijk aan/uit ritme als gestuurd wordt op een meetbox onder het gewas met de frequentie van het aan/uit schakelen van de buitenlucht aanzuiging. De luchtvochtigheid in het hard van de plant komt in de nacht boven de 95%. Bij de bloem daalt de luchtvochtigheid wel als gevolg van de regeling van de luchtvochtigheid onder het gewas.



6.3 Verticale temperatuur gradiënt

In december 2010 is met behulp van Wisensys sensoren de verticale temperatuur gradiënt gemeten. Die bleek zeer gering te zijn. Als de assimilatie lampen aangaan ontstaat er een geringe temperatuur gradiënt. Daarbij speelt ook nog mee dat de sensoren zelf gevoelig zijn voor stralingswarmte. Praktisch gezien is de temperatuur gradient te verwaarlozen. Er zijn geen nieuwe metingen gedaan onder een gesloten scherm zonder de nivolutoren, omdat die in het eerste jaar al waren uitgevoerd.

