



# Hoog isolerend schermen in amaryllis (*Hippeastrum*)

Onderzoek naar energiebesparing met behulp van een tweede schermdoek en energiezuinige klimaatregeling in kader van Kas als Energiebron

Arca Kromwijk<sup>1</sup>, Feije de Zwart<sup>1</sup>, Barbara Eveleens<sup>1</sup>, Piet Hein van Baar<sup>2</sup>,  
Marc Grootsholten<sup>2</sup> en Jan Overkleeft<sup>3</sup>

Rapport GTB-1358

1. Wageningen UR, 2. Green Q-Improvement Centre, 3. Amaryllis teeltbegeleiding en advies

## **Referaat**

Het energieverbruik in de teelt van snij-amaryllis ligt rond de 25 tot 30 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> per jaar. In opdracht van Kas als Energiebron is onderzoek uitgevoerd naar vermindering van het energieverbruik. Hierbij is vooral gekeken naar het gebruik van een tweede energiescherm en een energiezuinige klimaatregeling. Als het luchtvochtigheids criterium overschreden werd, zijn eerst de ramen geopend boven de dichte schermen. Als dat niet voldoende effect had is een kier in het bovenste energiescherm getrokken en als dat niet voldoende effect had zijn beide schermen geopend. Er is geen minimumbuis gebruikt. Samen met telers en teeltadviseur is het klimaat en energieverbruik gemonitord en indien nodig bijgestuurd. Na correctie voor verschillen in buitentemperatuur en stooktemperatuur bleek er 2.6 m<sup>3</sup> gas (13%) per m<sup>2</sup> bespaard ten opzichte van het energieverbruik in dezelfde kas met één energiescherm en standaard klimaatregeling. Er zijn geen nadelige gevolgen voor het gewas en de houdbaarheid van snij- amaryllis op de vaas geconstateerd.

## **Abstract**

In the cultivation of amaryllis cut flowers the current energy consumption is around 25 to 30 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> per year. Research into reducing energy consumption using a second energy screen and an energy-efficient climate control strategy was carried out in Bleiswijk, The Netherlands. When the air in the greenhouse became too humid, the vents above the closed screens were opened. If this did not have the required effect the upper energy screen was slightly opened and if this was not enough both energy screens were opened. The normally applied minimum pipe temperature setting was eliminated. Together with growers and a crop advisor the climate and energy consumption were monitored and adjusted if necessary. After correction for differences in weather conditions and heating setpoint 2,6 m<sup>3</sup> of natural gas per m<sup>2</sup> (13% was saved compared to the energy consumption in the same greenhouse with only one energy screen and standard climate control in the preceding year. No adverse effects on the crop and the shelf life of cut flowers has been noticed.

## **Rapportgegevens**

Rapport GTB-1358

Projectnummer: 3242176500

## **Disclaimer**

© 2015 Wageningen UR Glastuinbouw (instituut binnen de rechtspersoon Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek), Postbus 20, 2665 MV Bleiswijk, Violierenweg 1, 2665 MV Bleiswijk, T 0317 48 56 06, F 010 522 51 93, E [glastuinbouw@wur.nl](mailto:glastuinbouw@wur.nl), [www.wageningenUR.nl/glastuinbouw](http://www.wageningenUR.nl/glastuinbouw). Wageningen UR Glastuinbouw.

Wageningen UR Glastuinbouw aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

## **Adresgegevens**

### **Wageningen UR Glastuinbouw**

Postbus 20, 2665 ZG Bleiswijk

Violierenweg 1, 2665 MV Bleiswijk

T +31 (0)317 48 56 06

F +31 (0)10 522 51 93

# Inhoud

	<b>Samenvatting</b>	<b>5</b>
<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>7</b>
	1.1 Probleemstelling	7
	1.2 Doelstelling	8
	1.3 Inpassing	8
	1.4 Communicatie	8
<b>2</b>	<b>Energieberekeningen</b>	<b>9</b>
<b>3</b>	<b>Materiaal en methode</b>	<b>11</b>
	3.1 Aanpassingen in de kas en monitoring	11
	3.2 Houdbaarheid	11
<b>4</b>	<b>Resultaten</b>	<b>13</b>
	4.1 Trek van bloemen (november – december 2013)	13
	4.1.1 Klimaatstrategie	13
	4.1.2 Gerealiseerd klimaat	14
	4.1.3 Gerealiseerd energieverbruik	16
	4.1.4 Gewastemperatuur	17
	4.1.5 Houdbaarheid	19
	4.2 Bolgroei (januari – juli 2014)	20
	4.2.1 Klimaatstrategie	20
	4.2.2 Gerealiseerd klimaat	20
	4.2.3 Gerealiseerd warmteverbruik	25
	4.2.4 Warmtebeeldcamera	26
	4.3 Totaal energieverbruik en energiebesparing	29
	4.4 Productie	30
<b>5</b>	<b>Conclusies, discussie, aanbevelingen</b>	<b>31</b>
	5.1 Conclusies	31
	5.2 Discussie	31
	5.3 Aanbevelingen	33
	<b>Literatuur</b>	<b>35</b>
	<b>Bijlage 1 Warmtebeelden november 2013</b>	<b>37</b>



# Samenvatting

Het energieverbruik in de amaryllisteelt ligt rond de 25 tot 30 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> per jaar en er zijn nog weinig bedrijven met een tweede energiescherm. Wageningen UR Glastuinbouw, GreenQ Improvement Centre en LTO Glaskracht hebben in opdracht van Kas als Energiebron onderzoek uitgevoerd naar vermindering van het energieverbruik in de teelt van snij-amaryllis. Bij een amaryllisproef is een tweede energiescherm (Luxous1347, voorheen XLS-10 genaamd) geïnstalleerd en een energiezuinige klimaatregeling ingesteld. Als het luchtvochtigheids criterium overschreden werd, zijn eerst de ramen geopend boven de dichte schermen. Als dat niet voldoende effect had is een kier in het bovenste energiescherm getrokken en als dat niet voldoende effect had zijn beide schermen geopend. Er is geen minimumbuis ingesteld. Samen met telers en teeltadviseur in de begeleidingscommissie onderzoek is het klimaat en energieverbruik gemonitord en indien nodig bijgestuurd.

In de amaryllisteelt worden twee fases onderscheiden, de trek van de bloemen en de bolgroei. Voor deze twee fases samen is er met een tweede scherm en energiezuinige klimaatregeling 17.5 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> gas voor de verwarming verbruikt. In het vergelijkingsjaar is in dezelfde kas met één energiescherm en standaard minimumbuis instelling 23.4 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> gas verbruikt. Een verschil van 5.9 m<sup>3</sup> en een energiebesparing van 25%. Als het verbruik van het vergelijkingsjaar wordt gecorrigeerd voor de lagere stooktemperatuur tijdens de trek van de bloemen en gemiddeld 2°C lagere buitentemperatuur tijdens de periode van bolgroei komt het gasverbruik in het voorgaande jaar op 20.1 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>. Dan is de energiebesparing lager: 2.6 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> gas en een besparing van 13%. De periode met bodemkoeling gedurende 10 weken vanaf 17 juli is buiten beschouwing gelaten. In deze periode wordt de bodem gekoeld naar 12°C en is er niet verwarmd.

Op verzoek van de BCO zijn drie houdbaarheidsproeven uitgevoerd om na te gaan of er geen 'Bent Neck' problemen optreden door toepassing van de energiezuinige klimaatregeling. 'Bent Neck' is het knakken van bloemstelen als de bloemen na droog transport in dozen, bij de detaillist op water worden gezet. Dit is een probleem wat soms bij enkele cultivars op kan treden. Het vermoeden bestaat dat een hoge luchtvochtigheid 'Bent Neck' problemen verergert. Houdbaarheidsproeven na een praktijkgetrouwe transportfase lieten geen 'Bent Neck' zien voor bloemen die in de energiezuinige kas waren gekweekt.



# 1 Inleiding

## 1.1 Probleemstelling

Bij de teelt van amaryllis wordt nog maar weinig gebruik gemaakt van energiebesparende maatregelen en klimaatregelaar instellingen. Daarom is het van belang de meerwaarde daarvan voor telers door middel van een experiment duidelijk te maken. Voor de kerstbloei van amaryllis wordt de bodem vanaf medio juli gedurende 10 weken gekoeld tot 12-13°C om de strekking van de bloemknoppen in de bol te induceren. Daarna wordt de bodemtemperatuur gedurende 42 weken ingesteld op 22°C. De ruimtetemperatuur staat meestal op 13 tot 16 °C ingesteld. Bijna alle telers in de praktijk hebben maar één schermdoek (=energiedoek) en geen 2<sup>e</sup> scherm. Er zijn 1 of 2 telers met een energiedoek én een apart open zonnenscherm voor wegschermen van te hoge instraling in de zomer. Ook bij de amaryllisproef bij het IC wordt gebruik gemaakt van zo'n zonnenscherm. In de winter wordt geschermd onder de 10-11°C buitentemperatuur in de nacht en overdag alleen bij extreem koud weer of sneeuw. Het doek gaat normaal bij 70-100 Watt/m<sup>2</sup> open, afhankelijk van het soort doek. Er wordt wel met een vochtkier gewerkt door een aantal kwekers (Jan Overkleef, pers. med.). Tijdens de koelperiode vanaf medio juli is de ruimtetemperatuur relatief hoog door de meestal hoge buitentemperaturen in deze periode van het jaar, zodat er in die 10 weken niet gestookt hoeft te worden.

Omdat amaryllis niet wordt belicht zijn de nachtperiodes best lang en kan door meer isolerende schermen energie worden bespaard. In de voorstudie van het project 'Het Nieuwe Telen Alstroemeria' (Labrie en de Zwart, 2010) zijn energieberekeningen uitgevoerd voor amaryllis. Energieverbruik van de referentieteelt amaryllis is daar berekend op ca. 20 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> per jaar. Dit is lager dan de huidige praktijk en KWIN-gegevens. Het energieverbruik van een amaryllisteelt volgens de laatste KWIN is 24.7 m<sup>3</sup> en 1.25 m<sup>3</sup> voor het stomen. Door de teeltadviseur wordt het energieverbruik geschat op 25 tot 30 m<sup>3</sup>. Bij de eerdere energieberekeningen voor amaryllis (Labrie en de Zwart, 2010) is voor de referentieteelt gerekend met een stooktemperatuur van 13.5°C, minimumbuis vanaf zonopkomst van 40°C en 12 buizen (32-ers) op een kap van 9.60m voor de referentieteelt. Als alternatief energiezuinig scenario is een teeltstrategie doorgerekend met dezelfde gemiddelde streef temperatuur als de referentie (13.5°C) met temperatuurintegratie met een minimumtemperatuur van 8°C en een integratieperiode van 7 dagen, toelaten van een negatieve DIF, verhoging van het RV setpoint van 85% naar 90% en het toepassen van een dubbel scherm. Voor het dubbele scherm is toen uitgegaan van een 2<sup>e</sup> XLS-10 doek wat overdag open is. Met deze aspecten is toen een energiebesparing berekend van 17.6% (=3.4 m<sup>3</sup> aardgas op een berekend verbruik van de referentieteelt van 19.5 m<sup>3</sup>). Inmiddels zijn er meer isolerende schermen (bv. XLS-18) en is de verwachting dat daarmee meer energie bespaard kan worden dan met een 2<sup>e</sup> XLS-10 scherm waar in bovenstaande berekeningen mee gerekend is. In de praktijk wordt nog geen 2<sup>e</sup> scherm toegepast bij amaryllis.

In een kas bij GreenQ Improvement Centre voeren het IC, Wageningen UR Glastuinbouw, LTO-Groei-service en Groen Agro Control van maart 2013 t/m december 2015 gezamenlijk een onderzoek uit met recirculatie van drainwater bij amaryllis. Dit recirculatieproject is vanaf oktober 2013 gedurende een jaar gecombineerd met onderzoek naar het gebruik van een extra isolerend scherm en energiezuinige klimaatinstellingen. Uit klimaatgegevens van eerder amaryllisonderzoek in dezelfde kasafdeling (Kromwijk *et al.* 2013) is berekend wat het energieverbruik in 2012 was met één energiescherm en een standaard klimaatregeling. Dit is vergeleken met het energieverbruik na installatie en gebruik van een tweede energiescherm en energiezuinige klimaatregeling. Het project is nauw gevolgd door een begeleidingscommissie met amaryllistelers Martin Boers, Erik Boers, Frans Kouwenhoven en Ab van Paassen en teeltadviseur Jan Overkleef die het onderzoek elke twee weken hebben bezocht.

In voorgaand amaryllisonderzoek in dezelfde kasafdeling is een minimumtemperatuur van 16°C aangehouden, omdat de betere amaryllistelers dit ook doen. Algemene ervaring bij het doorrekenen van verschillende scenario's in het kader van energieverbruik is dat bij een hogere temperatuur het energieverbruik hoger is, maar de relatieve besparing meestal gelijk blijft.

## 1.2 Doelstelling

### Technische doelstelling

- Vergelijking van energieverbruik bij teelt van amaryllis onder twee energiedoeken in combinatie met energiezuinige klimaatregeling ten opzichte van teelt onder één energiedoek met standaard minimumbuis in eerder uitgevoerd onderzoek bij amaryllis in dezelfde kas in 2012.

### Energiedoelstelling

- 25% energiebesparing op verwarming bij snij-amaryllis.

### Nevendoelstelling

- Minimaal behoud van productie en kwaliteit.

## 1.3 Inpassing

Eerste stap in het Nieuwe Telen, is Het Nieuwe Schermen: met meer energieschermen en meer schermuren wordt de kas intensiever geïsoleerd en is het energieverbruik lager. Deze eerste stap wordt in veel gewassen al toegepast, maar in de teelt van amaryllis zijn er in de praktijk nog geen telers die twee energieschermen gebruiken. Dit onderzoek geeft door het toepassen van twee energieschermen in combinatie met een energiezuinige klimaatregeling en monitoren van het klimaat en energieverbruik inzicht in toepassingsmogelijkheden voor amaryllistelers.

## 1.4 Communicatie

Het gerealiseerde klimaat, energieverbruik en voortgang van het onderzoek is elke twee weken besproken met een begeleidingscommissie onderzoek. Hierin zaten de amaryllistelers Martin Boers, Erik Boers, Frans Kouwenhoven, Ab van Paassen en teeltadviseur Jan Overkleef. Na de start van de proef zijn in november/december artikelen gemaakt voor de website van LTO Groeiservice en Onder Glas. In december 2013 is op Energiek 2020 een interview met Piet Hein van Baar over de voortgang van het onderzoek gepubliceerd. Tijdens de landelijke amaryllis dag van 11 juni 2014 en het kenniscafé amaryllis op 13 mei 2015 is een open middag georganiseerd en een presentatie van de resultaten gegeven.

### Communicatie:

- Verberkt, H., 2013. Hoog isolerend schermen bij amaryllis. Website LTO-Groeiservice 28-11-2013.
- Kromwijk, A., 2013. Hoog isolerend schermen amaryllis. Onder Glas nr. 12 december 2013, pagina 39.
- LTO-Groeiservice, 2013. Tweede scherm bij Amaryllisproef. Website Energiek2020, 2 december 2013.
- Baar, Piet Hein van, 2013. Tweede scherm geeft 15% energiebesparing. Website Energiek2020, 20 december 2013.
- Barendse, J., 2014. Energiebesparing bij Amaryllis. Website LTO Glaskracht 30 april 2014.
- Kromwijk, A., 2014. Energiebesparing bij amaryllis. Presentatie en open middag tijdens landelijke dag amaryllis, 11 juni 2014.
- Kromwijk, A., 2015. Stand van zaken onderzoek amaryllis. Presentatie en open middag tijdens kenniscafé amaryllis, 13 mei 2015.
- Barendse, J., 2015. Geslaagd kenniscafé amaryllis. Website LTO Glaskracht 22 mei 2015.



## 2 Energieberekeningen

Voorafgaand aan de start van de proef zijn eerdere berekeningen uitgevoerd in het kader van de voorstudie HNT Alstroemeria in 2010 (zie hoofdstuk 1 en Labrie en de Zwart, 2010) opnieuw uitgevoerd met twee aanpassingen:

- Stooktemperatuur referentieteelt en streef temperatuur alternatieve scenario's verhoogd naar 16 °C.
- 2<sup>e</sup> scherm is XLS-18 scherm in plaats van XLS-10 scherm in de energiebesparingsopties. Een XLS-18 is meer isolerend dan een XLS-10.

De berekeningen leverden de volgende resultaten:

- Gasverbruik voor standaardteelt met 16 °C stooktemperatuur en RV setpoint van 85% is 24.2 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>, waarvan 8 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> voor de grondverwarming. Dit totale verbruik komt meer overeen met energieverbruik voor verwarming amaryllis in nieuwste KWIN en schattingen van de teeltadviseur (25-30 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>) dan de eerdere berekeningen in 2010 (20 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>).
- Met 2<sup>e</sup> scherm erbij (XLS18 scherm) wordt het energieverbruik 22.2 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>. Dit is dus 2 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> minder dan bovenstaande referentie en een besparing van 8.3%. Door in dit scenario nog wat meer te kieren in plaats van het scherm snel helemaal te openen, zou de besparing misschien nog verhoogd kunnen worden richting 10%, maar meer zal er niet in zitten met alleen een 2<sup>e</sup> scherm. Om meer energie te besparen zal het 2<sup>e</sup> scherm daarom gecombineerd worden met andere energiebesparingsmaatregelen.
- Met 2<sup>e</sup> scherm (XLS18 scherm) én een hoger vocht setpoint (90% RV i.p.v. 85% RV) komt het energieverbruik op 18.6 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>. Combinatie met een hoger RV setpoint doet dus veel voor de energiebesparing en levert 5.6 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> besparing, wat neer komt op een totaal van 23.1% besparing t.o.v. de referentie.
- Met 2<sup>e</sup> scherm (XLS18 scherm), hoger vocht setpoint én temperatuurintegratie wordt het totale energieverbruik nog lager en komt op 17.3 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>. Dit hele pakket is dus goed voor 6.9 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> minder gas en een energiebesparing van 28.5% t.o.v. de referentie.

Om het gestelde doel van 25% energiebesparing te halen is het dus nodig om bij een hogere luchtvochtigheid te gaan telen. Gezien negatieve ervaringen in het verleden (vast folie in jaren tachtig van energiecrisis) was er enige twijfel in de BCO om het RV setpoint zonder aanvullende maatregelen te verhogen omdat het doorvoeren van het verhoogde RV-setpoint mogelijk concessies aan kwaliteit in de recirculatieproef zou kunnen betekenen. Daarom zijn nivolatoren in de proefafdeling opgehangen om extra luchtbeweging te creëren. Er zijn ook aanvullende metingen uitgevoerd aan de planttemperatuur met een planttemperatuurcamera een warmtebeeldcamera.



## 3 Materiaal en methode

### 3.1 Aanpassingen in de kas en monitoring

Na het gebruikelijke blad snijden na de bodemkoeling is half oktober 2013 een extra isolerend schermdoek met bijbehorende installatie aangelegd in de kas met de amaryllisproef. Omdat een XLS-18 doek op dat moment niet leverbaar was, is een tweede XLS-10 Ultra Revolux van Svensson geïnstalleerd. Op het bovenste dradenbed is het al bestaande XLS-10 doek gehandhaafd en het nieuwe energiedoek is samen met het al aanwezige Harmonydoek op het onderste dradenbed geïnstalleerd. Op deze manier kunnen beide energieschermen tegelijk dicht voor maximale isolatie in de winter en in zomer blijft het Harmonydoek beschikbaar. Dit was vanuit teelttechnisch oogpunt de meest optimale oplossing. Er zijn ook 4 nivolatoren geïnstalleerd en er is een aanpassing gemaakt in de klimaatcomputer voor aansturing van de nivolatoren en twee doeken op 1 dradenbed.

Uit de energieberekeningen in hoofdstuk 2 bleek dat het voor het gestelde doel van 25% energiebesparing nodig was om het gebruik van het 2<sup>e</sup> scherm te combineren met een verhoogd RV setpoint en temperatuurintegratie. Voorafgaand aan de start is een energiezuinige teeltstrategie doorgerekend (zie hoofdstuk 2), bestaande uit een combinatie van:

- Gebruik van 2<sup>e</sup> scherm (XLS-10 scherm).
- Nivolatoren voor extra luchtbeweging.
- Hoger vocht setpoint (90% RV i.p.v. 85% RV).
- én Temperatuurintegratie.

Op grond van de berekeningen in hoofdstuk 2 werd van deze combinatie van maatregelen een totaal energieverbruik verwacht van 17.3 m<sup>3</sup> (= 6.9 m<sup>3</sup> = 28.5% energiebesparing t.o.v. referentie). Begin november is het tweede energiescherm in gebruik genomen en gestart met een energiezuinige teeltstrategie. De setpoints zijn op 12 november afgestemd met de BCO en voor zover nodig aangepast.

T.b.v. de monitoring zijn klimaatgegevens doorgestuurd naar LetsGrow en is een programma gemaakt om het gerealiseerde klimaat en het energieverbruik te kunnen monitoren. Het energieverbruik is berekend op basis van de buisconfiguratie in de kas en de verzamelde klimaatdata van een amaryllisgewas in dezelfde kas in 2012. Gedurende bijna een jaar is het gerealiseerde klimaat en energiebesparing gemonitord. In tweewekelijks overleg met de BCO is het gerealiseerde klimaat en energieverbruik besproken en is de energiezuinige teeltstrategie voor zover gewenst aangepast. Er is een planttemperatuurmeter geïnstalleerd en met een handmeter en een warmtebeeldcamera zijn eind november 2013 en januari 2014 aanvullende metingen gedaan aan blad-, bol- en bloemknoptemperatuur.

### 3.2 Houdbaarheid

Bij amaryllis (*Hippeastrum*) kunnen bij een aantal cultivars soms problemen optreden in de afzet. Als de bloemen na het transport in dozen bij de detailhandel op water worden gezet kan de steel onder de bloem knikken. Dit wordt 'Bent Neck' genoemd. Het vermoeden bestaat dat een hoge RV tijdens de teelt 'Bent Neck' kan bevorderen. Op verzoek van de BCO is daarom de houdbaarheid van bloemen die in het onderzoek hoog isolerend schermen amaryllis geteeld zijn, getest. De ervaring in de praktijk laat zien dat bloemen die aan het eind van de oogstperiode worden geoogst het meest gevoelig zijn voor 'Bent Neck'. Daarom zijn aan het einde van de oogstperiode op 30 december 2013 en 6 en 13 januari 2014 bloemen geoogst voor drie houdbaarheidstesten. Na de oogst is een transport simulatie uitgevoerd met de bloemen in een doos van 4 dagen in de koelcel bij 8°C. Daarna zijn van elke oogstdatum 15 bloemstelen van de cultivars Red Lion en Mont Blanc op water gezet gedurende 1 uur in de koelcel bij 8°C. Vervolgens zijn de stelen ontdaan van wit stengeldeel, de steel onderaan 2 -3 cm ingesneden en de stelen op de vaas gezet in een houdbaarheidsruimte onder klimaatcondities zoals voorgeschreven door het VBN protocol.



## 4 Resultaten

### 4.1 Trek van bloemen (november – december 2013)

#### 4.1.1 Klimaatstrategie

Na de installatie van het 2<sup>e</sup> energiescherm (XLS-10 Ultra Revolux van Svensson) en 4 nivolatoren is vanaf 1 november het 2<sup>e</sup> schermdoek in gebruik genomen. Tot 8 november stond een vochtdeficiet ingesteld van min. 4 gr/m<sup>3</sup> (dag en nacht) en een minimumbuis van 38°C zoals gangbaar in voorgaande jaren.

Op 8 november zijn de klimaatregelacties aangepast en is een energiezuinige regeling ingesteld op basis van onderstaande uitgangspunten:

- Geen minimumbuis instelling.
- Als het minimum vochtdeficiet overschreden wordt, dan in onderstaande volgorde:
  - Ramen openen boven dichte schermen.
  - Als dat niet voldoende effect heeft: kier in bovenste energiescherm.
  - Als dat niet voldoende effect heeft: beide schermen open.
- Door openen ramen en/of kieren scherm komt automatisch buisverwarming er in doordat temperatuur onder temperatuursetpoint zakt. Op deze manier is er geen buis als het niet nodig is (als de luchtvochtigheid voldoende laag is) en komt buis er automatisch wel in, als dat wel nodig is. Vaste minimumbuis is dan niet nodig.
- Omdat het gewas nog klein is in het begin en weinig verdampt, kon gestart worden met een vrij laag gekozen minimaal vochtdeficiet: 2 gr/m<sup>3</sup> 's nachts en 2.5 gr/m<sup>3</sup> overdag.
- Als men na observatie van het gewas (bv. verderop in de teelt als er meer gewas is) geen goed gevoel heeft over deze instellingen/overtuigd is van de noodzaak droger te telen, dan kan het setpoint van het vochtdeficiet aan gepast worden zodat eerder ingegrepen wordt (geen zaken als minimumbuis, schermregeling of raamstand). Manier van regelen en volgorde van stappen kan hetzelfde blijven.
- P-band afhankelijk van buitentemperatuur:
  - Kort bij hoge buitentemperatuur.
  - Lang bij lage buitentemperatuur.
- Nivolatoren: alleen aan als RV te hoog is.

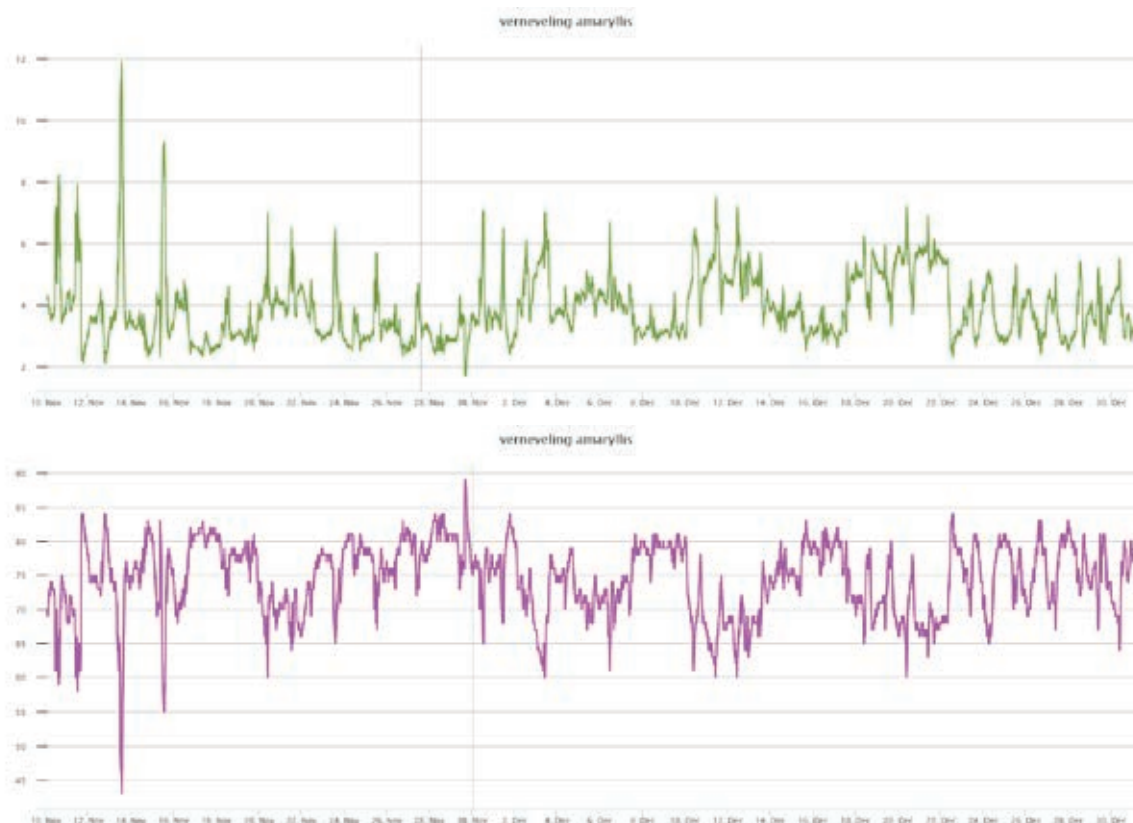
Het vocht is dus helemaal geregeld op basis van setpoints in plaats van een combinatie van vochtsetpoints en 'vaste' instellingen voor minimum buis, uitgesteld schermen of minimumraamstand. Er is uitgegaan van een regeling op vochtdeficiet omdat het IC langs die weg het vocht regelt. In principe kan ook een regeling op basis van RV worden gebruikt.

Op 12 november 2013 zijn de setpoints verder gespecificeerd n.a.v. bespreking in de BCO-amaryllis:

- Regelen op vochtdeficiet min. 2 gr/m<sup>3</sup> in de nacht en 2.5 gr/m<sup>3</sup> overdag.
- Bij instraling van 75 W/m<sup>2</sup> eerste doek open, bij 125 W/m<sup>2</sup> tweede doek open. Dit is in later stadium op verzoek van BCO aangepast naar: eerste doek overdag open tussen 9.00 en 16.00 uur.
- Acryldoek op bedden gelegd omdat bij Mont Blanc nog weinig knoppen te zien waren. Gewasontwikkeling was te traag om gewenste oogsttijdstip (voor de kerst) te halen. Het acryldoek is na ca. 1.5 week weer verwijderd.
- Er is gestart met instelling kasttemperatuur=16°C en bodemtemperatuur =21.5°C.
- Vanaf 26 november is kasttemperatuur =17.5°C ingesteld om meer snelheid te maken om gewenste oogstdatum (voor de kerst) te kunnen halen.
- Voor de kerst is de kasttemperatuur tijdelijk naar 20°C verhoogd om nog extra te versnellen.
- De kasttemperatuur was daardoor hoger dan het vergelijkingsjaar 2012. In 2012 is temperatuur zelfs tijdelijk verlaagd omdat het gewas toen te snel ging voor de gewenste oogstdatum.

#### 4.1.2 Gerealiseerd klimaat

De regeling van de luchtvochtigheid heeft goed gewerkt. Op nagenoeg alle dagen is het vochtdeficit niet onder de ingestelde 2.5 gr/m<sup>3</sup> gezakt (figuur 1). Slechts op 1 dag is het vochtdeficit lager geweest en de RV kort even 89% geweest (=29 november). De hoge RV op deze dag was vooral het gevolg van gewasbeschermingsmaatregelen die die dag uitgevoerd moesten worden.

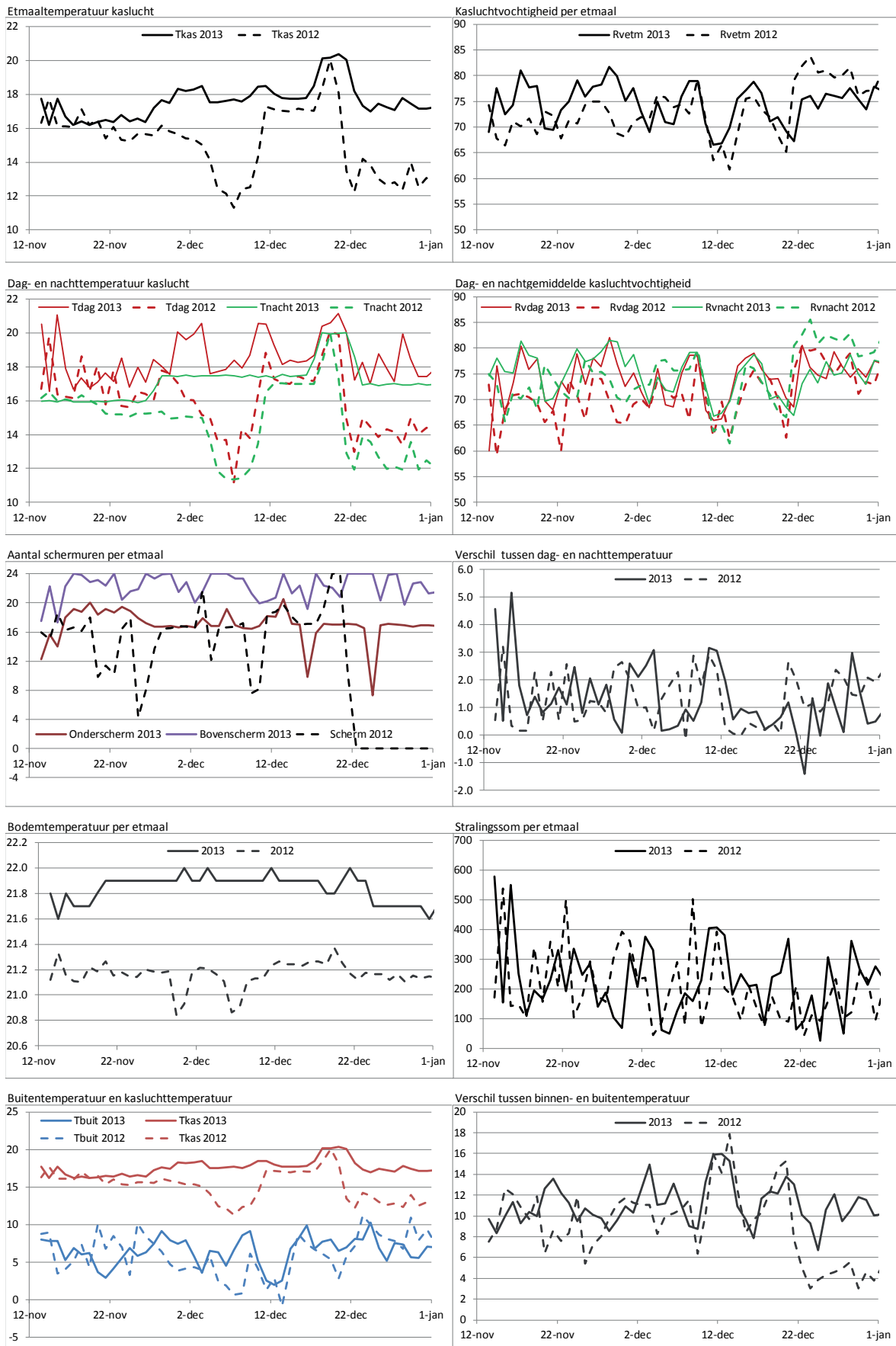


**Figuur 1** Verloop van 5-minutengemiddelde van vochtdeficit in g/m<sup>3</sup> (boven) en RV in % (onder) van 10 november t/m 31 december.

De kasttemperatuur was in 2013 gelijk of hoger dan in het vergelijkingsjaar 2012 (figuur 2). Zowel begin december als eind december was de kasttemperatuur in 2012 flink lager dan in 2013. Omdat in 2013 pas laat geplant kon worden, kon de koeling ook pas laat starten en was na de koeling een hoger temperatuur setpoint nodig om zoveel mogelijk bloemen nog voor de kerst te kunnen oogsten. De week voor kerst is de temperatuur zelfs nog even op 20°C gezet. In 2012 ging de ontwikkeling van de bloemen juist sneller dan verwacht en is in sommige periodes een veel lagere kasttemperatuur ingesteld om het gewas te vertragen. De kas is toen al voor de kerst kouder gezet omdat een groot deel van de bloemen *et al.* af waren en het tijdens de kerst niet gewent was om bloemen te oogsten (o.a. vanwege de slechte bloemenprijzen). Naast de kasttemperatuur was er ook nog een verschil in bodemtemperatuur. De bodemtemperatuur was in 2013 hoger dan in het vergelijkingsjaar 2012. Er waren geen grote verschillen in buitentemperatuur tussen 2012 en 2013.

Er is in 2013 duidelijk meer uren per dag geschermd (figuur 2). Het bovenste scherm was 20 tot 24 uur per dag dicht en het onderste scherm was doorgaans circa 16 uur dicht. In 2012 was het enkele scherm meestal 16 uur of minder per etmaal dicht. Slechts enkele dagen was het 24 uur dicht en de laatste 10 dagen van december is het doek zelfs helemaal niet dicht geweest.

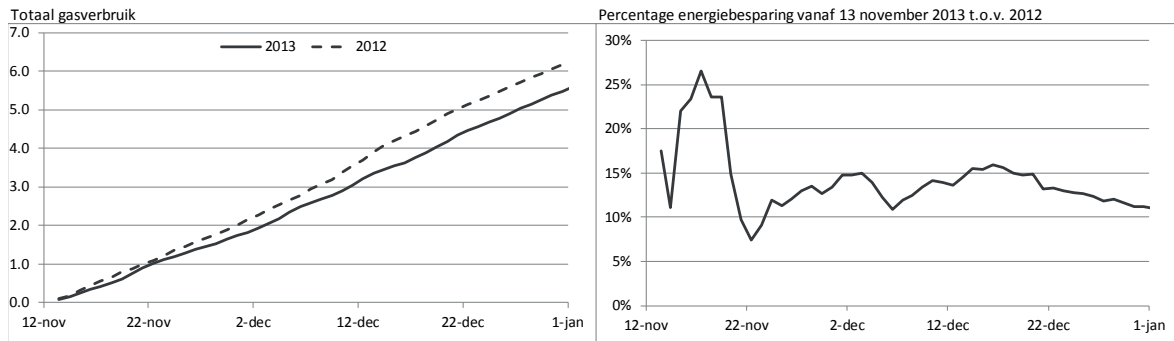
De RV was in 2013 meestal wat hoger dan in het vergelijkingsjaar 2012 met uitzondering van eind december (figuur 2). Bij de flink verlaagde kasttemperatuur eind december 2012 was de RV in 2012 hoger dan in dezelfde periode in 2013.



**Figuur 2** Verloop van etmaal-, dag- en nachttemperatuur in de kas (°C), etmaal-, dag- en nacht gemiddelde van de RV (%), aantal schermuren per etmaal, verschil tussen dag- en nachttemperatuur, gemiddelde bodemtemperatuur per etmaal (°C), stralingsom per etmaal, buiten- en kastemperatuur per etmaal (°C) en verschil tussen binnen- en buitentemperatuur (°C) vanaf 13 november 2013 t.o.v. het vergelijkingsjaar 2012.

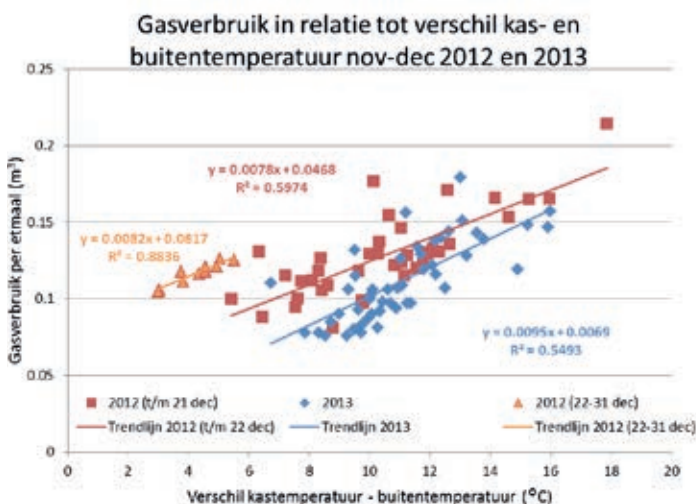
### 4.1.3 Gerealiseerd energieverbruik

Ondanks de hogere stooktemperaturen in 2013 is er in de periode van 13 november tot medio december 2013 een energiebesparing van ca. 15% gerealiseerd ten opzichte van dezelfde periode in 2012 (figuur 3). Tot en met 21 december is er in 2013: 4.4 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> gas verbruikt tegenover 5.0 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> in 2012. Een verschil van 0.6 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>. Op 1 januari 2014 was het percentage energiebesparing terug gezakt naar 11% door de sterk verlaagde kastemperatuur in de laatste twee weken van december van het vergelijkingsjaar 2012. Maar ondanks de hogere stooktemperatuur in 2013 was het gasverbruik nog wel lager dan in 2012. Van 13 november t/m 31 december 2013 is 5.5 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> gas verbruikt tegenover 6.2 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> in 2012. Er is in deze periode dus 0.7 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> bespaard. Deze besparing wordt toegeschreven aan het tweede energiedoek in combinatie met energiezuinige vochtregeling van het klimaat zoals eerder aangegeven.



**Figuur 3** Verloop van cumulatief gasverbruik (m<sup>3</sup>) en percentage energiebesparing van 13 november t/m 31 december 2013 t.o.v. het vergelijkingsjaar 2012.

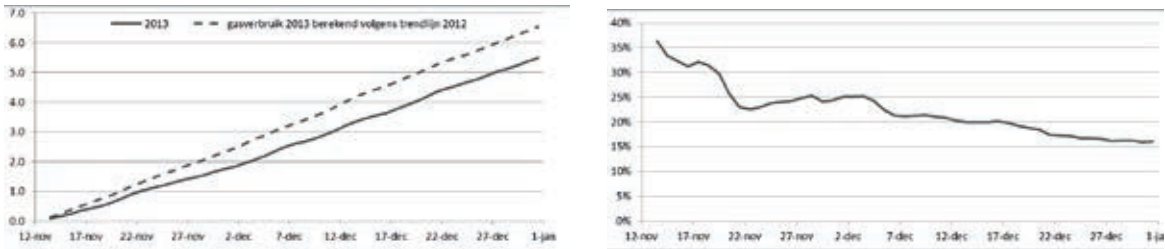
Om inzicht te krijgen in het effect op het energieverbruik onafhankelijk van de verschillen in kas- en buitentemperatuur over de twee jaren is het gasverbruik per etmaal in de periode 13 november t/m 31 december van beide jaren uitgezet tegen het verschil in etmaaltemperatuur van de kas- en buitentemperatuur (figuur 4). Voor 2012 zijn de gegevens van de laatste 10 dagen van december met sterk verlaagde stooktemperatuur en 24 uur per dag open scherm apart weergegeven. Zoals verwacht laten de trendlijnen zien dat het gasverbruik toeneemt met het verschil tussen kas- en buitentemperatuur, maar vooral in 2012 was er een belangrijke constante component in het verbruik. Dit wordt veroorzaakt door het gebruik van de minimumbuis. Bij het gebruik van twee energieschermen en een energiezuinige vochtregeling in 2013 ligt de trendlijn lager dan bij het gebruik van één energiescherm en de in de praktijk gebruikelijke regeling. De trendlijn van de punten van 22 tot 31 december 2012 ligt nog hoger dan de trendlijn van 2012 t/m 22 december en laat het energieverbruik van een ongeschermd kas zien die nog hoger is.



**Figuur 4** Gasverbruik per etmaal uitgezet tegen het verschil tussen kas- en buitentemperatuur gemiddeld per etmaal voor 13 november t/m 31 december 2013 (dubbel energiescherm), voor 13 november t/m 21 december 2012 (enkel energiescherm) en voor 22 t/m 31 december 2012 (zonder energiescherm).



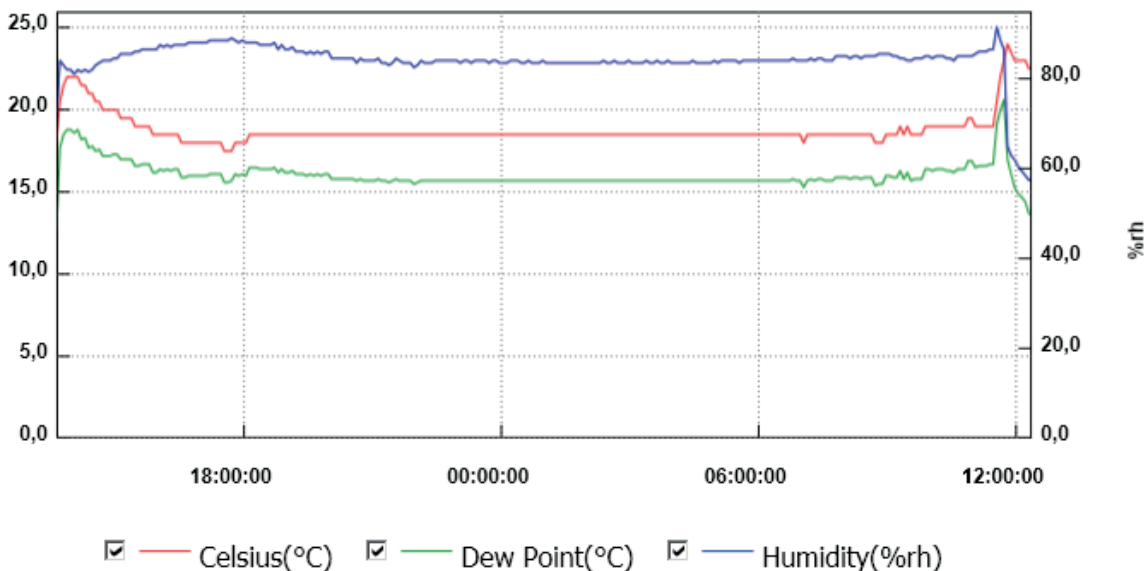
Met de formule van de trendlijn voor 13 november t/m 21 dec 2012 (enkel energiescherm) en de kas- en buitentemperatuur per etmaal in 2013 is het energieverbruik berekend wat in 2013 gerealiseerd zou zijn met een enkel energiescherm en minimumbuis instelling zoals toegepast in eerdere jaren en in de praktijk (figuur 5). In dat geval zou het gasverbruik van de referentie over deze periode geen 6.2 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> zijn geweest, maar 6.5 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>. Na deze correctie bedraagt de besparing door het extra scherm en de energiezuinige regeling 1 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>, ofwel 15% ten opzichte van de 6.5 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> die zonder deze maatregelen verbruikt zou zijn.



**Figuur 5** Verloop van cumulatief gasverbruik (m<sup>3</sup>) gerealiseerd in 2013 en berekend volgens trendlijn 2012 (=bij gebruik van één energiescherm en standaard minimumbuis) en kas- en buitentemperaturen per etmaal van 2013 (links) en verloop van percentage energiebesparing wat het gebruik van een dubbel energiescherm en energiezuinige vochtregeling dan op zou leveren in 2013.

#### 4.1.4 Gewastemperatuur

In de periode dat er acryldoek op de bedden lag is de temperatuur onder het acryldoek gemeten (figuur 6). De temperatuur was ongeveer 19 graden gemeten vlak bij de hals van de bol. De RV schommelde tussen 85-90 % RV. Het acryldoek heeft afhankelijk van de cultivar 1-1.5 week op de bedden gelegen om de ontwikkeling van de bloemstelen te versnellen.



From: maandag 18 november 2013 13:37:15 - To: dinsdag 19 november 2013 12:22:15

**Figuur 6** Gemeten temperatuur, relatieve luchtvochtigheid en berekend dauwpunt onder het acryldoek.

Met een plantcamera zijn op 27 november opnamen gemaakt van de gewastemperatuur (figuur 7). De IR-foto geeft een beeld van de temperatuur van verschillende onderdelen van het gewas met aan de rechterkant van de foto verticaal de legenda van kleurverloop en bijbehorende temperatuur. De temperatuur van de bladeren bovenin het gewas is kouder dan onderin het gewas, waarschijnlijk door de combinatie van uitstraling en verdamping van het gewas. De bollen zijn duidelijk warmer (figuur 8) als gevolg van de bodemverwarming onder in het substraat. Op één kopeinde van een bed was een koudere plek in het substraat zichtbaar. Een warmtebeeldcamera kan op deze manier dus ook gebruikt worden om verschillen in bodemtemperatuur te lokaliseren. Meer warmtebeelden zijn bijgevoegd in bijlage I.



**Figuur 7** Gewastemperatuur gemeten met een IR-camera op 27 november 2013.



**Figuur 8** Gewas- en bodemtemperatuur van bovenaf gemeten met een IR-camera op 27 november 2013.

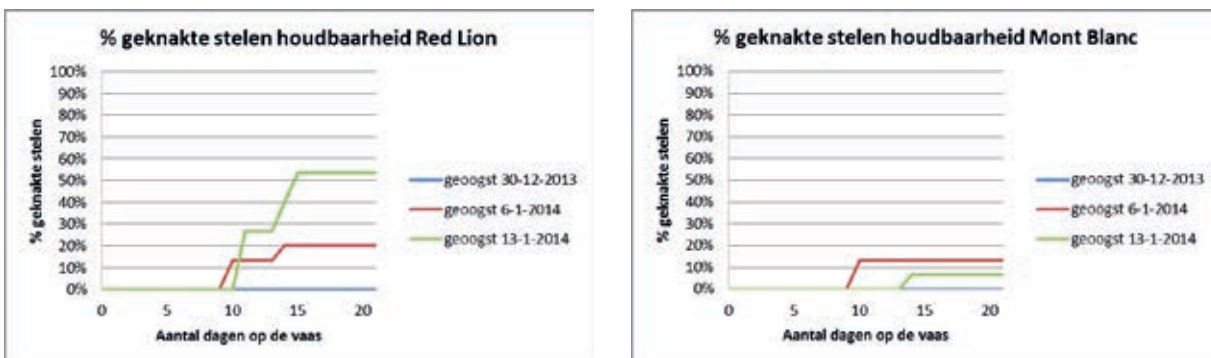
Met een handmeter zijn puntmetingen van de planttemperatuur uitgevoerd op 23 december. Op dat moment (bij zonnig weer) was de temperatuur van de bladeren gemiddeld 18,0°C. De temperatuur van de bloemstelen was gemiddeld 0,6 °C hoger dan de temperatuur van de bladeren en de temperatuur van de dichte bloemknoppen was gemiddeld 2,0°C hoger dan de temperatuur van de bladeren. Bij de bollen waarvan de bovenkant van de bol vrij was van substraat is ook de temperatuur van de bovenkant van de bol gemeten. Deze was gemiddeld 18°C bij een ingestelde bodemtemperatuur van ca. 21,5 °C.

Uit de metingen met warmtebeeldcamera's en de infrarood thermometer kan worden geconcludeerd dat in de beschouwde situaties de temperatuurverschillen klein waren. Verschillen die groter zijn dan 2°C kwamen nauwelijks voor.

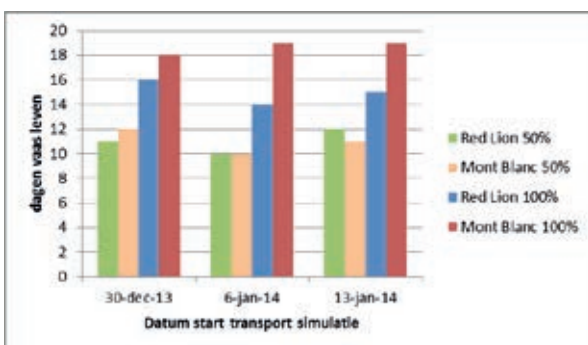
#### 4.1.5 Houdbaarheid

Op verzoek van de BCO zijn houdbaarheidsproeven uitgevoerd om na te gaan of er geen 'Bent Neck' problemen optreden bij toepassing van de energiezuinige klimaatregeling. 'Bent Neck' is het knakken van bloemstelen vroeg in het vaasleven. Het vermoeden bestaat dat (o.a.) een hoge luchtvochtigheid tijdens de teelt 'Bent Neck' problemen kan bevorderen. Voor de beoordeling van de houdbaarheid zijn de bloemen na de oogst volgens het standaard protocol gedurende 4 dagen droog in een doos in een koelcel bij 8 °C bewaard. Na deze periode zijn de bloemen een uur op water in de koelcel geplaatst en vervolgens op de vaas gezet in een ruimte waar gestandaardiseerde huiskameromstandigheden worden aangehouden.

In de houdbaarheidsproeven is geen 'Bent Neck' vroeg in het vaasleven opgetreden. Bij de bloemen geoogst op 30-12 zijn tijdens het gehele vaasleven geen bloemstelen geknakt. Bij de bloemen geoogst op 6 en 13 januari zijn pas vanaf 10 dagen op de vaas enkele bloemstelen geknakt (figuur 9) en dat was het moment dat gemiddeld circa 50% van de kelken per steel al uitgebloeid was (figuur 10). De eerste knakstelen traden dus pas op, op het moment dat 50% van de kelken al uitgebloeid waren. Het gemiddelde vaasleven tot alle kelken uitgebloeid waren, varieerde van 14 tot 19 dagen (=100% in figuur 10). In het voorgaande jaar, dus in de situatie met de standaard-klimaatregeling en de standaard kas, zijn geen houdbaarheidsproeven uitgevoerd, maar de begeleidingscommissie oordeelde dat de nu uitgevoerde houdbaarheidstests aangaven dat er geen problemen met de houdbaarheid waren.



**Figuur 9** Percentage geknakte stelen tijdens het vaasleven van Red Lion (links) en Mont Blanc (rechts).



**Figuur 10** Aantal dagen vaasleven tot 50% en tot 100% van de kelken per steel uitgebloeid zijn bij 3 oogstdata (links) en foto van houdbaarheidsproeven amaryllis in de houdbaarheidsruimte van Wageningen UR Glastuinbouw onder gestandaardiseerde condities (rechts).

## 4.2 Bolgroei (januari – juli 2014)

### 4.2.1 Klimaatstrategie

In januari 2014 is de strategie van november-december voortgezet. Eind januari is de klimaatregeling op verzoek van de BCO aangepast:

- Op een donkere grijze dag eind januari vond men het klimaat niet goed voelen zonder minimum buis. Het blad voelde te koud en daarom was er vrees voor te lage verdamping. Bovendien is de ervaring in de praktijk dat planten naast een buis warmer en grover zijn. Het IC heeft daarom de instellingen als volgt aangepast:
  - Bij vochtdeficiet = 2.5: minimum buis van 40°C.
  - Bij vochtdeficiet = 3.0: minimum buis van 30°C.
  - Bij vochtdeficiet = 3.5: minimum buis uit.

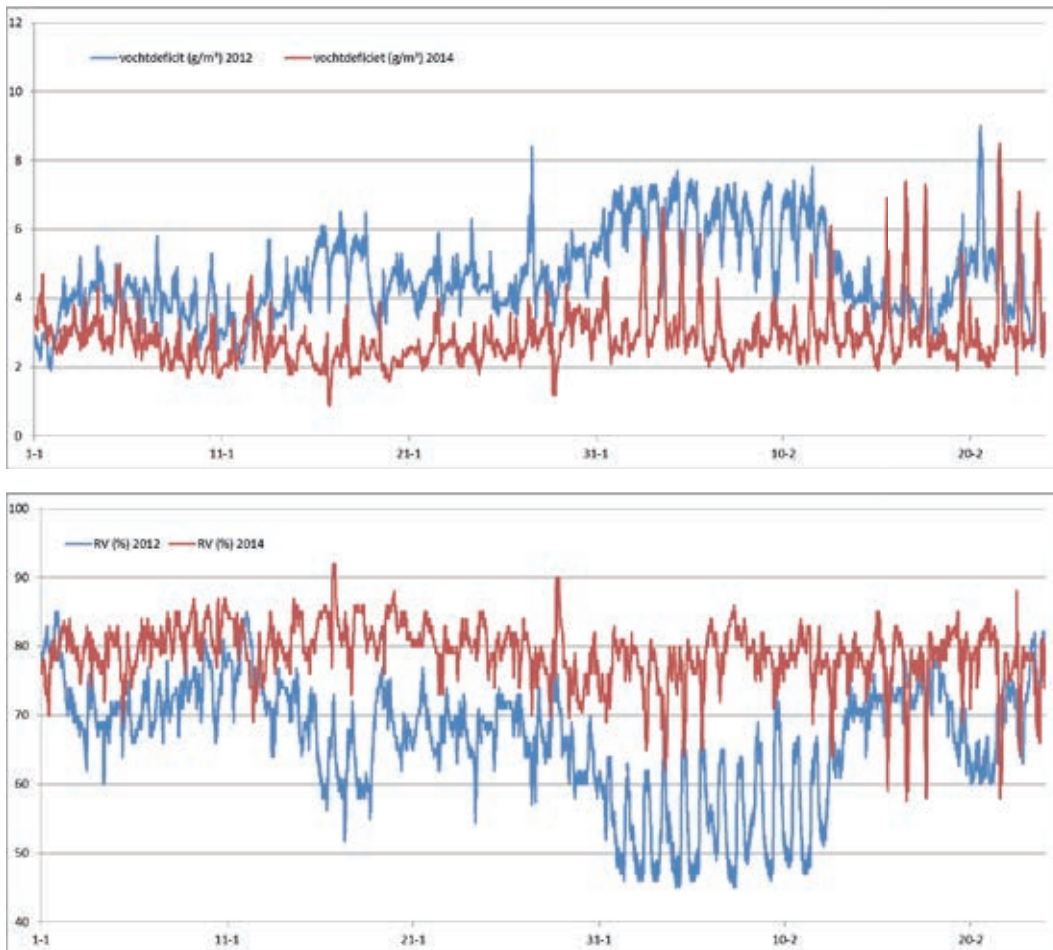
Er is ook gediscussieerd over een hoger setpoint 's nachts en lager setpoint overdag en gebruik van temperatuurintegratie om meer energie te besparen, maar dat is op verzoek van BCO niet doorgevoerd. Wel is het setpoint van de stooktemperatuur van de kaslucht één graad lager ingesteld (15°C) dan in 2012 (16°C). Begin maart is het open lopen van het schermdoek op verzoek van BCO aangepast, zodanig dat het doek eerder open liep en snelle weerovergangen voorkomen werden (bv. als het doek tot 11:00 uur dicht zou blijven bij weinig licht en om 12:00 uur volop zon doorbreekt en scherm open loopt). Half maart is de doekopening verder aangepast (scherm eerder open) omdat er bij de cultivar Red Lion nog weinig nieuw blad kwam en men vermoedde dat dit mogelijk het gevolg was van te weinig licht in de kas doordat het scherm te lang dicht bleef. Bij de cultivar Mont Blanc was er wel nieuw blad.

Vanwege positieve ervaringen met Redufuse in de praktijk bij amaryllis is in april Redufuse op het dek aangebracht. Vanaf het moment dat het vochtdeficiet overdag teveel op begon te lopen is de verneveling aan gezet. Er is verneveld als het vochtdeficiet hoger werd dan 7 g/m<sup>3</sup> en dit setpoint werd met 4 g/m<sup>3</sup> verlaagd in het traject van 200-400 W/m<sup>2</sup> instraling. Naar de zomer toe is het Harmony-doek dicht getrokken bij veel instraling (boven 800 W/m<sup>2</sup>) omdat bij hoge buitentemperaturen de bladtemperatuur te hoog werd. Onder het Harmonydoek liep de bladtemperatuur minder hoog op en kon de RV beter op peil gehouden worden.

### 4.2.2 Gerealiseerd klimaat

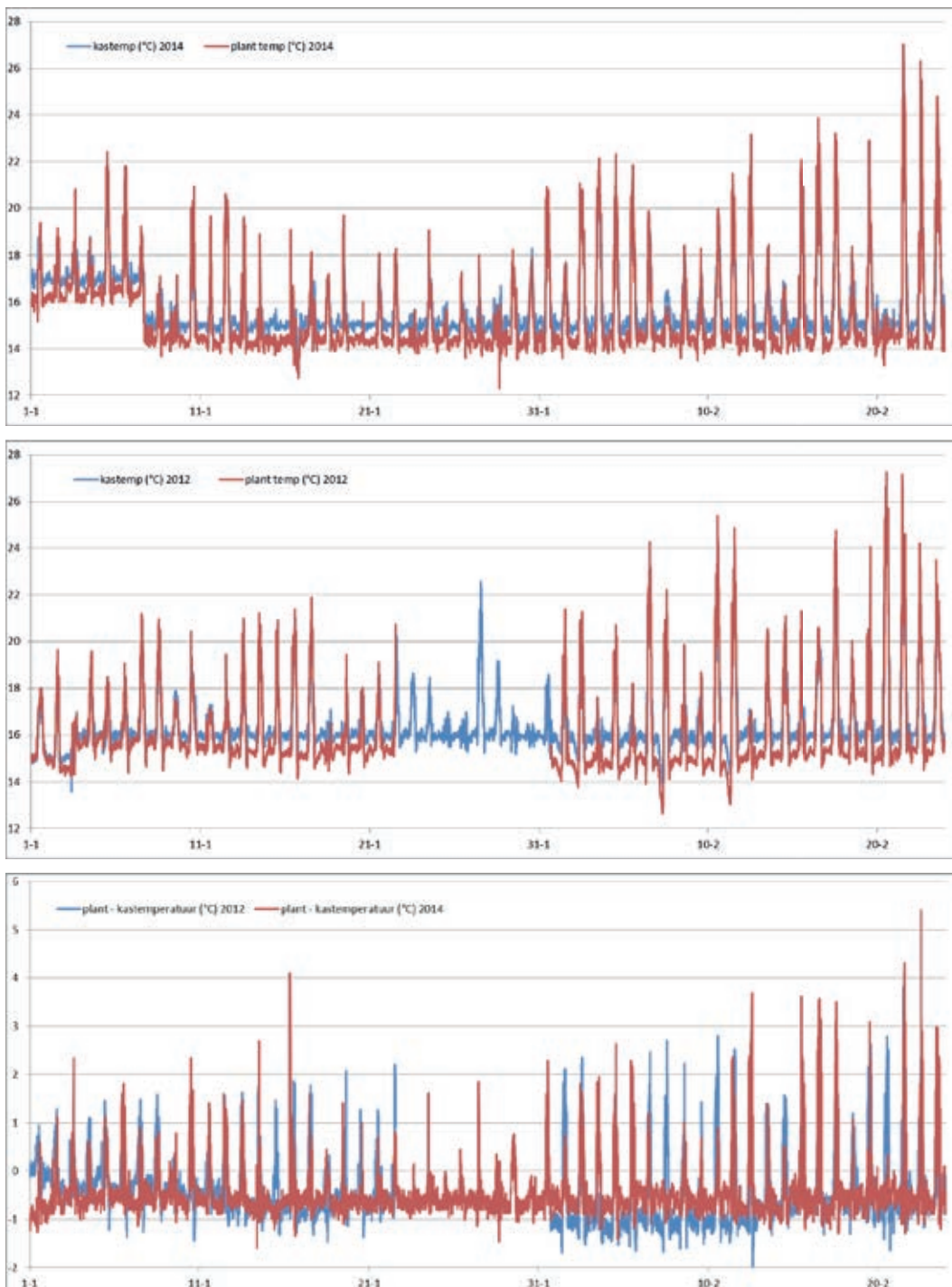
Het klimaat en energieverbruik in 2014 is vergeleken met het energieverbruik in 2012 omdat er in beide jaren een meerjarig gewas in de kas stond. In januari-februari 2013 was er nog geen gewas in de kas, is pas in maart geplant en stond er een jong gewas in de kas in plaats van een meerjarig gewas.

Met behulp van de energiezuinige vochtregeling is het gewenste vochtdeficiet goed gerealiseerd (figuur 11). Slechts op twee dagen is in januari het vochtdeficiet even onder de 2 gezakt. De eerste dag dat dit gebeurde is ook de kas- en planttemperatuur wat weggezakt. Na de wijziging van de vochtregeling eind januari (zie 4.2.1.) bleef het vochtdeficiet gemiddeld wat hoger en de RV wat lager dan in januari. Ten opzichte van het vergelijkingsjaar 2012 (met minimumbuis) was het vochtdeficiet lager en de RV hoger.



**Figuur 11** Verloop van 5-minutengemiddelde van vochtdeficiet in  $g/m^3$  (boven) en RV in % (onder) in januari en februari 2014 en 2012.

Bij een kasttemperatuur van circa  $15^{\circ}C$  lag de planttemperatuur in 2014 's nachts doorgaans tussen de  $14^{\circ}C$  en  $15^{\circ}C$  en was vrij constant (figuur 12-boven). In het vergelijkingsjaar 2012 was de kasttemperatuur  $16^{\circ}C$  en was er meer variatie in de planttemperatuur 's nachts (figuur 12-midden). In het eerste deel van januari zakte de planttemperatuur weinig onder de kasttemperatuur, maar in het eerste deel van februari zakte de planttemperatuur verder onder de kasttemperatuur (figuur 12-midden en onder). Dit was een periode met koude buitentemperatuur en door uitstraling naar het koude scherm zakte de planttemperatuur verder weg. Bij een dubbel energiescherm zoals toegepast in 2014 zal in een dergelijke koude periode de planttemperatuur minder weg zakken omdat de temperatuur van het onderste schermdoek minder laag is dan bij een enkel schermdoek.

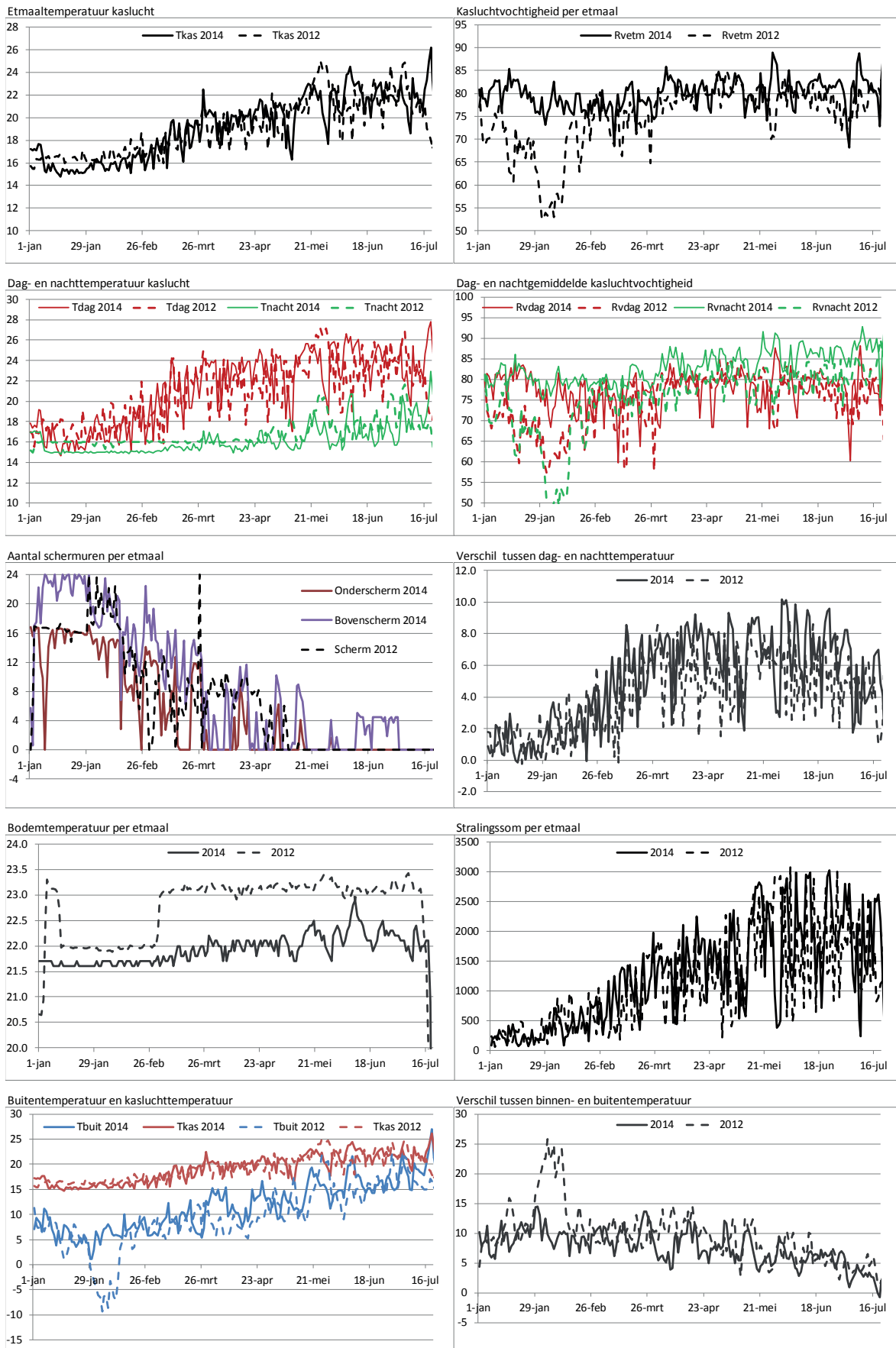


**Figuur 12** Verloop van 5-minutengemiddelde van kas- en bladtemperatuur (°C) in januari en februari 2014 (boven) en 2012 (midden) en verschil tussen plant- en kastemperatuur (°C) in 2012 en 2014 (onder).

De grafieken van de gerealiseerde etmaaltemperatuur in de kas en met name de nachttemperatuur laten ook zien dat de temperatuur begin 2014 gemiddeld iets (ca. 1°C) lager was dan in 2012 (figuur 13). Vanaf eind februari was de gemiddelde etmaaltemperatuur meer gelijk. De relatieve luchtvochtigheid was in 2012 in de eerste twee maanden duidelijk lager dan in 2014. Met name van eind januari t/m half februari was de RV lager. In deze periode was de buitentemperatuur erg laag en moest veel gestookt worden om de gewenste temperatuur in de kas te realiseren. De rest van het jaar waren de buitentemperaturen in 2012 en 2014 redelijk vergelijkbaar.

In 2014 is een bodemtemperatuur van circa 22°C gerealiseerd (figuur 13). In 2012 was de bodemtemperatuur in de eerste twee maanden ook ongeveer 22°C, maar daarna was de bodemtemperatuur gemiddeld 23°C omdat vanaf begin maart de bodemtemperatuur bij de helft van de bedden naar 24°C verhoogd is. Omdat de hogere bodemtemperatuur toen geen duidelijke meerwaarde heeft opgeleverd zijn in 2014 alle bedden op een bodemtemperatuur van 22°C ingesteld en daarmee onnodig energieverbruik voor de bodemverwarming bespaard.

Er is in 2014 meer geschermd dan in 2012 (figuur 13). Begin 2014 lag het bovenste energiescherm 20-24 uur per dag dicht en het onderscherm ca. 16 uur per dag. In 2012 lag het enkele energiedoek ca. 16 uur per dag dicht. Het verschil in dag- en nachttemperatuur en de stralingssom per etmaal lag in 2014 in dezelfde orde van grootte als in 2012.

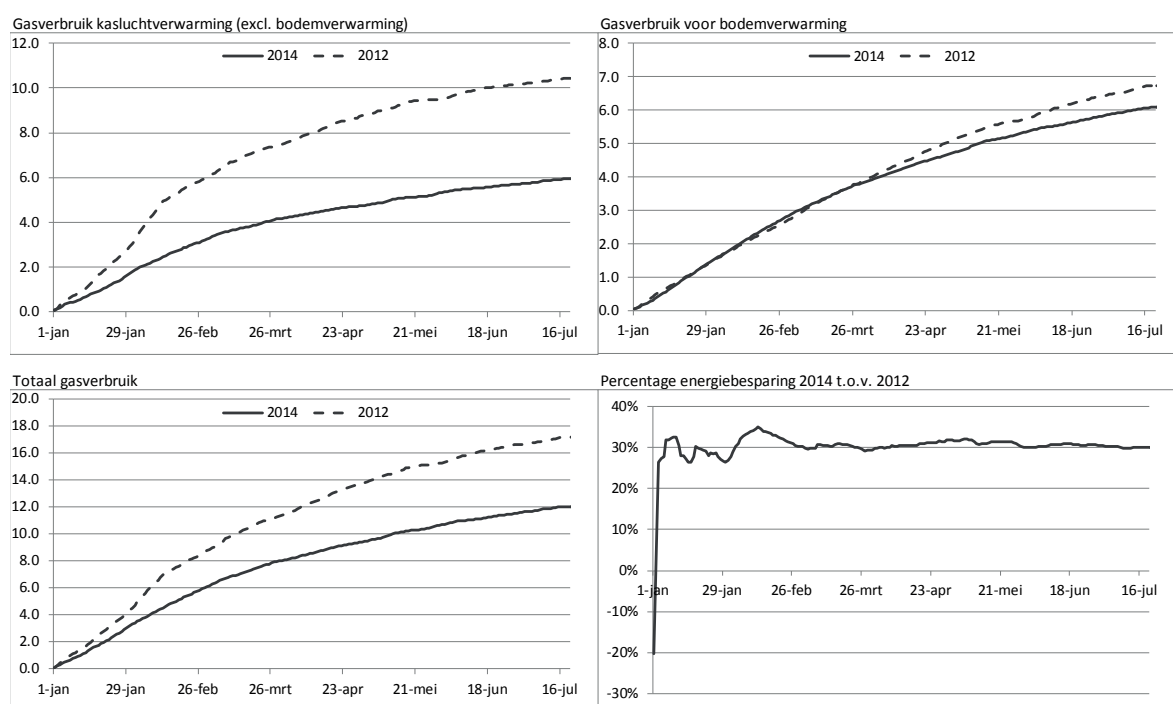


**Figuur 13** Verloop van gemiddelde etmaal-, dag- en nachttemperatuur in de kas (°C), etmaal-, dag- en nacht gemiddelde van de RV (%), aantal schermuren per etmaal, verschil tussen dag- en nachttemperatuur (°C), gemiddelde bodemtemperatuur per etmaal (°C), stralingsom per etmaal, buitentemperatuur en kastemperatuur per etmaal (°C) en verschil tussen binnen- en buitentemperatuur per etmaal in 2014 t.o.v. het vergelijkingsjaar 2012.



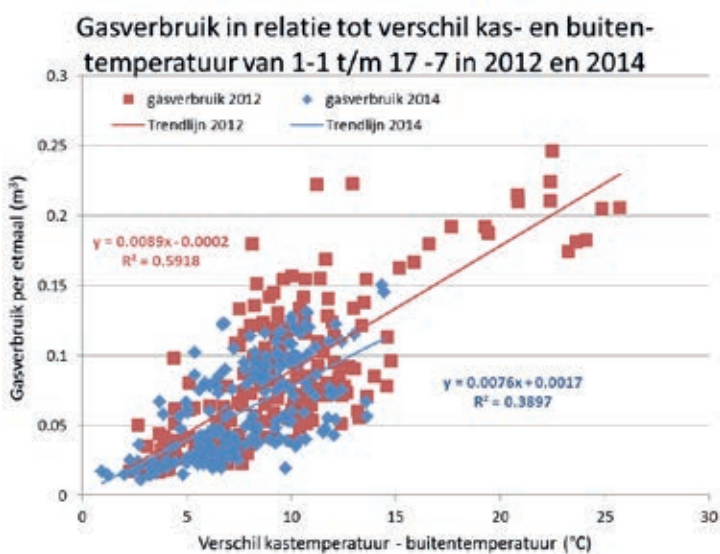
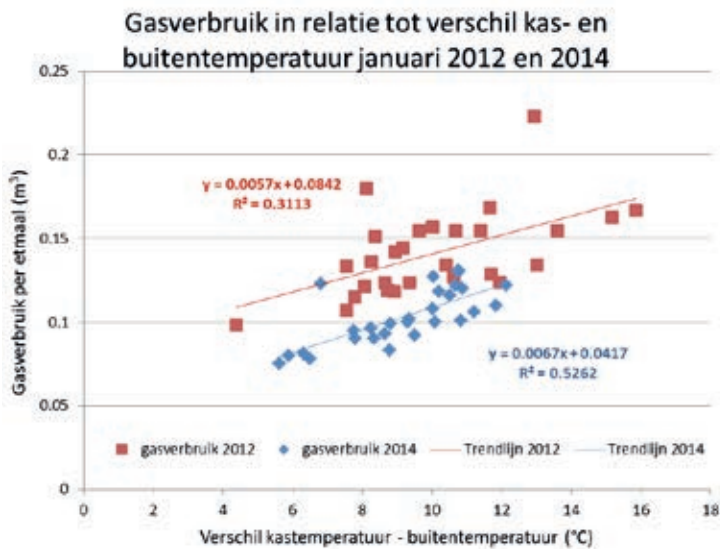
### 4.2.3 Gerealiseerd warmteverbruik

Tijdens de periode met bolgroei is van 1 januari t/m 17 juli (= net voor start koeling) in 2014: 12 m<sup>3</sup> gas verbruikt tegen 17.2 m<sup>3</sup> gas in 2012. Dat is een verschil van 5.2 m<sup>3</sup> gas en 30% minder energie in 2014 (figuur 14). Dit verschil is met name het gevolg van verschil in energieverbruik voor de kasluchtverwarming (verschil van 4.5 m<sup>3</sup>) en in mindere mate door een verschil in energieverbruik van de bodemtemperatuur (verschil van 0.6 m<sup>3</sup>). In 2012 waren er echter twee koude weken met vorst van eind januari tot half februari (figuur 13) en ook in de rest van 2012 was de buitentemperatuur gemiddeld lager dan in 2014. Van 1 januari t/m 17 juli was de buitentemperatuur in 2012 gemiddeld 2°C lager (9.4°C) dan in 2014 (11.4°C). Een deel van het hogere energieverbruik in 2012 is dus veroorzaakt door de lagere buitentemperatuur. In 2012 was er een gemiddeld verschil van 9.7°C tussen kas- en buitentemperatuur en in 2014 was dit gemiddeld 7.7°C. Als het energieverbruik in 2012 volgens de trendlijn in figuur 15-onder wordt gecorrigeerd naar een gemiddeld verschil tussen kas- en buitentemperatuur van 7.7°C (hetzelfde als in 2014) komt het energieverbruik op 13.6 m<sup>3</sup>. Dat is 1.6 m<sup>3</sup> meer dan in 2014 en de energiebesparing tijdens de periode met bolgroei komt dan op 12%. Dit is dus het verschil in energieverbruik bij een gelijk verschil tussen kas- en buitentemperatuur in beide jaren.



**Figuur 14** Verloop van cumulatief gasverbruik (m<sup>3</sup>) van kasverwarming, bodemverwarming en totaal gasverbruik en percentage energiebesparing in 2014 t.o.v. het vergelijkingsjaar 2012.

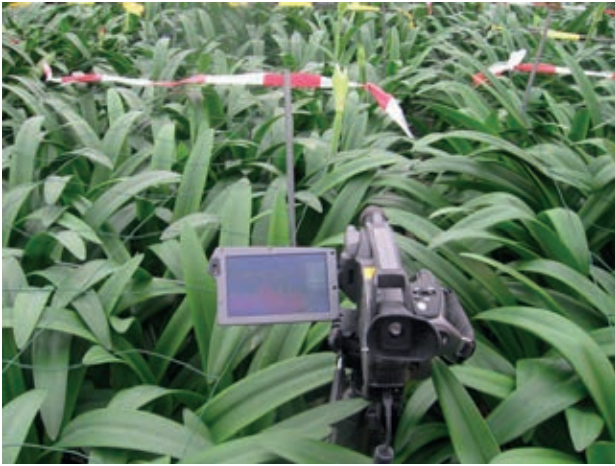
Om meer inzicht te krijgen in het effect op het energieverbruik, is het energieverbruik per etmaal van januari 2012 en 2014 uitgezet tegen het verschil in kas- en buitentemperatuur per etmaal (figuur 15). In deze periode was in 2012 één enkel energiescherm dicht gedurende 16 uur per etmaal en in 2014 was daar een tweede energiedoek bij gekomen dat circa 20-24 uur per etmaal gesloten was zonder minimumbuis (figuur 13). Volgens de trendlijnen in figuur 15 zou er bij een verschil van 10°C tussen kas- en buitentemperatuur (dit was het gemiddeld verschil tussen kas- en de buitentemperatuur in januari 2012) dan een verschil zijn in energieverbruik van circa 0.033 m<sup>3</sup> gas per etmaal. Ook in deze figuur is weer te zien dat de trendlijn in 2014 lager ligt dan in 2012 en vooral dat de lijn van 2014 steiler loopt. Dit komt doordat de warmtevraag met de nieuwe klimaatregeling minder op vocht stookt en geen of nauwelijks een minimumbuis hanteert, een kleinere basis-warmtevraag heeft.



**Figuur 15** Gasverbruik per etmaal uitgezet tegen het verschil tussen kas- en buitentemperatuur gemiddeld per etmaal voor januari (boven) en voor de hele periode van bolgroei van 1 januari t/m 17 juli (onder) in 2014 met dubbel energiescherm en in 2012 met enkel energiescherm. Januari 2014 is geteeld zonder minimumbuis, als het minimum vochtdeficiet overschreden werd, zijn de ramen geopend boven de dichte schermen, als dat niet voldoende effect had is een kier in het bovenste energiescherm getrokken en als dat niet voldoende effect had zijn beide schermen geopend. Vanaf eind januari 2014 is de vochtregeling door het IC aangepast omdat de BCO het klimaat niet actief genoeg vond. Bij vochtdeficiet = 2.5: minimum buis van 40°C, bij vochtdeficiet = 3.0: minimum buis van 30°C en bij vochtdeficiet = 3.5: minimum buis uit.

#### 4.2.4 Warmtebeeldcamera

Op een koude dag in januari 2014 zijn m.b.v. een warmtebeeldcamera (figuur 16) opnamen gemaakt van de temperatuur van een amaryllisknop tijdens het open lopen van het eerste en tweede schermdoek (figuur 17 en 19). Omdat de amaryllisknoppen boven het blad uitsteken kan de knoptemperatuur bij veel uitstraling naar een koud kasdek of koud schermdoek weg zakken zoals bv. eerder ook waargenomen bij een Gerberagewas (van Weel en Voogt, 2012). Daar kan teveel uitstraling van de bloemen er voor zorgen dat de bloemtemperatuur onder het dauwpunt zakt en daardoor meer risico is op Botrytis aantasting. Een dubbel scherm vermindert de uitstraling en daarmee het risico op Botrytis bij Gerbera. In figuur 18 en 20 is te zien dat de knoptemperatuur niet wegzakt op het moment dat het 1<sup>e</sup> of 2<sup>e</sup> schermdoek open loopt.



**Figuur 16** Opnamen van knoptemperatuur met een warmtebeeldcamera januari 2014.



8:52



8:55



8:57



9:10

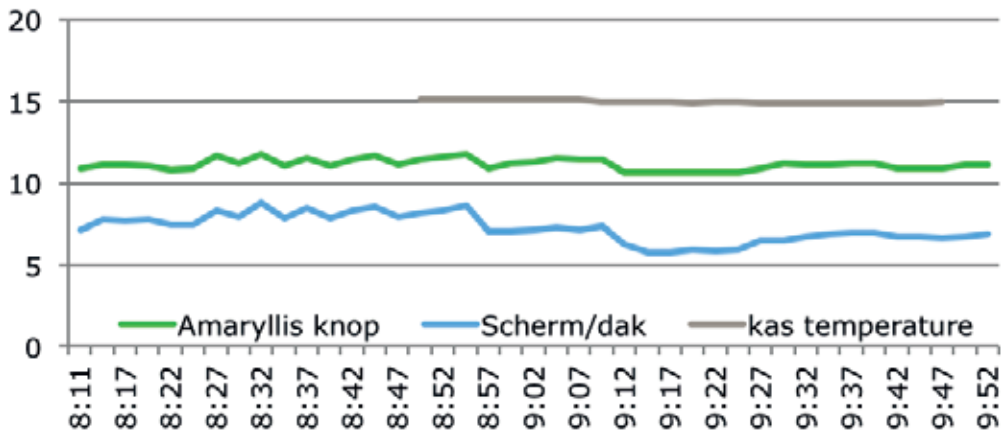


9:12

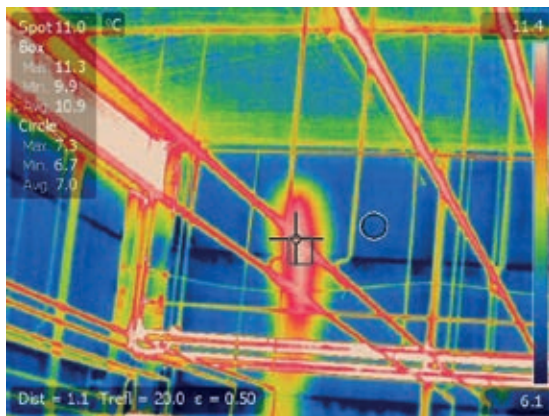


9:15

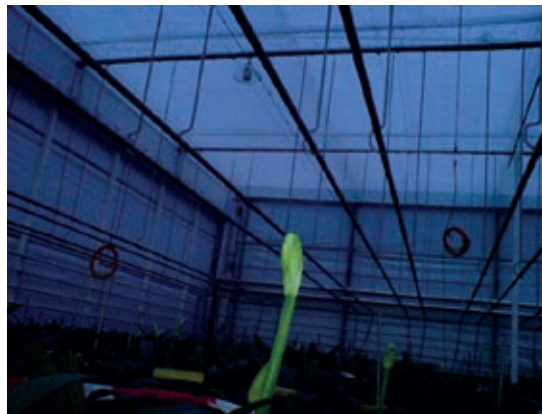
**Figuur 17** Openlopen van het 1<sup>e</sup> schermdoek (Schermopening met tijd) op 16 januari 2014. In figuur 18 de gemeten kas-, bloemknop- en scherm/kasdek temperatuur tijdens het openlopen van dit 1<sup>e</sup> schermdoek.



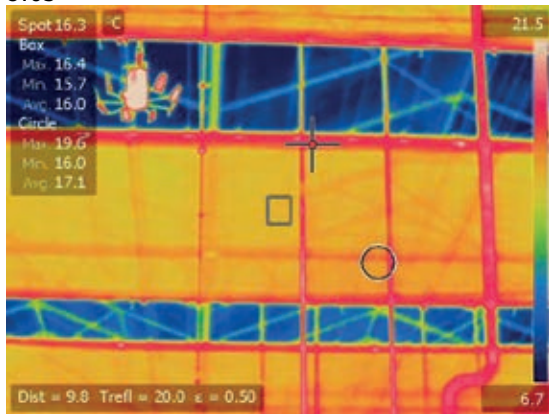
**Figuur 18** Temperatuur van Amaryllis knop, bovenscherm/kasdak (beide gemeten met IR-camera) en kastemperatuur (gemeten met normale klimaatbox en geregistreerd in Lets Grow) tijdens het openen van het eerste scherm dat begint om 8:52 op 16 januari 2014 (zie bijhorende foto's van het optrekken van het scherm in figuur 17).



8:03



8:15 Schermen dicht

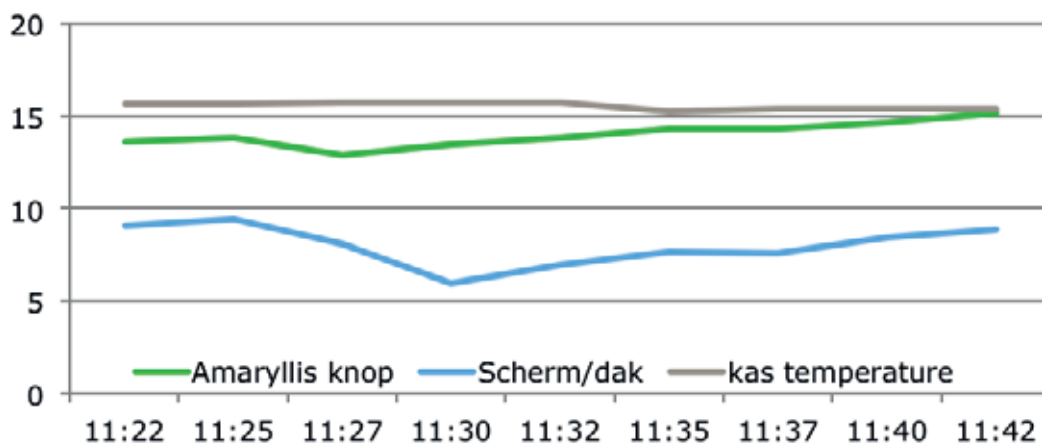


11:27 tweede scherm open



11:27 tweede scherm open

**Figuur 19** Metingen met IR-camera aan bloemknop amaryllis (boven) tijdens het openlopen van het 2<sup>e</sup> schermdoek (onder) op 16 januari 2014. In figuur 20 de gemeten kas-, bloemknop- en scherm/kasdek temperatuur tijdens het openlopen van het 2<sup>e</sup> schermdoek.



**Figuur 20** Temperatuur van Amaryllis knop, bovenscherm/kasdak (beide gemeten met IR-camera) en kastemperatuur (gemeten met normale klimaatbox en geregistreerd in Lets Grow) tijdens het openen van het tweede scherm dat begint om 11:22 en 10 minuten duurt op 16 januari 2014 (zie foto's in figuur 19).

### 4.3 Totaal energieverbruik en energiebesparing

Als het energieverbruik tijdens de trek van de bloemen en de bolgroei bij elkaar wordt opgeteld is er in 2013/2014: 17.5 m<sup>3</sup> gas verbruikt (tabel 1). In 2012 was dit 23.4 m<sup>3</sup>. Een verschil van 5.9 m<sup>3</sup> gas. Ten opzichte van het vergelijkingsjaar 2012 is dan 25% energie bespaard voor de verwarming van de kas- en de bodem. Als het verbruik in 2012 wordt gecorrigeerd voor het verschil in setpoint van de kastemperatuur november en december 2012 (zie 4.1.3.) en lagere buitentemperatuur in 2012 (zie 4.2.3.) komt het totaal gasverbruik in 2012 op 20.1 m<sup>3</sup> gas. Bij een gelijk verschil tussen kas- en buitentemperatuur zou dan 2.6 m<sup>3</sup> gas (13%) zijn bespaard. De vooraf gestelde doelstelling van 25% energiebesparing (zie 1.2) is daarmee niet gehaald. Tot en met januari 2014 geregeld is op een vochtsetpoint van min. 2 gr/m<sup>3</sup> (komt bij 16°C overeen met een relatieve luchtvochtigheid van 85%) in de nacht en 2.5 gr/m<sup>3</sup> overdag. De vooraf doorgerekende verhoging van het vocht setpoint van 85% naar 90% in hoofdstuk 2 is dus eigenlijk niet doorgevoerd. In discussies met de BCO is gebleken dat men het risico op kwaliteitsproblemen zoals Bent Neck (zie 4.1.5) te groot vindt, bij verhoging van het vocht setpoint. Verhoging van het luchtvochtigheids criterium tot 87% wordt door telers genoemd als uiterste grens. Bovendien is vanaf eind januari de vochtstrategie aangepast omdat de BCO op een donkere grijze dag het klimaat niet goed vond voelen zonder minimum buis. Het blad voelde te koud en daarom was er vrees voor te lage verdamping en bovendien is de ervaring in de praktijk dat planten naast een buis warmer en grover zijn. Het IC heeft daarom de instellingen aangepast en minimumbuis ingesteld van 40°C bij een vochtdeficiet van 2.5 gr/m<sup>3</sup>, minimum buis van 30°C bij een vochtdeficiet van 3.0 gr/m<sup>3</sup> en vanaf vochtdeficiet = 3.5 gr/m<sup>3</sup> was de minimum buis uit. Dit betekent dat bij een nog lager vochtgehalte al ingegrepen is.

Meer energiebesparing is mogelijk als het 2<sup>e</sup> scherm wordt gecombineerd met een hoger vocht setpoint én temperatuurintegratie. De energieberekeningen in hoofdstuk 2 laten zien dat toevoeging van een hoger RV setpoint (90% RV i.p.v. 85% RV) bij een 2<sup>e</sup> scherm 3.6 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> extra besparing levert (=23.1% besparing t.o.v. de referentie). Als daar ook nog gebruik van temperatuurintegratie wordt bijgevoegd kan de besparing oplopen tot 6.9 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> gas (=28.5% besparing t.o.v. de referentie).

De periode met bodemkoeling gedurende 10 weken vanaf 17 juli is buiten beschouwing gelaten. In deze periode wordt de bodem gekoeld naar 12°C en wordt er niet verwarmd.

Tabel 1

*Gerealiseerd energieverbruik met een tweede energiescherm in combinatie met energiezuinige klimaatregeling in 2013/2014 ten opzichte van het energieverbruik met een enkel energiescherm en gebruikelijke regeling met minimumbuis in dezelfde kas in eerder onderzoek (2012) en zoals gangbaar in de praktijk. In de kolom gecorrigeerd 2012 is het energieverbruik voor 2012 berekend bij een gelijk verschil tussen kas- en buitentemperatuur als in 2013/2014.*

Periode	Gerealiseerd in 2012	Gecorrigeerd 2012	Gerealiseerd 2013/2014	Gerealiseerd verschil	Gecorrigeerd verschil
13-11 t/m 31-12	6.2	6.5	5.5	0.7	1.0
1-1 t/m 16-7	17.2	13.6	12.0	5.2	1.6
totaal	23.4	20.1	17.5	5.9	2.6
% besparing				25%	13%

## 4.4 Productie

In tabel 2 staat de gerealiseerde productie kerst 2014 (=na gebruik van twee energieschermen en een energiezuinige klimaatregeling) en kerst 2012 (=vergelijkingsjaar met enkel energiescherm en gebruik van minimumbuis). In 2012 ging het om een productie van een 3<sup>e</sup> teeltjaar na planten en in 2014 ging het om een 2<sup>e</sup> teeltjaar na planten. Na het gebruik van twee schermen en energiezuinige regeling was de productie bij Mont Blanc iets hoger en bij Red Lion iets lager dan in het vergelijkingsjaar. Gemiddeld over beide cultivars was er vrijwel geen verschil in productie.

Tabel 2

*Gerealiseerde productie kerst 2014 na gebruik van tweede energiescherm in combinatie met energiezuinige klimaatregeling vanaf november 2013 ten opzichte van de gerealiseerde productie met een enkel energiescherm en minimumbuis in dezelfde kas in eerder onderzoek in 2012.*

Periode	Aantal stelen/m <sup>2</sup> 2014	Aantal stelen/m <sup>2</sup> 2012	Kg/m <sup>2</sup> 2014	Kg/m <sup>2</sup> 2012
Red Lion	54.1	57.1	11.7	12.9
Mont Blanc	46.5	42.8	14.6	13.9
Gemiddelde	50.3	49.9	13.2	13.4

# 5 Conclusies, discussie, aanbevelingen

## 5.1 Conclusies

- Het gebruik van een 2<sup>e</sup> energiescherm (XLS-10 Ultra Revolux van Svensson) in combinatie met een energiezuinige vochtregeling en 4 nivolatoren heeft in dit onderzoek **2.6 m<sup>3</sup> gas (13%) bespaard** ten opzichte van een teelt met enkel schermdoek en minimumbuis van 38°C zoals gangbaar in de praktijk.
- Het gebruik van een 2<sup>e</sup> energiescherm in combinatie met energiezuinige vochtregeling zoals toegepast in dit onderzoek heeft geen nadelige effecten op de houdbaarheid van snij- amaryllis laten zien. In drie houdbaarheidsproeven is geen 'Bent Neck' geconstateerd kort na het op water zetten van de bloemen na transport.
- Energieberekeningen geven aan dat meer energiebesparing mogelijk is als het 2<sup>e</sup> energiescherm wordt gecombineerd met een hoger vocht setpoint en temperatuurintegratie. Toevoeging van een hoger RV setpoint (90% RV i.p.v. 85% RV) bij een 2<sup>e</sup> scherm levert volgens berekeningen 3.6 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> extra besparing op (=23.1% besparing t.o.v. de referentie). Als daar ook nog gebruik van temperatuurintegratie wordt bijgevoegd kan de besparing oplopen tot 6.9 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> gas (=28.5% besparing t.o.v. de referentie).

## 5.2 Discussie

Vanwege kwaliteitsproblemen in een aantal winters zijn amaryllis telers heel voorzichtig geworden met toelaten van hogere luchtvochtigheden in de kas. Daardoor is geen verhoging van het luchtvochtigheid setpoint doorgevoerd zoals vooraf berekend in de energieberekeningen en daardoor is minder energie bespaard dan verwacht. In een aantal winters zijn bij de afzet van amaryllis problemen opgetreden met Bent Neck nadat de bloemen na de transportfase in dozen weer op water werden gezet. Binnen 1 tot 3 dagen knakten de bloemstelen. FloraHolland heeft onderzoek gedaan naar het optreden van Bent Neck en samen met teeltadviseur Jan Overkleef gekeken naar relaties met teeltfactoren (Vermeulen *et al.* 2011). Er zijn grote verschillen geconstateerd tussen telers en zowel licht, temperatuur en luchtvochtigheid tijdens de teelt lijken een rol te spelen. Het niet actief zijn van het gewas lijkt één van de belangrijkste factoren bij het ontstaan van Bent Neck. Dit werd bevestigd door een hoog percentage Bent Neck in een partij bloemstelen uit een koude/vochtige hoek van een bedrijf. Daarom wordt geadviseerd een actief klimaat na te streven en worden in de praktijk daarmee geen risico's genomen. Het vermoeden is dat Bent Neck problemen een gevolg zijn van calcium tekort. Carow *et al.* (1979) heeft onderzoek gedaan naar 'Schaftknicken' bij amaryllis en constateerde verschillen in wanddikte op de plaats waar stelen knikken. Ter hoogte van de knik was het gehalte aan gebonden calcium erg laag. Het kaliumgehalte was juist hoger. Het gebrek aan gebonden calcium in de geknikte zone kan volgens Carow *et al.* het gevolg zijn van te hoge temperaturen tijdens de differentiatie van deze weefselzone en snellere celwandvorming dan aanvoer van voldoende calcium. Vanwege het hogere kaliumgehalte in het bovenste deel van de geknikte stelen lijkt het er op dat de calciumopname ook geremd kan worden door een hoge kalium toevoer.

In discussies met de BCO is gebleken dat men het risico op kwaliteitsproblemen zoals Bent Neck te groot vindt om het vocht setpoint van 85% naar 90% te verhogen. Bij de discussie van de resultaten van dit onderzoek met de BCO werd verhoging van het luchtvochtigheids criterium tot 87% door telers als uiterste grens genoemd. Ervaringen met onderzoek naar Het Nieuwe telen bij andere gewassen en adviezen voor toepassing van het Nieuwe Telen in de praktijk (website kasalsenergiebron.nl) laten zien dat het weglaten van minimumbuis gecombineerd met introductie van luchtbeweging en aandacht voor een gelijk klimaat het vaak wel mogelijk maakt om op een veilige manier bij hogere luchtvochtigheden te telen dan gebruikelijk. Het belang van een gelijk klimaat wordt bevestigd door het eerder genoemde hoge percentage Bent Neck in een partij bloemstelen uit een koude/vochtige hoek van een bedrijf (Vermeulen *et al.* 2011). Schermkieren zijn vaak een bron van ongelijkheid in klimaat (website kasalsenergiebron.nl). Door te ventileren boven gesloten schermen kan de ongelijkheid in klimaat verminderd worden.

Om kwaliteitsproblemen te voorkomen is het dus noodzakelijk om te zorgen voor voldoende aanvoer van calcium. Calcium wordt alleen passief via het watertransport naar nieuwe cellen getransporteerd. Voor de aanvoer van calcium is dus verdamping nodig. In de praktijk is men gewend om het gewas actief te houden met een minimumbuis. Deze kan echter ook zorgen voor onnodige verdamping en dat kost enerzijds onnodig energie en zorgt anderzijds voor onnodig aanvoer van vocht. Luchtbeweging met ventilatoren kan een alternatief zijn voor een minimumbuis (website [kasalsenergiebron.nl](http://kasalsenergiebron.nl)). Door de luchtbeweging wordt vocht uit het microklimaat rond de plant afgevoerd naar het kasklimaat. Als de vochtafvoer uit de kas dan door bv. condensatie of ventilatie maar voldoende is, kan vaak worden volstaan met ventilatoren. Het effect van luchtbeweging hangt wel af van de doordringbaarheid van het gewas en de mate van luchtbeweging. Tijdens de trek van de bloemen en begin van de bolgroeiperiode zal de doordringbaarheid naar verwachting geen grote belemmering zijn omdat er dan nog sprake is van een vrij open gewas. Later in de teelt kan er echter een behoorlijk dik bladpakket gevormd worden in een meerjarig amaryllis gewas en kan de Leaf Area Index oplopen tot 10 m<sup>2</sup> blad per m<sup>2</sup> (Kromwijk *et al.* 2013).

Uitstraling naar een koud kasdek of koud energiescherm kan er voor zorgen dat de planttemperatuur onder de dauwpunttemperatuur zakt en er daardoor onvoldoende energie is voor verdamping en onvoldoende Calcium wordt aangevoerd (website [kasalsenergiebron.nl](http://kasalsenergiebron.nl)). Onder een dubbel schermdoek blijft het onderste schermdoek warmer waardoor de gewas temperatuur minder ver weg zakt en zal er daardoor minder risico zijn dat de planttemperatuur onder de dauwpunttemperatuur zakt.

In dit onderzoek is geen gebruik gemaakt van temperatuurintegratie en bij de berekening van het gecorrigeerde energieverbruik is uitgegaan van een gelijkblijvende stooktemperatuur. Wellicht kan het energieverbruik nog verder verlaagd worden door gebruik te maken van temperatuurintegratie of een verlaagde teelttemperatuur. In eerder onderzoek heeft dit perspectiefvolle resultaten opgeleverd (Baas *et al.* 2004), maar bij toepassing in de praktijk zijn negatieve effecten geconstateerd (Jan Overkleeft, pers. med.). Als de ondergrenzen van de temperatuurintegratie en verlaagde teelttemperatuur minder extreem gekozen worden, is er wellicht nog ruimte om nog meer energie te besparen zonder nadelige effecten voor het gewas.

Voor de teelt van amaryllis is de bodemtemperatuur heel belangrijk. Bladafplitsing en knopaanleg vinden in de bol in de bodem plaats en wordt gestuurd door de bodemtemperatuur. Het is denkbaar dat bij een lagere kastemperatuur en/of weglaten van de minimumbuis de temperatuur van de bovenkant van de bodem lager wordt en daardoor een grotere temperatuurgradiënt in de bodem kan ontstaan. Het is dan belangrijk er voor te zorgen dat de boltemperatuur wel op het gewenst niveau blijft.



## 5.3 Aanbevelingen

Voor optimale energiebesparing wordt geadviseerd het gebruik van een 2<sup>e</sup> energiescherm te combineren met een energiezuinige vochtregeling op basis van onderstaande uitgangspunten:

- Gebruik geen minimumbuis.
- Als het minimum vochtdeficiet of maximale RV overschreden wordt, dan in onderstaande volgorde:
  - Ramen openen boven dichte schermen.
  - Als dat niet voldoende effect heeft: kier in bovenste energiescherm. Zo wordt voorkomen dat er kouval gaat optreden en wordt er extra vocht afgevoerd uit de spouw tussen de doeken.
  - Als dat niet voldoende effect heeft: beide schermen open.
- Door openen ramen en/of kieren scherm komt automatisch buisverwarming er in doordat temperatuur onder temperatuursetpoint zakt.
- Op deze manier is er geen buis als het niet nodig is (als de luchtvochtigheid voldoende laag is) en komt buis er automatisch wel in, als dat wel nodig is. Vaste minimumbuis is dan niet nodig.
- Als het gewas nog klein is in het begin, kan gestart worden met een vrij laag gekozen minimaal vochtdeficiet: bv. 2 gr/m<sup>3</sup> 's nachts en 2.5 gr/m<sup>3</sup> overdag.
- Verderop in de teelt als er meer gewas is of als men na observatie van het gewas geen goed gevoel heeft over deze instellingen en/of overtuigd is van de noodzaak droger te telen, dan kan het setpoint van het vochtdeficiet aangepast worden zodat eerder ingegrepen wordt. De manier van regelen en volgorde van stappen kan hetzelfde blijven.
- P-band instellen afhankelijk van buitentemperatuur:
  - Kort bij hoge buitentemperatuur.
  - Lang bij lage buitentemperatuur.
- Bij gebruik van Nivolatoren: alleen aan als de luchtvochtigheid te hoog is.



# Literatuur

Baas, R., Doorduyn J., and A. Kromwijk. 2004.

Energiebesparing amaryllis (*Hippeastrum*). Teeltonderzoek naar toepassing temperatuurintegratie en verlaagde kasttemperatuur bij verschillende substraattemperaturen. Rapport Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V. Sector Glastuinbouw. Projectnummer PPO: 41604809.

Carow B. en R. Röber. 1979.

Schaftknicken bei *Hippeastrum*. Gartenbauwissenschaft, 44 (2), pag 67-70.

Helm, F. van der, Weel, P. van, Kromwijk, A., Zwart, F. de, Garcia, N., en H. Pronk. 2014.

Beheersing luchtvochtigheid in Freesia en Anjer. Praktijkproeven en deskstudie naar energiebesparing door "Het Nieuwe Telen" binnen het project "Uitbreiding Parapluplan toevoeren buitenlucht". Rapport GTB-1289 Wageningen UR Glastuinbouw.

Kromwijk, A., Gelder, A. de, Driever, S., Overkleeft, J., Grootsholten, M. en P.H. van Baar. 2013.

Opbrengstverhoging snij-amaryllis (*Hippeastrum*). Teelt voor kerstbloei in 3-jarig gewas van 2010 t/m 2012. Rapport GTB-1264 Wageningen UR Glastuinbouw.

Labrie, C., and F. de Zwart. 2010.

Het Nieuwe Telen *Alstroemeria*. Energiezuinig teeltconcept snijbloemen met een lage warmtebehoefte. Rapport GTB-1031 Wageningen UR Glastuinbouw.

Vermeulen, C., Barendse, H., Wubben, C. en J. Overkleeft. 2011.

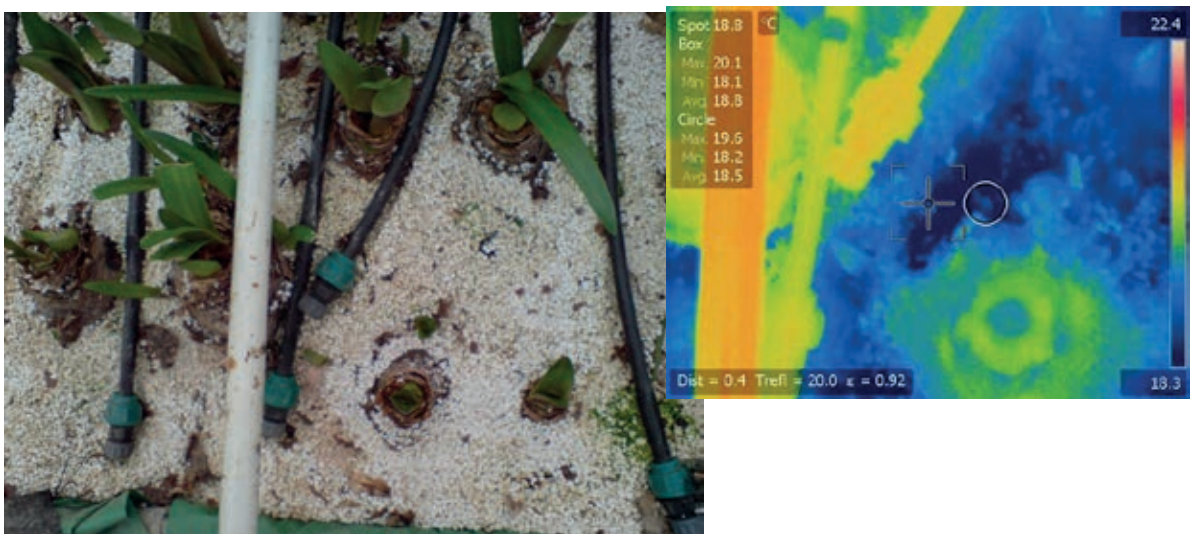
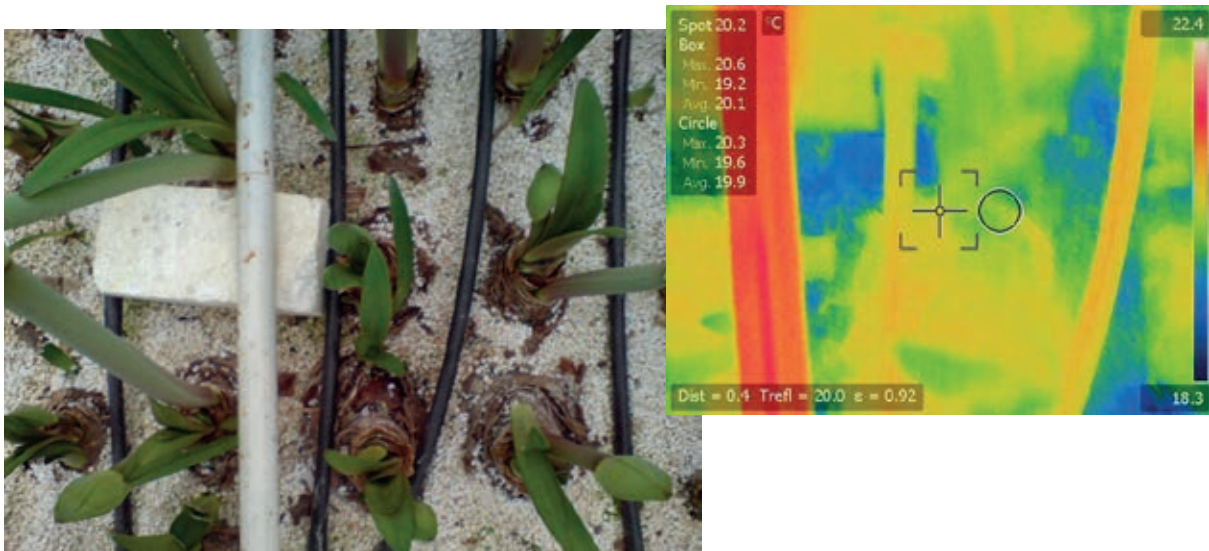
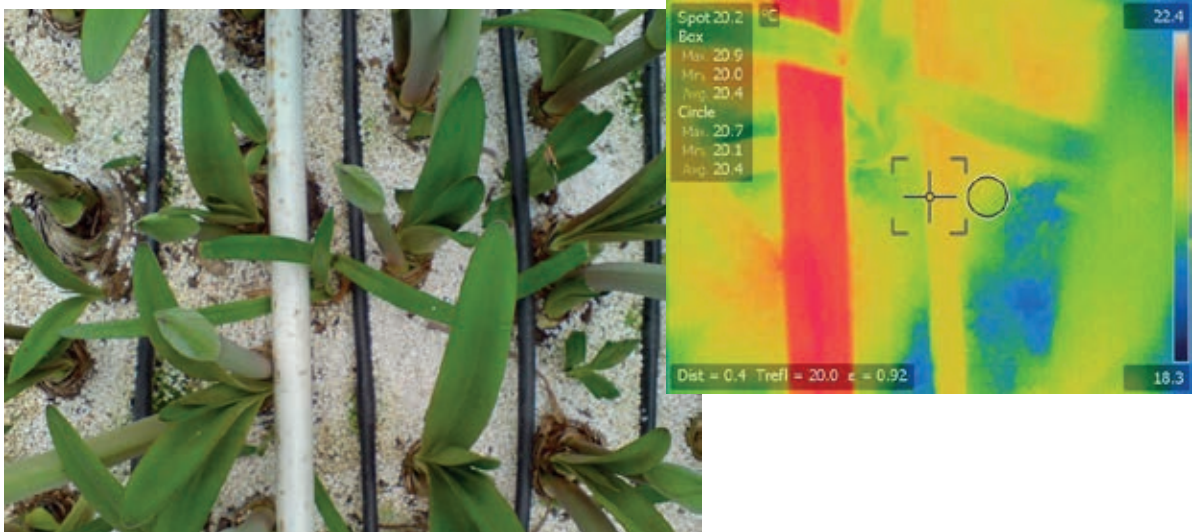
Onderzoeksverslag. Bent Neck *Hippeastrum*, onderzoek naar de oorzaak van het probleem. Rapport FloraHolland PT project nummer: 14145.

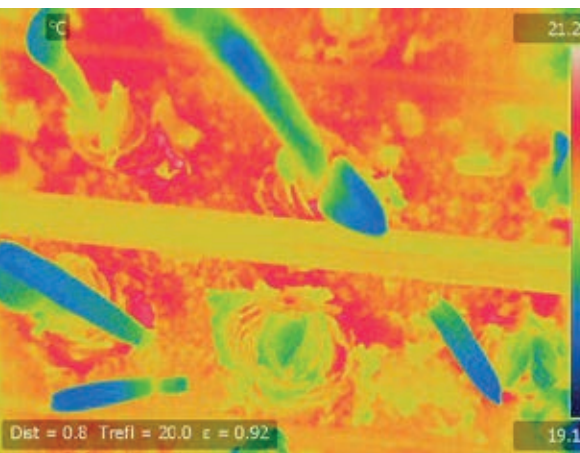
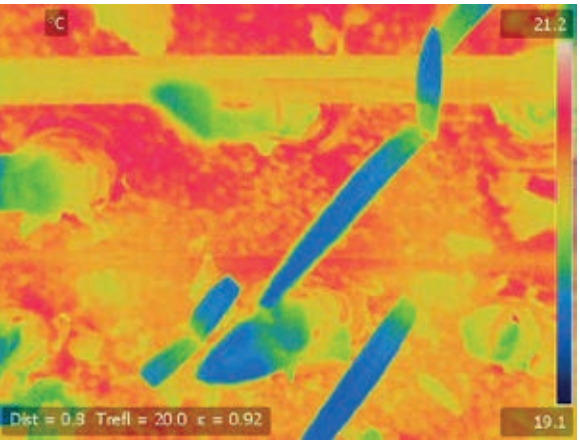
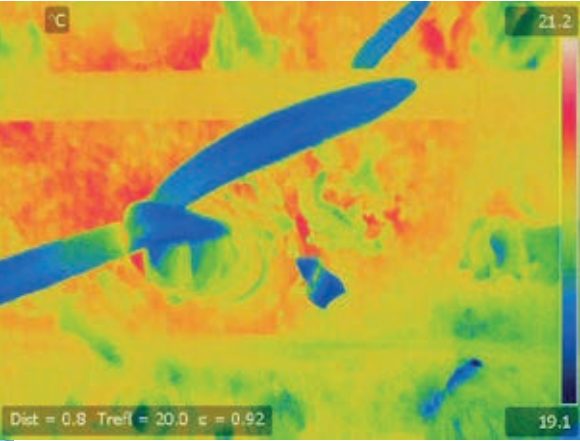
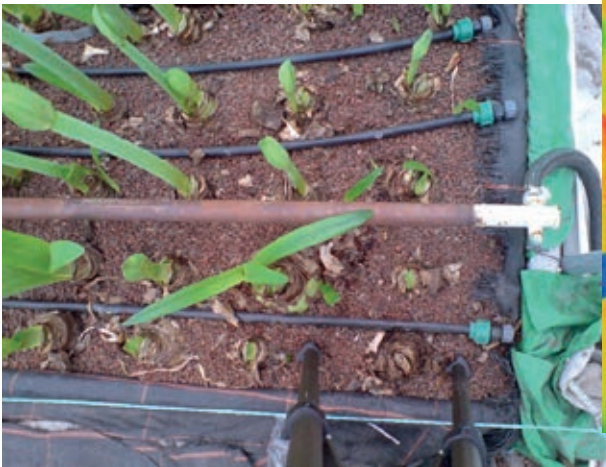
Weel, P.A. van en J.O. Voogt. 2012.

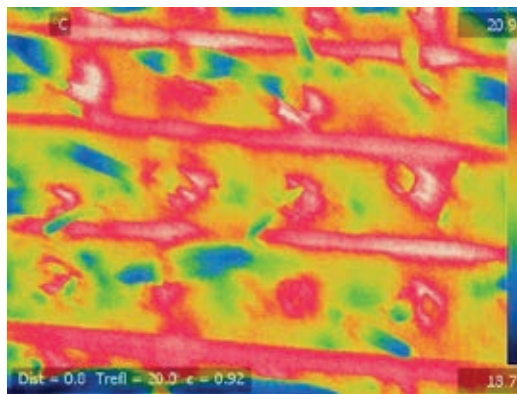
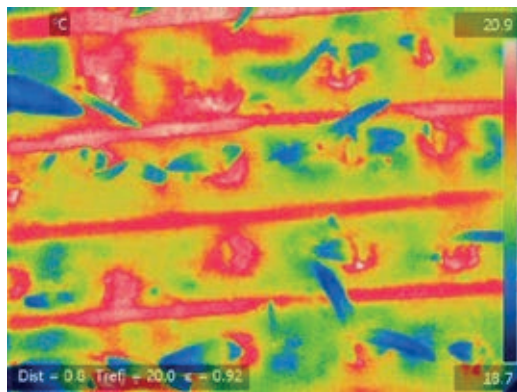
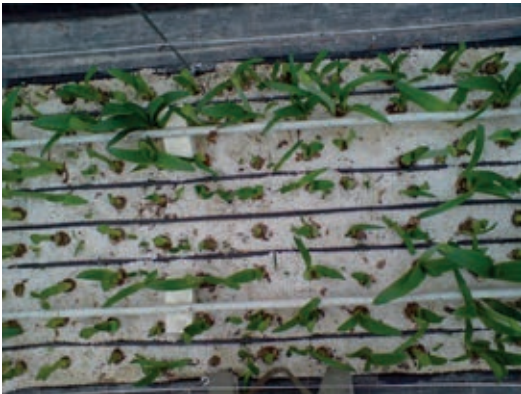
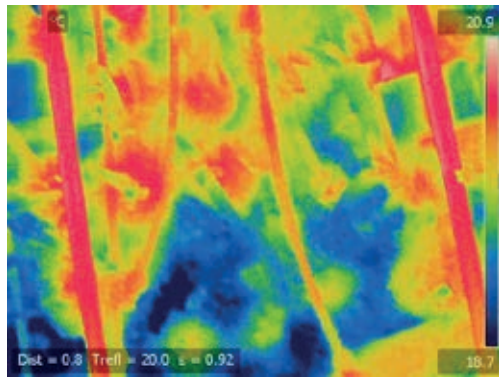
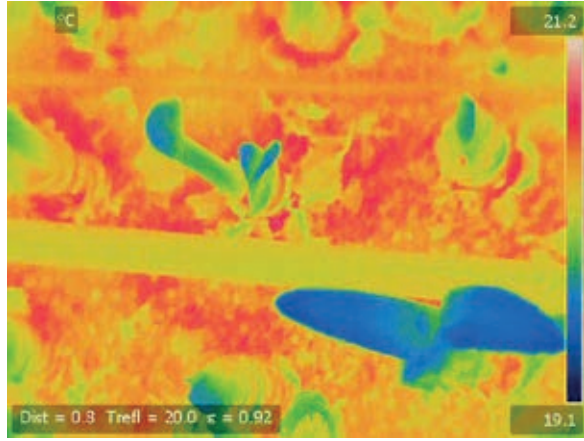
Natuurkundige analyse van de vocht- en energie balans van een tuinbouwkas. Het handhaven van een energiezuinig groeiklimaat in kassen met behulp van natuurlijke en geforceerde ventilatie. Rapport GTB-1185 Wageningen UR Glastuinbouw.

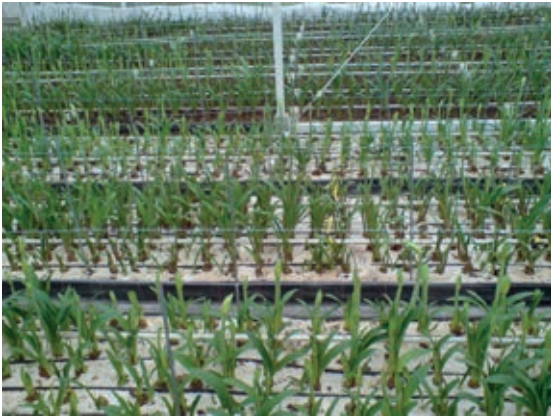


# Bijlage 1 Warmtebeelden november 2013

















To explore  
the potential  
of nature to  
improve the  
quality of life



Wageningen UR Glastuinbouw  
Postbus 20  
2665 ZG Bleiswijk  
Violierenweg 1  
2665 MV Bleiswijk  
T +31 (0)317 48 56 06  
F +31 (0) 10 522 51 93  
[www.wageningenur.nl/glastuinbouw](http://www.wageningenur.nl/glastuinbouw)

Glastuinbouw Rapport GTB-1358

Wageningen UR Glastuinbouw initieert en stimuleert de ontwikkeling van innovaties gericht op een duurzame glastuinbouw en de kwaliteit van leven. Dat doen wij door toepassingsgericht onderzoek, samen met partners uit de glastuinbouw, toeleverende industrie, veredeling, wetenschap en de overheid.

De missie van Wageningen UR (University & Research centre) is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen UR bundelen 9 gespecialiseerde onderzoeksinstituten van stichting DLO en Wageningen University hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 6.000 medewerkers en 9.000 studenten behoort Wageningen UR wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.